

# AGRICULTURA Y SOCIEDAD

Un análisis de las relaciones entre Naturaleza y Sociedad  
a través de la Agricultura

SAÚL GUZMÁN CORONADO





AGRICULTURA Y SOCIEDAD  
UN ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE NATURALEZA  
Y SOCIEDAD A TRAVÉS DE LA AGRICULTURA



AGRICULTURA Y SOCIEDAD  
UN ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE NATURALEZA  
Y SOCIEDAD A TRAVÉS DE LA AGRICULTURA

Saúl Guzmán Coronado

2021



**Agricultura y sociedad**  
**Un análisis de las relaciones entre naturaleza y sociedad**  
**a través de la agricultura**

Primera edición, 2021.

Obra dictaminada bajo proceso de Par Ciego Externo.

Dirección Editorial: Luis Adrián Maza Trujillo

Diseño Editorial: Ernesto de Jesús Pérez Álvarez

Diseño de portada: José Rodolfo Ovilla Mendoza

ISBN: 978-607-561-100-6



D.R. 2020 Universidad Autónoma de Chiapas

Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán,

C. P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana  
con número de registro de afiliación: 3932

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, así como su transmisión por cualquier medio, actual o futuro, sin el consentimiento expreso por escrito de los titulares de los derechos. La composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Impreso y hecho en México

*Printed and made in Mexico*

# Tabla de contenido

Prólogo.....	15
Siglas y abreviaturas utilizadas en el texto.....	19
Introducción.....	23

## **CAPÍTULO I. AGRICULTURA Y SOCIEDAD: LA TRASCENDENCIA SOCIAL**

1.1 Una aproximación al origen de la vida y del hombre .....	33
1.1.1 Una aproximación al origen de la vida .....	33
1.1.2 Una aproximación al origen del hombre.....	42
1.2 El proceso de recolección, caza y pesca: nomadismo, trashumancia y sedentarización.....	50
1.2.1 Aprovechamiento de los recursos naturales: recolección, caza y pesca: nomadismo .....	50
1.2.2 Preagricultura, trashumancia y asentamientos humanos: el proceso de sedentarización.....	61
1.3 El origen de la agricultura .....	75
1.3.1 Bosquejo histórico de la agricultura .....	75
1.3.2 La agricultura como práctica formal .....	85
1.3.3 Origen y evolución de las plantas cultivadas .....	88
1.3.4 Origen y evolución de los animales domesticados .....	114
1.4 Naturaleza y sociedad: su acción recíproca .....	124

## **CAPÍTULO II. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MESOAMÉRICA**

2.1 Sistemas y sistemas de producción agrícola .....	137
2.1.1 ¿Qué son los sistemas? .....	137
2.1.2 Sistemas de producción Agrícola .....	150
2.1.3 Tipos de sistemas agrícolas y de producción animal.....	164
2.2 Bosquejo general del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica.....	178
2.2.1 Una breve descripción geográfica de Mesoamérica .....	178
2.2.2 Bosquejo general del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica.....	184
2.3 Algunos tipos de sistemas de producción agrícola en Mesoamérica.....	190

## **CAPÍTULO III. LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN MÉXICO**

3.1 El desarrollo científico de la agricultura .....	211
3.1.1 Ciencia, ciencia agrícola y tecnología agrícola en México .....	211
3.1.2 Reseña del desarrollo de la ciencia y la tecnología agrícola en México .....	249
3.1.3 Otra visión en el proceso de generación y transferencia de tecnología agropecuaria ....	269

3.2 Aportes de la ciencia a la agricultura .....	280
3.2.1 Intensificación de la producción agrícola: tiempo, espacio y tecnología .....	280
3.2.2 La "artificialización" en la producción agrícola.....	291
3.2.3 La manipulación genética de plantas y animales domésticos: pros y contras.....	296
3.3 El medio ambiente y la agricultura.....	311
3.3.1 Límites de la producción agrícola moderna-industrial: deterioro ecológico y costos sociales .....	311
3.3.2 Los principales recursos naturales de México .....	327
3.3.3 Alternativas agrícolas a la agricultura moderna-industrial .....	352
3.3.4 Modelos agrícolas alternativos o estrategias de desarrollo agrícola alternativo.....	366
3.4 La educación agrícola en México .....	374
3.4.1 El proceso de aprendizaje. Una breve reflexión.....	374
3.4.2 Las instituciones de educación agrícola superior, la investigación y extensión: problemas de formación agronómica .....	382
3.4.3 Propuesta de una educación agronómica pertinente a la realidad rural .....	395

## CAPÍTULO IV. LA AGRICULTURA Y LA TRANSFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE MÉXICO

4.1 Las actividades económicas primarias en México .....	409
4.1.1 El sector primario en México.....	409
4.1.2 Las actividades económicas primarias y los medios de producción agropecuarios .....	421
4.2 Aspectos socioeconómicos de la sociedad rural mexicana .....	428
4.2.1 Sociedad rural, legislación agraria y desarrollo rural .....	428
4.2.2 Agricultura, crecimiento demográfico y urbanización .....	444
4.2.3 Los “rostros” del contexto rural: pobreza, violencia, migración .....	457
4.3 La agricultura y la transformación socioeconómica de México .....	472
4.3.1 La agricultura y el desarrollo socioeconómico de México.....	472
4.3.2 Las políticas agrícolas y agro mexicano en el siglo XXI.....	492
4.4 Las políticas públicas en México y su prospectiva: a manera de conclusiones .....	501
Glosario .....	511
Bibliografía, hemerografía y páginas web consultadas .....	541

*Para los agricultores del mundo. Para los pobres del mundo,  
por ellos, con ellos y para ellos. Para todos mis seres queridos.*



## AGRADECIMIENTOS

**E**n la vida, a los seres humanos se nos presentan oportunidades de manera diferente para enfrentar nuestra existencia: en la educación, el arte, la música, el deporte; algunos, los menos, tienen todas las posibilidades de obtener con facilidad lo que desean o buscan, como una educación privilegiada; pero la mayoría tiene que buscar la forma de acceder a una educación formal que le otorgue cierta seguridad para continuar construyendo su porvenir, con tal de jugar un papel positivo en el desarrollo familiar y social, donde se involucran muchas personas. Y de manera personal, estoy muy agradecido con mi familia, pilar que me ha sostenido en toda mi vida sin cortapisas; con quienes han sido mis educadores y educandos, tanto en el proceso formal como fuera de las aulas, sobre todo a los agricultores, productores de alimentos que han hecho posible desde los inicios de la agricultura el desarrollo de la humanidad, y con quienes he compartido y comparto conocimientos y experiencias que contribuyen permanentemente a mi formación profesional. No sólo han producido alimentos a lo largo de la historia humana, también han hecho posible, con su esfuerzo y sudor, aportar otros elementos indispensables para el desarrollo y fortalecimiento de la humanidad: trabajo, riqueza, tiempo disponible para las artes y la ciencia; en fin, cultura.

Toda mi formación académica ha transcurrido en Instituciones públicas, de lo que me siento orgulloso, desde mi educación básica hasta estos momentos. Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde cursé mis estudios de Ingeniería Agronómica; a la Universidad Autónoma Chapingo, donde obtuve la Maestría en Desarrollo Rural. En estas

Instituciones encontré compañeros que me acompañaron, y muchos de ellos aún me acompañan en todo momento, fortaleciendo mis intenciones de aportar mi grano de arena en el mundo del conocimiento agronómico.

Especialmente agradezco a la Universidad Autónoma de Chiapas, por haberme cobijado en su regazo y donde me he desempeñado como profesor desde hace más de treinta y dos años.

Por la oportunidad que nos brinda para fortalecer nuestra formación académica y científica, por el tiempo que brinda a los catedráticos para realizar el año sabático, tiempo que puede ser aprovechado para actualizarse en los conocimientos técnicos-científicos más recientes, realizar investigaciones en el área del conocimiento de dominio de cada profesor, estancias académicas en otras universidades, crear un libro, entre otras actividades relacionadas con nuestro gremio, que permiten construir puentes dentro de la comunidad unachense y allende sus fronteras.

Por último, y sin el menor deseo de ofender a todos aquellos que de manera consciente y desinteresada aportaron una idea o una sugerencia para bien de este documento, quiero agradecer a la Rectoría de la Universidad, a la Dirección de Investigación y Postgrado, a la Comisión de Beneficios para el Personal Académico (CBPA) de la UNACH, a la Dirección de Extensión Universitaria, a la Dirección Editorial, a los Pares Académicos que revisaron el presente texto; todos ellos han colaborado para la consolidación del presente. Particularmente agradezco a los profesores Mario Velázquez Guerrero y Julio Jorge Botello Parraguirre, amigos y colegas míos en la Facultad de Ciencias Agrícolas, quienes participaron desde los primeros momentos en que esta idea empezó a germinar hasta su culminación, sin más interés que el deseo de llevar a buen puerto este texto, y por la amistad sincera y honesta que nos une en nuestro trabajo académico y en la vida.

## PRÓLOGO

Muchos pensadores dicen que la verdadera Universidad se encuentran y están en los libros, a pesar del enorme desarrollo que han tenido las universidades modernas en esta “Sociedad del Conocimiento”. Nada aprende mejor el hombre, sostienen los pensadores desde la Ilustración, que lo que aprende por sí mismo, lo que le exige un esfuerzo personal de búsqueda y aprendizaje; y si los profesores sirven de guías y como orientadores de manera temporal, las fuentes perennes del conocimiento que nos guían e ilustran están en los libros, y más en los tiempos actuales, donde los educandos, con un esfuerzo personal que va más allá de las aulas, deben asimilar conocimientos; desarrollar capacidades, habilidades y destrezas; y adquirir valores, convirtiéndose en verdaderos sujetos activos del conocimiento y aprendizaje.

Pero en la Historia de la Humanidad las universidades son recientes, y muchos seres humanos no tuvieron ni han tenido una educación universitaria, como nuestros productores campesinos, para quienes el ejercicio de la producción de alimentos a través de la agricultura como actividad integral, como cultura, no es una actividad profesional, sino una actividad cotidiana que ha hecho posible la creación de una sociedad humana asombrosa y siempre en ascenso, y que aún son indispensables en nuestra realidad actual. Esos mismos seres humanos, con la participación de la ciencia y la tecnología, no se han conformado con la conquista de nuestra Naturaleza, sino que hilvanan conocimientos y tecnología para ir más allá de nuestra frontera terrícola, a pesar de las posibles consecuencias.

Ignorar los cimientos que construyeron y nos heredaron los primeros agricultores del mundo, y todo lo que significó este feliz descubrimiento o “invento”, y la relación que entablaron con la Naturaleza, con la comprensión del clima, del suelo, de las plantas y animales de interés vital para los seres humanos, es ignorar y permanecer de algún modo al margen de la vida, de la problemática multidimensional que actualmente estamos sufriendo, resultado de la interacción dinámica de dos mundos: el de la Naturaleza y el de la Cultura, haciendo cada vez más vulnerable nuestra biósfera.

Porque estamos rompiendo esa relación simbiótica que estos primeros seres humanos establecieron con la Naturaleza con la producción de nuestros alimentos, y que hemos convertido en una relación tormentosa, peligrosa, por la enorme carga de tóxicos o agentes nocivos que derramamos en Ella, por el afán de progreso científico sin brújula, por su explotación sin verdadera planificación, por el afán de acumulación de riqueza desmedida, por la presión que ejercemos sobre la tierra, rompiendo los límites de la huella ecológica.

Como sabemos, nuestro planeta tiene características intrínsecas que lo han convertido en apto para la vida tal como la conocemos, y jamás ha estado en calma. La evolución del hombre, con el desarrollo de su inteligencia, el consumo de carne, el descubrimiento del fuego, el uso de la energía a través del carbón vegetal y mineral, de los metales, del vapor, de la energía eléctrica y nuclear, amén de otras, y de las tecnologías que han potencializado la producción agropecuaria con todos sus bemoles, ha hecho posible la trascendencia humana, llegando a despreciar incluso a la Naturaleza, olvidando que somos parte de ella, y exponiendo a la humanidad a una “sexta extinción”.

El desarrollo de la agricultura no ha quedado fuera de este progreso, pasando del uso natural de los recursos alimenticios a la creación de tecnologías que han permitido la construcción de grandes agroindustrias e industrias que ponen en peligro la estabilidad de nuestro planeta, provocando reacciones adversas en la Naturaleza, como la contaminación del medio ambiente, la erosión genética y cultural, el cambio climático, pasando de una “naturaleza o biodiversidad utilizada” a otra “domesticada”. Con el riesgo de romper con una “sociedad orgánica”, para establecerse actualmente en una “sociedad inorgánica” y no encontrar el camino para volver a establecer esa relación simbiótica entre seres humanos y la Naturaleza, una nueva relación simbiótica, para reencontrarse con una nueva sociedad orgánica mejorada y fortalecida, con miras a un proceso de desarrollo sustentable o sostenible, y compatible.

Entonces, lo verdaderamente humano no es hacer de la transformación de la Naturaleza la clave de la existencia humana, sino la transformación de la naturaleza humana de manera que sea compatible con la Naturaleza; eso supone la unidad Hombre-Naturaleza, es decir, una verdadera simbiosis entre la Naturaleza y la Sociedad, donde la ciencia y la tecnología deben formar un binomio de balance dinámico positivo. Estamos pues obligados a pensar, como los antiguos pensadores, en una nueva filosofía y cultura política sobre educación, ciencia, tecnología e innovaciones, para enderezar y mejorar nuestra visión de futuro.

La interacción de la Sociedad y la Naturaleza, incluso a través de una de las actividades más importantes en nuestra Historia, la agricultura, en la etapa actual, se distingue por una peculiaridad: toda la superficie del globo terráqueo es campo de acción de los seres humanos, expresada en el concepto de noosfera, creada por las Ciencias Naturales y Sociales como esfera de la acción recíproca de la naturaleza y sociedad,

creada por el progreso de la ciencia, de la concepción científica de la historia humana y natural, y del trabajo social de la humanidad, que presupone el aprovechamiento organizado y planificado de los recursos y fuerzas de la naturaleza a escala de países y del planeta entero. Reto que los agricultores, agrónomos, estudiantes y sociedad en general debemos cargar sobre nuestros hombros, con una visión sustentable del futuro, con tal de asegurar la permanencia de nuestro planeta, de nuestros recursos naturales, de tal manera que tengamos la oportunidad de heredarles algo digno a las futuras generaciones.

## SIGLAS Y ABREVIATURAS USADAS EN EL TEXTO

- A C (a C). Antes de Cristo
- ADN. Ácido Dexoxirribonucleico
- AFC. Agricultura Familiar Consolidada
- AFS. Agricultura Familiar de Subsistencia
- AFT. Agricultura Familiar en Transición
- ANP. Áreas Naturales Protegidas
- ANUIES. Asociación Nacional de Universidades, Institutos  
y Escuelas de Educación Superior
- APPRIS. Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca  
de las Inversiones
- ARN. Ácido Ribonucleico
- ASMIFAP, A.C. Asociación Mexicana de Investigadores Forestales,  
Agrícolas y Pecuarios, Asociación Civil
- BM. Banco Mundial
- CBA. Canasta Básica Alimentaria
- CENID. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- CHON. Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno
- CID. Centro de Investigación Disciplinaria
- CIFAP. Centro Estatal de Investigación Forestal y Agropecuaria
- CIMMYT. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo
- CIRFAP. Centro de Investigación Regional Forestal  
y Agropecuaria cm. Centímetro
- CNA. Comisión Nacional del Agua

- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua
- CONABIO. Comisión Nacional para la Biodiversidad
- CONAPO. Consejo Nacional de Población
- CONEVAL. Consejo Nacional de Evaluación de la Política  
de Desarrollo Social
- D C (d C). Después de Cristo
- EAE. Estación Agrícola Experimental
- ENA. Escuela Nacional de Agricultura
- ERTF. Eficiencia Relativa de la Tierra en términos de Producto Físico
- ERTI. Eficiencia Relativa de la Tierra en términos de Ingreso
- ESI. Índice de Sustentabilidad Ambiental (por sus siglas en inglés)
- et al.* Expresión latina que significa: “y otros autores”
- FAO. Organización Mundial para la Alimentación (por sus siglas  
en inglés)
- FIRCO. Fideicomiso de Riesgo Compartido
- FMI. Fondo Monetario Internacional
- GATT. Acuerdos Generales Sobre Aranceles y Comercio (por sus siglas  
en inglés)
- GPS. Sistemas de Posición Geográfica (por sus siglas en inglés)
- I+D+i. Investigación, Desarrollo e Innovación
- i+D+I. Innovación, Desarrollo e Investigación
- INCA Rural. Instituto Nacional de Capacitación Rural
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
- INIF. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias
- INIP. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias

IPV. Índice del Planeta Viviente  
LDRS. Ley de Desarrollo Rural Sustentable  
LGDS. Ley General de Desarrollo Social  
mm. Milímetro  
msnm. Metros sobre el nivel del mar  
NE. Noreste  
NO. Noroeste  
OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos  
OCE. Oficina de Campos Experimentales  
ODM. Objetivos de Desarrollo del Milenio  
ODS. Objetivos de Desarrollo Sostenible  
OEE. Oficina de Estudios Especiales  
OGM. Organismos Genéticamente Modificados (transgénicos)  
OMC. Organización Mundial de Comercio  
ONG. Organización No Gubernamental  
ONU. Organización de las Naciones Unidas  
p. Página  
pp. Páginas  
*per cápita*. Expresión latina que significa: “Por familia o por persona”  
PIB. Producto Interno Bruto  
PNB. Producto Nacional Bruto  
PROCEDE. Programa de Certificación de Derechos Agrarios  
PRONAMOCA. Programa Nacional de Modernización del Campo  
RSDS. Red de Soluciones para el Desarrollo Sustentable  
SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación  
SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural  
SAM. Sistema Alimentario Mexicano  
SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social

SE. Sureste

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

S/F. Sin fecha de edición

SIG. Sistemas de Información Geográfica

*Sine qua non*. Expresión latina que se aplica a la condición sin la cual no se hará una cosa, o se tendrá por no hecha. Condición necesaria, o que no debe faltar, indispensable o fundamental.

SNIA. Sistema Nacional de Investigaciones Agrícolas

SO. Suroeste

SOTE. Superevolución y Trasplante de Embriones

TLC. Tratado de Libre Comercio

TLCAN. Tratado de Libre Comercio con América del Norte

UACH. Universidad Autónoma Chapingo

UE. Unión Europea

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México

UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization  
(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura)

UPR. Unidades de Producción Rural

URSS. Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

VAR. Variedades de Alto Rendimiento

WWF. World Wildlife Foundation (Fundación Mundial para la Vida Silvestre)

## INTRODUCCIÓN

**E**n la construcción del camino de la formación de los nuevos profesionistas de la agronomía -y en general de todos los profesionistas- es necesario adecuar de manera constante el plan de formación profesional del ingeniero agrónomo, debido a la dinámica del conocimiento social y agronómico, ese binomio inseparable desde el surgimiento de la agricultura en la historia de la humanidad.

Los avances científicos y tecnológicos en la agricultura, la complejidad de la diversidad de las plantas y de las especies animales de interés económico para los seres humanos, y su interacción con el medio ambiente, prácticamente obligan a las diferentes instituciones de educación superior a mantenerse al día para actualizarse en la última “moda” científica y tecnológica agrícola, en ese polinomio formado por la Investigación, el Desarrollo y la innovación (I+D+i) o por la innovación, Desarrollo e Investigación (i+D+I), en el primer caso privilegiando la investigación como generadora de conocimiento (básico, teórico y científico) y en el segundo a la innovación como generadora de tecnología (bienes y servicios, como conocimiento aplicado), donde la profesión agronómica se considera que debe buscar la conservación, mejora y aprovechamiento de la naturaleza y el territorio que la contiene, para crear riqueza en forma de bienes y servicios puestos a disposición de una sociedad globalizada, arriesgada y sometida a cambios continuos, donde el Agrónomo sigue siendo indispensable para la producción de alimentos, cuyo principal problema se encuentra en la distribución de

ellos (más que en la producción) y en el control de su producción mediante las nuevas tendencias en la propiedad y tenencia de la tierra, principal medio de producción agropecuario, en la conformación de grandes oligopolios y oligopsonios, y en la nuevas tecnologías como la Telemática y los Sistemas Expertos (agricultura automatizada), que han logrado que la producción agrícola pase de la tendencia lineal a la exponencial, mientras que el crecimiento poblacional pasa a una tendencia logística (a la baja), al contrario del pensamiento malthusiano y neomalthusiano.

Aunado a esta problemática, el cambio climático va en serio, lo que implica un cambio en el medio en que se desarrollan distintos tipos de plantas en función principalmente de la temperatura y la aportación de agua, ya sea mediante el correspondiente régimen de lluvias o la ingeniería del regadío. Actualmente ya se observa un ligero cambio en la localización de determinados cultivos hacia zonas más frías y consideradas tradicionalmente como limitativas; cambio climático que significa también, una nueva estructura de la agricultura del planeta que va más allá del proceso puramente biológico, territorial, económico o social, considerados en forma aislada, ya que necesita el enfoque global o pluridisciplinario, que también se le ha designado al Agrónomo. Y no cabe duda que la profesión del Agrónomo puede considerarse una de las más completas y satisfactorias que existen, cuando se entiende y ejecuta en su integralidad, lo que indica grandes dificultades propias más de su interdisciplinariedad y de su politécnica, y se constituye en un privilegio para el que logra ejercerla con plenitud, porque supone proporcionar a la naturaleza el trato supremo y más desinteresado en el sentido que daban nuestros antepasados prehispanicos a la madre tierra.

Este constante generar, adaptar, adoptar y adecuar ese conocimiento, en el sentido de que la Universidad debe ser sobre todo generadora de

conocimiento, es el punto de partida que da origen a este documento. En enero del 2018, en la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma de Chiapas, inicia un nuevo plan de estudios en la formación del Ingeniero Agrónomo. En este nuevo plan de estudios se encuentra una Unidad de Competencia (asignatura) titulada “Agricultura y Sociedad” ubicada en el primer semestre de la carrera, con una propuesta curricular en el que se pretende que el estudiante conozca el origen de la agricultura, su importancia en el desarrollo socioeconómico de la sociedad y las aportaciones de la ciencia en el desarrollo de la agricultura, es decir, un recorrido, aunque sea breve, desde los pueblos nómadas y las primeras formas de aprovechamiento de la naturaleza, hasta los últimos gritos actuales de la ciencia agronómica. De esta manera, cumpliendo con lo estipulado en este proyecto de año sabático, y basado en parte en la propuesta curricular de la unidad de competencia mencionada, se propone el presente contenido con la idea de aproximarse lo mejor posible a los objetivos de aprendizaje planteados en dicha unidad de competencia, organizados en cuatro capítulos, o subcompetencias, como se le llama en el documento original y en el modelo educativo por competencias, que ojalá se ponga en la mesa de las discusiones lo más pronto posible para reorientar la educación agrícola superior en nuestra Alma Mater.

En el primer capítulo, la intención es que se tenga una idea aproximada del recorrido que la agricultura ha tenido a lo largo de casi 10,000 años de desarrollo, con cuatro ejes temáticos: Una aproximación al origen de la vida y del hombre; El proceso de recolección, caza y pesca: nomadismo, trashumancia y sedentarización; El origen de la agricultura; y Naturaleza y sociedad: su acción recíproca. A lo largo del capítulo, se hace un breve recuento sobre el origen de la vida y del hombre, con base en la teoría de la evolución Darwinista sobre el origen de las especies; se

hace énfasis en las primeras actividades realizadas por el hombre, en ese primer periodo de “humanización de la naturaleza” o de “biodiversidad utilizada”, a través de la recolección, caza, pesca y la extracción (forestal y mineral), desde el nomadismo hasta el proceso de sedentarización, pasando por la trashumancia, es decir, ese momento histórico en que los seres humanos empiezan a combinar sus actividades en su deambular por el espacio geográfico y en su necesidad de sobrevivencia, en busca de alimento, refugio, vestido y seguridad, en función del clima y la existencia temporal de los vegetales y animales que les proporcionaban beneficios, hasta “formar” rutas que después volverían a utilizar (trashumancia); o sea, se van volviendo sedentarios, y con este proceso inicia la “conquista” de la Naturaleza, con las primeras prácticas agrícolas: dando inicio al periodo en que el hombre deja de tomar simplemente los recursos que la naturaleza le proporciona, y empieza a comprender que puede producir sus propios alimentos vegetales y animales, que se consolida con la “invención” de la agricultura, considerada desde sus inicios como una actividad integradora, hasta la especialización que se maneja actualmente, a manera de monocultivo. Se describe someramente el origen y evolución de las plantas y animales domesticados, haciendo énfasis en las cualidades fundamentales que el hombre tuvo que observar y observa, mide y evalúa, con el afán de obtener y alcanzar sus objetivos de reproducción económica y social, y después en sus afanes de acumulación económica.

En este momento histórico, los seres humanos han llegado a un proceso definitivo de “humanización de la naturaleza” o a una “biodiversidad domesticada”. En el último eje temático de este capítulo (Naturaleza y sociedad: su acción recíproca), se analiza la relación difícil, compleja y peligrosa que existe en el binomio sociedad-naturaleza, de cómo la sociedad ha pasado de esa “naturaleza o biodiversidad utilizada”, a otra

“domesticada” y el riesgo de romper con el equilibrio de una “sociedad orgánica”, para establecerse actualmente en una “sociedad inorgánica” y no encontrar el camino para hacer de esa relación una simbiosis con la naturaleza (“naturaleza intocada o conservada”), una nueva relación, para reencontrarse con una nueva sociedad orgánica mejorada y fortalecida, o sea, construir un proceso de desarrollo sustentable y compatible.

El segundo capítulo, titulado “Sistemas de Producción Agrícola en Mesoamérica”, se organiza en los siguientes ejes temáticos: Sistemas y sistemas de producción agrícola; Bosquejo general del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica; y Principales tipos de sistemas de producción en Mesoamérica. Tiene la intención de describir sucintamente la historia de la agricultura en Mesoamérica, región en la que se encuentra ubicada la mayor parte del territorio mexicano y todo el estado de Chiapas, y desde luego, parte del área de influencia de nuestra Casa de Estudios. Se destaca la importancia del concepto de sistema en el análisis de la agricultura, y de cómo los primeros agricultores mesoamericanos entendieron la agricultura como un todo, manteniendo el equilibrio en esa “naturaleza utilizada y domesticada”, aspecto que la agricultura moderna ha menospreciado buscando la especialización; esta apreciación se relaciona con la enorme biodiversidad de Mesoamérica y actualmente de México, que con el desarrollo de la agricultura a partir de la conquista española sufre una transformación que mutila su enfoque integral y tiende a ser marginada a las regiones menos propicias para la agricultura, conformándose lo que hoy conocemos como agricultura tradicional, en contraposición con la agricultura empresarial. Se describen de manera general los principales sistemas de producción que existieron y existen en nuestra región, iniciando con un análisis de la agricultura como práctica formal, pasando por una discusión sobre

los conceptos de sistema de producción y sistema de cultivo, para terminar, destacando los principales sistemas de producción que coexisten actualmente, lo que constituye parte de nuestro campo de aprendizaje en nuestra formación profesional.

El tercer capítulo se llama “La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo de la Agricultura en México”, destacando cuatro ejes de análisis: El desarrollo científico de la agricultura; Aportes de la ciencia a la agricultura; El medio ambiente y la agricultura; y La educación agrícola en México. En este capítulo, se pretende realizar una reflexión sobre la ciencia como actividad aplicada, cómo a partir del desarrollo científico y tecnológico, la agricultura se ha beneficiado y se ha “distorsionado”, discutiendo los principales aportes de la ciencia a la agricultura y su relación con el cuidado, manejo y conservación del medio ambiente en general. Aquí se hace énfasis en la importancia de la tecnología agrícola y sus diversas tipologías, pasando por la tecnología tradicional, la tecnología de la revolución verde (tecnología moderna o convencional) hasta las tecnologías llamadas alternativas, en la capacidad para utilizar el espacio y el tiempo en la producción agrícola. Se reflexiona, y se invita a reflexionar sobre los límites de la producción agrícola a partir de la “artificialización” de la agricultura con el uso de agroquímicos y la manipulación genética de plantas y animales, y sus posibles consecuencias para el medio ambiente y a la salud humana, es decir, sobre los costos sociales, económicos y ecológicos de la agricultura moderna- industrial. Se describen algunos modelos agrícolas, algunos modelos tecnológicos agrícolas y algunas tecnologías agrícolas, partiendo de la literatura citada y de la experiencia que la actividad profesional le ha permitido acumular al que esto escribe. La intención es teorizar sobre las características que definen estas propuestas y cómo se manifiestan en la realidad, y que

tipo de criterios o parámetros utilizar para intentar su clasificación en campo, ya que, en la práctica existen muy pocos modelos que se aplican con toda la ortodoxia con que se conceptualizan, se definen y describen desde la teoría. Necesariamente, en este capítulo tampoco puede faltar la reflexión en torno al papel que los científicos, agrónomos, empresas relacionadas con la agricultura, instituciones y dependencias oficiales y productores empresarios y campesinos, están “jugando” en este campo (espacio) en el que interactúan, en los diferentes “caminos” que la ciencia agrícola está recorriendo, desde las propuestas orgánicas prehispánicas, hasta la revolución verde, la biotecnología y la agroecología, entre otros, por lo que en el colofón se termina reflexionando, a riesgo de ser repetitivo, sobre la pertinencia de la educación agrícola superior y la realidad rural mexicana. En el último capítulo, que por nombre lleva “La Agricultura y la Transformación Socioeconómica de México”, se abordan los siguientes temas: Las Actividades económicas primarias en México; Aspectos socioeconómicos de la sociedad rural mexicana; La agricultura y la transformación socioeconómica de México; y Las políticas públicas en México y su prospectiva: a manera de conclusiones. Se pretende ubicar al posible lector primero, en las actividades primarias, en el marco jurídico agrario mexicano, en la organización de la producción, las fuerzas productivas y el trabajo, y su relación con la distribución de la riqueza generada en el campo y la agroindustria; después, se intenta realizar un análisis de la situación socioeconómica de la sociedad rural en estrecha relación con el crecimiento económico que el desarrollo agrícola ha proporcionado a la sociedad mexicana en general, reflexionando sobre las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de los campesinos y la cultura agrícola moderna; en tercer lugar, se destaca la importancia que ha tenido la agricultura en

el desarrollo socioeconómico de México y la situación específica de los “rostros” de la población rural, de la producción agrícola, la soberanía y seguridad alimentaria, y las perspectivas de la agricultura mexicana en el siglo XXI dentro del contexto nacional e internacional; por último, se intenta un análisis prospectivo de la responsabilidad pública del Estado mexicano, de los políticos, científicos y demás actores del campo agropecuario, en las condiciones neoliberales actuales.

De esta manera, con el mejor de los propósitos, el deseo es que esta breve guía, sirva para ayudar a fortalecer la voluntad de explorar la realidad del campo mexicano y ser mejores profesionistas, a los posibles lectores del presente, “Por la conciencia de la necesidad de servir”, como reza la Máxima de nuestra Alma Mater, para ser un Ingeniero Agrónomo en toda regla. Si se logra al menos mover las fibras de algunas conciencias con lo poco que se aporta en este documento, con eso el autor se considera por bien servido, pensando que valió la pena el esfuerzo. Ya para terminar, y en el entendido de que es la sociedad, a través de la Universidad la que nos ofrece la oportunidad de formarnos como profesionistas, de llegar a ustedes y a la sociedad en general, este documento no está prohibido su reproducción parcial o total; al contrario, mientras más se reproduzca, más cumplirá con su función social y educativa.

Por último, y sin querer menospreciar otras colaboraciones ni herir susceptibilidades, el autor agradece particularmente a los maestros Mario Velázquez Guerrero y Julio Jorge Botello Parraguirre, porque se tomaron la molestia de participar desde que el presente era una idea, de analizarlo conscientemente durante todo el proceso, porque me permitieron acceso sin restricciones a sus bibliotecas personales, y por sus atinadas críticas y comentarios, por su amistad, sin los cuales este documento hubiese sido distinto, incluso peor.

**CAPÍTULO I**  
**AGRICULTURA Y SOCIEDAD:**  
**LA TRASCENDENCIA SOCIAL**



## 1.1. UNA APROXIMACIÓN AL ORIGEN DE LA VIDA Y DEL HOMBRE

### 1.1.1. Una aproximación al origen de la vida

**E**l problema del origen de la vida y, desde luego del hombre, viene preocupando al pensamiento humano desde tiempos inmemoriales, desde los filósofos más famosos de la antigüedad hasta los científicos más recientes. Al observar la Naturaleza que nos rodea, lo dividimos en mundo de los seres vivos (mundo orgánico) y mundo inanimado o inorgánico; el mundo de los seres vivos está representado por una variedad enorme de especies animales y vegetales, y otros seres vivos, pero a pesar de esa enorme diversidad, desde el microbio más simple hasta el hombre, tenemos algo en común, algo que nos hace afines y que, a la vez, distingue hasta a la bacteria más sencilla de los objetos del mundo inanimado: “algo” que llamamos vida, que desde el punto de vista del materialismo histórico, es “una forma especial de existencia de la materia (orgánica), que se origina y se destruye de acuerdo con determinadas leyes”, siendo una forma especial del movimiento de la materia, que no ha existido eternamente y no está separada de la materia inorgánica por un abismo infranqueable, sino que, por el contrario, surgió de esa misma materia, en el proceso de desarrollo del mundo, como una nueva cualidad (Oparin, 1968: 9, 11, 23).

En suma, dice Savage (1977: 15-16, 25), la **vida** es el resultado de una combinación compleja, única, de materiales no vivos, que se expresa a sí misma con un patrón reconocible de actividad química (autosíntesis), reproducción (autocatálisis) y adaptación. Para el autor citado, estas tres

propiedades de los sistemas vivientes son esenciales en su compleja organización fisicoquímica. La primera de estas propiedades es producto de la organización química y de las actividades enzimáticas de la materia viva: es característica de la vida la habilidad de captar material no vivo y transformarlo en parte del sistema vivo (como los alimentos), y aparejada a esta característica, está la habilidad de romper ciertas porciones de la materia viva del organismo, produciendo la energía necesaria para los procesos vitales; la conversión y producción de energía se conocen con el nombre de auto-síntesis y son típicas de todos los seres vivos (los virus sólo presentan esta característica cuando están dentro de otra célula de otro organismo vivo). La segunda propiedad de la vida es su capacidad de reproducción: cada tipo de organismo vivo es capaz de producir nuevos individuos que, esencialmente, son duplicados de él, debido a que los procesos de la reproducción biológica están bajo el control de reguladores enzimáticos especiales, producidos por la actividad de unidades hereditarias fundamentales llamadas genes, que son unidades autoduplicantes en el proceso de reproducción biológica. La tercera propiedad de todos los seres vivos es su capacidad de adaptación, o sea, de un continuo ajuste regulado a las condiciones de un mundo en perpetuo cambio; esta adaptación a largo plazo se llama evolución, típica de todos los seres vivos, entendida como el desarrollo de una entidad en el transcurso del tiempo a través de una secuencia gradual de cambios, de un estado simple a uno más complejo.

De igual manera, aunque usando otros conceptos, para Cano (1997: 24, 27-28) desde un punto de vista menos filosófico, y más biológico, sostiene que definir la vida en términos comprensibles y convincentes, nunca será fácil, pero que perfilar y caracterizar este fenómeno a la luz de la investigación científica moderna es más fácil, en función de tres cualidades distintivas que todos los seres vivos compartimos: unidad, diversidad y continuidad. Explica que la vida tiene una infraestructura basada en

espacio y energía, así como átomos y moléculas que presentan una incesante y concertada interacción, con un “recinto” exclusivo que le provee condiciones óptimas de estructura, funcionalidad y seguridad; esta sede es el citoplasma, una instalación fisicoquímica que la misma vida tuvo que diseñar en el pasado remoto, y luego perfeccionar y perpetuar en el tiempo, que le permite nacer, vivir y reproducirse incesantemente; la célula, entonces, es la base de la vida (unidad). La diversidad, según el autor, es la cualidad más espectacular de la sustancia viva, única e idéntica a sí misma, pero tan diversa ante nosotros y ante su entorno, siempre inestable y dinámico, debido a que, en el largo plazo, la vida no depende sólo de una estructura y funcionalidad básica (la célula) para garantizar su “omnipresencia” en el tiempo y colonizar la tierra, sino que el entorno (el medio externo) es importante, debido a su volubilidad e inconstancia, con los cambios que presenta en el pH, salinidad, humedad, tonalidades de luz, cambios de presión y temperatura, etc., la vida responde diversificándose, adaptándose, es decir, evolucionando, tanto que la diversidad de los organismos vivos es el resultado de la adaptación a los muchos ambientes de la tierra. La vida es efímera en el tiempo, es breve y fugaz, de manera individual, es decir, muere; para que la vida, como conjunto, se prolongue en el espacio y el tiempo, y escape a su desaparición necesita reproducirse, y cada insecto, pavo real, pez o ser humano, debe dejar su “huella” en forma de hijos y nietos (descendientes), como verdaderas “copias”, para permanecer de manera continua, sin temporalidad definida (continuidad).

Pero, ¿Cómo se forma y desarrolla la vida? A grandes trazos, se da una idea general: de acuerdo con Anda (1985: 19-22), y Bremer y Cano (1997: 13), la tierra se formó hace aproximadamente 4,000 a 4,550 millones de años (Brom, 1973, dice que según cálculos basados en exámenes de productos de radiactividad la tierra tiene una antigüedad de 5,000 a 7,000 millones de años), estando al principio envuelta en

una capa de gas, una atmósfera de hidrógeno que no pudo ser retenida por la gravedad y se disipó rápidamente para dar lugar a una atmósfera secundaria que era una combinación de hidrógeno con otros químicos como metano, amoníaco y agua, que resultan de la mezcla del hidrógeno con los tres elementos reactivos más comunes: carbono, nitrógeno y oxígeno. También vale la pena mencionar que había energía.

A partir de ese momento se inicia el proceso de evolución química; esas fuentes de energía impulsaron la construcción de moléculas complejas a partir de los compuestos simples de la atmósfera (sustancias inorgánicas). Así, nuevas moléculas caen en el océano primitivo, se asocian entre sí, se mezclan con la arcilla integrando una lenta y azarosa historia de rupturas y de reagrupamientos, dictadas por las leyes de la física y de la química. El océano primitivo llega a ser una mezcla tibia, un líquido lleno de moléculas poco a poco cada vez más complejas. Algunas asociaciones moleculares desarrollaron la habilidad de dividirse y dar lugar a otras asociaciones similares; pero, de vez en cuando sucedía que una molécula producía una copia no exacta, y la nueva molécula resultaba tener mayor aptitud para adecuarse al ambiente. Las moléculas se diversificaron y se asociaron varias de distintos tipos para integrar una macromolécula (polimolecular) compleja, surgiendo así un tipo de asociación capaz de construir internamente estos compuestos : los integrados de agua, aire y luz solar, es decir, las sustancias orgánicas (integrados por C, H, O y N, con el primero como elemento principal, formando proteínas, azúcares y grasas primitivas), y por último los coacervados (conocidos también como sistemas precelulares) (del latín *acervus*: montón), con una membrana precelular que separaban el interior de ese “organismo” del mundo exterior y al mismo tiempo dividían ese interior en diferentes zonas de diversas características físicas y químicas, dando origen a los protobiontes (antecesores directos de los

primeros seres vivos) y éstos a su vez a los eubiontes (primeros seres vivos), proceso que afianza el origen de la vida (Oparin, 1968: 47; Cano, 1997: 32-33; Lazcano, 2004: 58-59; 64).

La vida ha surgido durante este desarrollo, como una forma nueva y más compleja de organización de la materia, sometida a leyes de orden superior a las que imperan en la naturaleza inorgánica, es decir, a la evolución química del universo, que determinaron la aparición de los elementos que forman a los organismos y que crearon las condiciones adecuadas para su origen y desarrollo (Lazcano, 2004: 27). La unidad dialéctica organismo-medio ambiente, que sólo pudo surgir sobre la base de la formación de sistemas individuales de orden plurimolecular, fue lo que permitió y determinó la aparición de la vida y todo su desarrollo ulterior en nuestro planeta.

Surgieron pues las plantas y animales terrestres más sencillos (en la era “eozoica”), representados por pequeñísimos seres vivos unicelulares, semejantes a las bacterias, a las algas cianofíceas y a las amibas de nuestros días, y con su presencia la atmósfera cambió; el hidrógeno escapó al espacio, el amoníaco se transformó en nitrógeno, el metano en bióxido de carbono, las plantas produjeron oxígeno, que primero fue corrosivo y mortal, y la vida tuvo que hacer frente a este nuevo cambio; no sólo aprendió a protegerse del oxígeno, sino que llegó a utilizarlo para aprovechar más eficientemente los alimentos. Así, una vez que los gases calientes y las rocas se condensaron para formar el planeta, quizá hace unos 3, 500 millones de años, surgió la vida, aunque se manifestó primero en pequeñas células como bacterias, las que no cambiaron en millones de años. Todos los organismos terrestres (a excepción de los virus, que se pueden llamar acelulares) se han agrupado en dos grandes categorías: procariontes, es decir organismos formados por células que carecen de núcleo (fueron los primeros en aparecer en la tierra); y eucariontes, o sea organismos formados

por células que poseen un núcleo y que permitieron la reproducción sexual (que evolucionaron a partir de los primeros). Poco a poco, la vida en los mares empezó a desarrollarse y así, aparecieron animales más grandes como moluscos, gusanos y medusas (era “paleozoica”), donde los mares eran aún el escenario de la vida, periodo conocido como precámbrico. De hecho, sólo hace 500 millones de años la tierra firme comenzó a poblarse por las primeras plantas terrestres y en el mar aparecieron los primeros vertebrados, parecidos a las lampreas actuales (periodo silúrico), (Oparin, 1968: 131-136; Lazcano, 2004: 79).

En el periodo llamado devoniano, aparecieron en los ríos y lagunas marinas peces auténticos, parecidos a los tiburones actuales. Pasan otros 100 millones de años y llega el periodo carbonífero y aparecen en la tierra espesos bosques en los que crecen helechos, la cola de caballo y el licopodio; aparecen los anfibios y otros peces teleósteos (perca, lucio, etc.), que desovan en el agua. Al final del carbonífero aparecen los primeros reptiles, que han salido del agua y ya no desovan en el agua sino que ponen huevos. Hace 250 millones de años comienza el periodo pérmico: aparecen las coníferas y las palmeras, los reptiles afianzan su desarrollo y dominio, que se extiende hasta los periodos jurásico y cretácico. En el periodo terciario ya se habían extinguido la mayoría de los grandes reptiles, apareciendo numerosas especies de aves y mamíferos, ocupando una posición dominante entre todos los animales. Hace un millón de años, en los límites del periodo terciario y cuaternario (último periodo que dura hasta nuestros días) aparecieron en la tierra los pitecántropos (pitecantrópidos), monos hombres que forman el eslabón intermedio entre el mono y el hombre (Oparin, 1968: 131-136). En el cuadro 1a y 1b se presentan dos propuestas sobre el origen y desarrollo de la vida terrestre.

**Cuadro 1a.** Cuadro sinóptico sobre el origen y desarrollo de la vida terrestre.

Eras	Periodo	Edad	Época	Duración	Tipo de vida
<b>5. Psicozoica o antropozoica</b>	Cuaternario	Resurgimiento de tierras al nivel actual	Civilización	25 mil años	La humanidad rural-urbana.
		Hundimiento de tierras o diluvial	HolocenoMAP- Barbarie		
		Alzamiento de tierras o glacial	Pleistoceno- Salvajismo	Un millón de años	
<b>4. Neozoica o cenozoica</b>	Terciario	MAMIFERA Edad de los mamíferos	Plioceno	60 millones de años	Caballo, elefante, mastodonte, hipopótamo.
			Mioceno		Perro, gato, camello, tigre rinoceronte.
			Oligoceno		Tortugas, cocodrilos, palmeras, higueras.
			Eoceno		Monos, carnívoros, roedores, serpientes.
<b>3. Mesozoica o secundaria</b>	Secundario	REPTILÍFERA Edad de los reptiles	Cretáceo	125 millones de años	Grandes saurios: ictiosaurios. Primeras aves dentadas.
			Jurásico		Primeros saurios.
			Triásico		Primeros mamíferos.
<b>2. Paleozoica o primaria</b>	Primario	CARBONÍFERA Edad del carbón	Pérmico	335 millones de años	Primeros reptiles.
			Carbonífero		Anfibios.
			Subcarbonífero		Primeros anfibios.
		DEVONIANO Edad de los peces	Devoniano		Numerosos vertebrados
			SILURIANO Edad de los invertebrados		Siluriano superior
		Siluriano inferior			
CAMBRIANO	Cámbrico	Fósiles de tipo inferior.			
<b>1. Arqueozoica</b>	Huroniano	LORENZANA	Rocas cristalinas		Principia la vida orgánica.

**Fuente:** Gomezjara (1992:66), basado en Chardin (1958).

**Cuadro 1b.** Eras geológicas con escala del tiempo y aparición de la vida terrestre.

Eras (Millones de años)	Periodos	Época	Acontecimientos físicos y biológicos
2	Cuaternario	Pleistoceno	Climas fluctuantes entre cálidos y fríos; glaciación. Dispersión del <i>Homo sapiens</i> por el planeta; extensión de grandes mamíferos y aves; desiertos; flora actual. (¿Sexta extinción?).
12		Plioceno	Clima frío, formación de montañas, actividad volcánica, levantamiento de cordilleras en Panamá, Norteamérica y Sudamérica. Grandes carnívoros, primeros homínidos.
28		Mioceno	Clima moderado; glaciación en el hemisferio Sur, disminución de bosques y aumento de praderas. Mamíferos de praderas; monos antropomorfos, mamíferos herbívoros.
40		Oligoceno	Elevación de los Alpes e Himalayas, clima templado. Monos primitivos, ballenas; plantas modernas con flores.
60		Eoceno	Conexión terrestre entre Norteamérica y Europa; clima moderado; India colisiona con Asia. Aparición de mamíferos modernos, primeros caballos. Bosques subtropicales.
<b>Cenozoica</b> 64	Terciario	Paleoceno	Climas subtropicales y templados; formación de montañas, desaparición de mares continentales extensos y pocos profundos. Dominan los primeros mamíferos primates y carnívoros; aves modernas. Plantas subtropicales.
136		Cretácico	Clima templado y frío; elevación de las montañas rocosas, se separan Asia y Sudamérica. Extinción de los dinosaurios; origen de los mamíferos placentarios. Disminución de gimnospermas, surgen plantas con flores. (Quinta extinción).
195		Jurásico	Clima templado, mares interiores superficiales. Se elevan montañas desde Alaska hasta México. Dominio de los dinosaurios gigantes y reptiles marinos. Aparición de las primeras aves; origen de los mamíferos. Aparición de angiospermas, dominio de coníferas.
<b>Mesozoica</b> 225	Secundario	Triásico	Continentes unidos en una sola masa, formación de desiertos, primeros dinosaurios, reptiles marinos. Dominio de coníferas. (Cuarta extinción).

280		Pérmico	Glaciación en el hemisferio sur; formación de los Apalaches; se pliegan los Alpes y Pirineos. Diversificación de los reptiles, extinción de algunos invertebrados marinos; insectos modernos. Plantas de hoja perenne (coníferas y cícadas). (Tercera extinción).
345		Carbonífero	Formación de carbón a partir de bosques inundados, clima cálido, tierras bajas, mares poco profundos. Origen de los reptiles, insectos gigantes; proliferación de anfibios; tiburones y peces con huesos.
410		Devónico	Tierras áridas, lluvias repentinas, primeros mares interiores; el mar se extiende sobre la mayoría del planeta. Edad de los peces, primeros anfibios y peces de agua dulce; plantas terrestres y bosques; primitivos equisetos y helechos. (Segunda extinción).
440		Silúrico	Clima templado, formación de montañas europeas; nuevas inundaciones. Expansión de pece y aparición de peces con mandíbula inferior; arrecifes y animales con concha; aparecen las primeras plantas terrestres y los artrópodos.
530		Ordovícico	Mares poco profundos, continentes bajos, tierras sumergidas. Predominan los invertebrados. Aparecen los primeros peces (vertebrados). Dominan las algas marinas y los gusanos. Posible invasión de la Tierra por plantas; primeros hongos. (Primera extinción).
<b>Paleozoica 590</b>	Primario	Cámbrico	Aumento del tamaño de los océanos, clima templado. Dominan los trilobites y braquiópodos, se diversifican los organismos eucariontes (eucariotes). Abundancia de fósiles.
<b>Precámbrica 4500-590</b>			Clima seco y frío. Formación de las primeras rocas y montañas. Atmósfera con oxígeno libre. Origen de la vida. Primeras bacterias procariotas, primeros fósiles de invertebrados marinos de cuerpo blando. Fósiles de algas.

**Fuente:** Modificado de Fundación "Hogares Juveniles Campesinos" (2004: 20).

NOTA. Los periodos fueron agregados de la propuesta de Chardin (1958). Y las extinciones fueron tomados del libro de Elizabeth Kolbert (2015): "La Sexta Extinción", quien propone que las primeras cinco grandes extinciones se dan más o menos a finales de las etapas (o periodos en el original de la Fundación citada): Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico; mientras que la sexta extinción está en proceso, debido sobre todo a la influencia antropocéntrica (de los seres humanos), en la ERA que Chardin (1958) y otros autores llaman PSICOZOICA O ANTROPOZOICA, en el periodo Cuaternario, que se entiende que es el que estamos viviendo.

### 1.1.2. Una aproximación al origen del hombre.

De entrada, debemos reconocer que la evolución humana no incluye, básicamente, procesos o mecanismos exclusivos en el mundo vivo. Es indudable que el hecho de que nuestro desarrollo histórico exhiba los mismos patrones generales de evolución linear y divergente que son características de toda la vida, es una evidencia complementaria de que el hombre descende de otros organismos. El hombre es, desde luego, un producto único de las fuerzas evolutivas y posee atributos que no se encuentran en otras especies, pero lo mismo ocurre con cualquier otra especie de organismos vivientes, que es única en sus características peculiares y en su desarrollo evolutivo (Savage, 1977: 157-158).

Se ha reconocido desde hace tiempo que el hombre como especie, está relacionado a un grupo bastante diverso de animales, que los biólogos modernos han colocado en el orden Primates. Este orden se considera como uno de los grupos más primitivos de mamíferos placentarios, caracterizado por la retención de muchos caracteres generalizados que han llegado a especializaciones extremas en otros grupos de mamíferos altamente evolucionados (por ejemplo, los chimpancés y orangutanes). Los caracteres estructurales más significativos de los primates, que son los mismos que deben esperarse de cualquier grupo que se suponga ancestral del hombre, de acuerdo con Savage (1977: 158), son los siguientes:

- a) Hábitos básicamente arbóreos, con algunas formas que se convierten en terrestres.
- b) Miembros, manos y pies, adaptados para la existencia arbórea, con pulgares oponibles y dedos de las patas grandes como modificación para sujetarse de las ramas.
- c) Visión y oídos dominantes como órganos de los sentidos, con agrandamiento de las áreas apropiadas del cerebro para la percepción sensorial por ojos y oídos.

- d) Agrandamiento paralelo de la caja craneana para contener las porciones expandidas del cerebro.
- e) Dentición y hábitos alimenticios generalizados

Los primates son un grupo de mamíferos que incluye a los lémures, fitis, póngidos y al hombre (Simons, 1972, citado por Granados y López, 1996: 16). Se originan a partir de mamíferos insectívoros desde al menos unos 60 millones de años, y su evolución está relacionada con la formación del bosque tropical hace 120 millones de años (Moreau, 1966, citado por Granados y López, 1996: 16), en donde se presentan nichos potenciales para una vida arborícola herbívora.

Hace aproximadamente 30 o 40 millones de años, después de la aparición de los primeros primates, el proceso evolutivo los condujo hacia tres tendencias: prosimios (lémures y tarsianos actuales), monos y antropoides. Monos y antropoides formaron grupos, quizá con fines defensivos, y tuvieron que adaptarse al bosque tropical y a un tipo intermedio de bioma, la sabana, donde había que aprovechar los recursos del suelo. Los monos y antropoides respondieron a esta adaptación dando lugar a los mandriles o babuinos, y al hombre (Granados y López, 1996: 18).

Es en un apartado rincón de Sudáfrica que nuestros antepasados hacen su modesto debut: criaturas simiescas, frugívoras y carroñeras que, indefensas y asustadizas, merodean titubeantes entre la espesura del bosque, su hogar, y la dilatada y misteriosa sabana. Audaz y temerariamente deciden internarse cada vez más en la misteriosa sabana, armados solamente con un instinto solidario y gregario, heredado de sus antepasados, que compensa su vulnerable condición individual, y los impulsa a la exploración y a una itinerancia que jamás reconocería fronteras. Esa decisión cambió el rumbo de la historia natural, porque marcó el punto de

partida de un imprevisto proceso de hominización que culmina en el *Homo sapiens*, único primate capaz de transformar su paisaje, de hacer cultura y de forjarse a sí mismo, en fin, de hacer y dirigir su propia historia (Cano y Enkerlin, 1997: 63-64).

Aún no existe acuerdo entre los científicos sobre nuestro desarrollo histórico evolutivo, pero Cano y Enkerlin (1997: 64-76), basados en diferentes autores, presentan su propia sinopsis de nuestro proceso evolutivo, en cuatro fases: fase prehumana (australopitécidos o australopithecus), fase humana temprana (*Homo hábilis*), fase humana posterior (pitecantrópidos o pitecantropus), y fase humana moderna (*Homo sapiens*):

- a) Fase prehumana. El representante más conocido es el *Australopithecus afarensis*, criaturas de baja estatura (1,5 m; 45 Kg) y erguidas, adaptadas para desplazarse en la tierra, pero, asimismo, diestras para trepar a los árboles y movilizarse con facilidad entre las ramas. Con el tiempo abandonaron su hogar -el bosque- e incursionaron con éxito en la sabana.
- b) Fase humana temprana o inicial. Se consideran los humanos más primitivos y está representada por *Homo hábilis*. Presentan algunos rasgos más avanzados: un cerebro más grande, 800 centímetros cúbicos, casi el doble de los 400-550 de los australopitécidos, y con sus huesos más semejantes al hombre moderno, aunque con un rostro más largo, mandíbulas más fuertes y dientes de mayor tamaño. Tenían la habilidad para manufacturar herramientas toscas y sencillas de piedra, hueso y cuerno, que les permitieron cazar y aprovechar a animales más grandes. Fueron los primeros en implementar la recolección, caza y pesca, aunque con un régimen alimenticio crudívoro (debido al probable desconocimiento del fuego).
- c) Fase humana posterior. Al desaparecer los primeros humanos primitivos, sus herederos se consideran que fueron los

pitecantrópidos, es decir, la especie *Homo erectus*, un grupo de hombres y mujeres altamente exitoso que vivió durante el pleistoceno medio, hace alrededor de medio millón de años. Se distribuyeron ampliamente alrededor del viejo mundo, con un volumen cerebral de 750 a 1200 centímetros cúbicos, uso del fuego, herramientas menos toscas, construcción de albergues tipo chozas, habilidad para cazar, cohesión grupal e inteligencia.

- d) Fase humana moderna. Representada por *Homo sapiens*, la “última versión” que nos dio origen, teniendo dos grupos principales: *Homo sapiens neanderthalis* (hombres de Neanderthal) y *Homo sapiens sapiens* (hombres de Cro-Magnon u hombres verdaderos).

Los hombres de Neanderthal eran de estatura baja y mediana, robustos y musculosos, manos grandes, cabeza y cara voluminosas, cráneo alargado y bóveda algo baja, con frente aún estrecha y huidiza, nariz ancha, amplia caja torácica. Cavernícolas y constructores de albergues temporales, viven en el paleolítico medio (100,000 a 35,000 años a. C.); su cultura se caracteriza por una tecnología suficientemente elaborada como para disputar espacio y recursos a la fauna de su tiempo: mamut, bisonte, rinoceronte lanudo, uro, caballo y reno, oso de las cavernas, hiena y grandes felinos. Sus utensilios incluían herramientas de piedra para cortar, perforar o desbastar; y para trabajar la madera: cuchillos, raspadores, punzones, sierras, etc. Explica Francis Hours (en Cano y Enkerlin, 1997: 64-76): “los neandertales revelan por primera vez preocupaciones que rebasan la búsqueda utilitaria en la existencia cotidiana”. Su actitud ante la muerte incluía el sepulcro y ciertos rituales complementados con comidas funerarias, ofrendas y sacrificios de animales; y practicaban el culto al oso.

Los hombres de Cro-Magnon u hombres modernos pertenecen al paleolítico superior (35,000 a 10,000 A.C.), considerada la antecesora

de las razas humanas actuales, que desplazara, persiguiera o conviviera con los últimos neandertales al final de la última glaciación, y que se ha dispersado por el mundo. Produjo una cultura más variada y elegante, con herramientas más sofisticadas, pinturas, esculturas y grabados de piedra, y rituales religiosos. Los sucesores del hombre de Cro-magnon (hombres modernos) forman parte de una fase cultural conocida como periodo neolítico, con lo cual se inicia la “Revolución Agrícola” (Evolución Agrícola), hace aproximadamente 10,000 a 8,000 años.

Su dispersión ecológico-geográfica era mucho más amplia, comenzando un proceso de aislamiento y segregación racial. Una evolución cultural estaba ya en marcha; la especie humana, al hacer cultura, comenzaba hacerse a sí misma.

Granados y López (1996: 19), citando a Boughey (1971), mencionan las principales características de la morfología humana, heredadas de los primeros antropoides terrestres y que aún conservamos:

- a) Una posición erecta del cuerpo, procedente de una reorganización de las extremidades posteriores, de la cintura pélvica y de la columna vertebral.
- b) Una habilidad de manipulación que surge de la presencia de dedos oponibles en la extremidad anterior (mano) y de la estructura flexible del codo.
- c) Una actividad diurna relacionada con la capacidad visual.
- d) Camadas de pequeño número, largo periodo de gestación y una infancia prolongada.
- e) El aprendizaje en el comportamiento y la actividad cooperativa que faculta un complejo sistema social posible gracias a la estructura del cerebro.
- f) Una dieta omnívora que surge de la abundancia de alimentos y de la estructura dentaria.

A partir de aquí, la evolución del hombre sigue un camino distinto, que lo hace diferente del resto de los animales. Los seres humanos pasan de ser simples consumidores en la naturaleza, a aprovechar de manera intencionada, es decir, con objetivos predeterminados, los elementos y recursos de la naturaleza, a través del uso de instrumentos, herramientas y la inteligencia (1,400 centímetros cúbicos del cerebro, como hasta la actualidad), y el cambio de dieta alimenticia (de vegetal a carnívora, y después a omnívora), organizadas mediante el trabajo. Llega a inventar la agricultura y la ganadería, actividades que preparan el terreno para la explosión demográfica, que permite al hombre expandirse por el mundo: desde África al viejo mundo, Australia y América, por el estrecho de Bering, desde hace quizá 30,000- 25,000 años. El crecimiento poblacional permite la creación de las ciudades; y el uso de algunos recursos naturales como la obsidiana, cobre, plata y oro, entre otros, permite crear el comercio, actividad que sirve de “pretexto” para la conquista de nuevas rutas comerciales y territorios para la expansión de la actividad humana.

La evolución biológica significa descendencia con cambio. Se trata de un proceso histórico, es decir, dinámico, variable y continuo en el espacio y el tiempo. Pero la evolución, en sentido amplio, no es exclusiva del mundo vivo; este fenómeno es ubicuo, se presenta prácticamente en todo lugar y en todo tiempo. Ciertos átomos, por ejemplo, suelen fusionarse entre sí para dar origen a otras especies de átomos, que se recombinan para formar moléculas; estas moléculas se enlazan, aumentan de tamaño, cambiando de configuración y de propiedades. Se admite como probable que estos cambios “espontáneos”, esta evolución física y química, condujo en el pasado remoto a la organización de las sustancias abióticas complejas en entidades protocelulares, precursoras de la primera población de células verdaderas, es decir, la especie ancestral,

antecesora de todas las especies de plantas y animales que han poblado y pueblan nuestro planeta (Cano, 1997: 41) De manera general, el proceso evolutivo, de acuerdo con el darwinismo, que considera como elementos principales del proceso a la variación y la selección natural (ver apartado 1.3.3.1, páginas 42-44), puede resumirse de la siguiente manera (Granados y López, 1996: 26-27).

- a) Las especies no son entidades que permanecen inmutables, sino que cambian a través del tiempo.
- b) Las especies que viven hoy en día, han descendido de especies que existieron hace millones de años.
- c) Las modificaciones que han tenido lugar en las especies son graduales y continuas y sólo son perceptibles en grandes periodos de tiempo.
- d) El surgimiento sucesivo de modificaciones provoca la aparición de especies cada vez más complejas y articuladas.
- e) El mecanismo de la evolución de las especies es la selección natural.
- f) A pesar de que la evolución progresa continuamente, no lleva ningún fin, ni conduce a ninguna meta.
- g) El hombre, puesto que es una especie animal, también ha descendido de especies más primitivas siguiendo el mecanismo de la selección natural.

De esta manera, las ventajas selectivas para los seres humanos pudieron ser (Granados y López, 1997: 32):

- a) Ante un cambio climatológico de menor precipitación, la selva compacta dio lugar a una selva caducifolia dispersa propia para vegetación herbácea (gramíneas), aumento de herbívoros y apertura de nichos para animales bípedos cazadores.
- b) La locomoción bípeda es lenta, pero permite largos recorridos.

- c) Los implementos daban ventajas defensivas necesarias en ambientes favorables para carnívoros, ante los cuales, el hombre por sí sólo, muestra desventajas.
- d) La organización social del hombre permite acciones de conjunto superiores a la acción individual.

Hoy comprendemos que nuestro origen fue el resultado del proceso de evolución del universo mismo. Sabemos que estamos hechos de material inorgánico que dio origen al universo y a nuestro planeta, y que se ha transformado en su interior. No somos ni el resultado de un acto especial de creación ni de una casualidad, sino que hemos surgido de los procesos de cambio y evolución que ocurren constantemente en el universo. De acuerdo con Chardin (1958):

- e) El universo forma un todo coherente y, por así decirlo, una unidad orgánica; el universo no es una construcción ajustada mecánicamente, edificada desde fuera, yuxtaponiendo seres totalmente heterogéneos.
- f) La unidad del universo no es una unidad estática, sino una unidad dinámica que se caracteriza por un desarrollo y un crecimiento interno: el universo ha de concebirse como un movimiento general y coherente.
- g) La idea de un universo en evolución implica un tercer principio, a saber: que la evolución del universo revela una orientación que se manifiesta en los mismos acontecimientos, con tres grandes etapas: **la materia, la vitalización de la materia y la hominización de la vida**; lo que implica y explica que el hombre no sea un ser diferente u opuesto a la naturaleza sino parte de ella: la parte más evolucionada de ella.

Este conocimiento ha abierto nuevas fronteras al pensamiento; y al acabar con temores y supersticiones surgidos de la ignorancia, nos va

haciendo cada vez más libres. Y nada es tan indispensable a la condición humana como la libertad (Lazcano, 2004: 100; Chardin, 1958, citado por Gomezjara, 1992: 67).

Así, la base del dominio humano sobre la tierra se deriva de nuestro control técnico del ambiente y de nuestra herencia cultural. Hoy podemos contemplar para el futuro un periodo de avances socioculturales aún mayores que ese primate de gran cerebro, que elabora herramientas, al que llamamos hombre. En un futuro no muy distante, el hombre podrá tener un control completo de su ambiente terrestre, como resultado de la interacción entre su evolución biológica y cultural; a menos, por supuesto, que nuestra evolución cultural en ideas y sentimientos, y la utilización de nuestras capacidades mentales queden muy rezagadas de nuestro progreso tecnológico. **Estamos en el vértice de una era grandiosa en la historia humana; nuestro problema principal para el futuro no es aprender (y aprehender) a vivir con nuestro ambiente, sino con nosotros mismos** (Savage, 1977: 169-170).

## 1.2. EL PROCESO DE RECOLECCIÓN, CAZA Y PESCA: NOMADISMO, TRASHUMANCIA Y SEDENTARIZACIÓN.

### 1.2.1. Aprovechamiento de los recursos naturales: recolección, caza y pesca: Nomadismo.

El hombre aparece en la historia a comienzos del periodo cuaternario hace más de un millón de años (para algunos investigadores, hace más de un millón y medio de años). Por mucho tiempo hace lo que el resto de los animales: aprovechar la naturaleza exterior y modificarla

inconscientemente, sólo por el mero hecho de habitar en ella. Deambulaba de un lugar a otro, obligado por la necesidad, de buscar los recursos naturales que pudieran servirle de alimento, de defensa y de refugio. Aún no tenía conciencia de utilizar esos recursos de manera intencionada. A este largo periodo de evolución y adaptación de los primeros seres humanos se le conoce como **nomadismo**.

Por **nomadismo** se puede entender el desplazamiento periódico o constante de tribus o pueblos, debido a causas diversas y en relación con géneros de vida y de medio geográfico, de lo que resultan también tipos distintos de actividad nómada: recolectores, cazadores, pescadores y las combinaciones entre estas actividades para que esos primeros hombres pudieran conseguir los medios necesarios para su supervivencia, que sin necesidad de la intervención del trabajo humano regala la naturaleza, aunque nomadismo se refiere ya a un complejo de hábitos, usos de los recursos naturales, técnicas, modos de actuar, un tipo de agrupación social, una forma de actuación histórica, que se circunscribe a un medio geográfico y le confiere sus características y su fisonomía, de tal manera que ya le imprime cierto humanismo al paisaje natural. Más tarde, una agricultura nómada primitiva y el nomadismo pastoril serán actividades que marcarán la diferencia entre dos formas diferentes de civilización: el nomadismo y el sedentarismo (De Terán, 1985: 376- 377).

Las actividades por la cual se procuraban alimento y después refugio los primeros hombres, es decir, los nómadas, se conoce fundamentalmente como **recolectores-cazadores**, debido a que la pesca dependía más del momento (tiempo) y lugar donde se encontraban o llegaban en su diario andar (a excepción de las tribus que se movían sobre los márgenes de los ríos de manera permanente). Sin embargo, en la práctica diaria, su dieta dependía mucho más de la recolección, debido a que

la primera estaba dada, mientras que la segunda había que buscarla y atraparla. En la recolección se incluye todo lo que recogían mujeres y niños: moluscos terrestres y acuáticos, huevos, aves, miel silvestre, larvas, langostas, hormigas, y obviamente frutos, tallos y raíces. Debido a la escasez de esos recursos y a la presión humana sobre ellos, los grupos de recolectores cazadores, de acuerdo con los autores citados sobre el tema, eran reducidos (quizá alrededor de 20 o 30), pero estaban formados por varios grupos o núcleos familiares, lo que les proporcionaba fuerza y aseguraba su supervivencia. Debían, además, acampar cerca de alguna fuente de agua, pues siempre ha sido vital para la supervivencia.

Este deambular sin rumbo fijo, sólo guiados por la aparición de vegetales comestibles y el movimiento de los animales de caza, obligados por el comportamiento estacionario y cambiario del clima, y sin certeza de volver sobre sus pasos, lleva a los primeros hombres a moverse prácticamente por toda Europa, Asia y África, incluso a Australia, y más tarde al continente americano, hace aproximadamente 30,000 años. En el nomadismo, el hombre no tenía una “ruta” trazada para conseguir sus alimentos o para pasar la noche. Simplemente se movía al azar. Una vez que su dieta pasa de ser vegetariana a carnívora y después a omnívora, inicia un proceso de aprendizaje de los movimientos de los grandes animales, primero, y después de animales más pequeños, que le servían de alimento, consiguiendo en el proceso también alimentos vegetales e insectos, y refugio en cuevas y aquellos improvisados como las primeras ramadas que construye en los árboles, aprendiendo también a utilizar piedras y palos para dominar a los animales de caza y a defenderse de sus enemigos.

La carroña debió ser, durante mucho tiempo, el principal alimento de los primeros humanos, pero la caza fue ganando terreno. Los

animales de caza eran mamuts, caribúes, rinocerontes lanudos, uros, renos, bisontes, caballos, oso de las cavernas, hienas, grandes felinos similares a los actuales (leones y tigres); animales pequeños como aves y huevos de pájaros, liebres, termitas, hormigas y miel de abejas silvestres, entre otros. Los productos de la pesca se componían de mejillones, almejas, caracoles, otros moluscos, salmones y otros peces. Los vegetales recolectados eran muy variados, llegando a componer más de mil especies entre los que destacan principalmente las fabáceas (leguminosas) y poáceas (gramíneas), además de yuca, papas, y otras conocidas por sus tubérculos y raíces alimenticias (Cubero, 2018: 42-45).

Con la evolución del hombre a *Homo erectus*, con un cerebro más desarrollado (1000 centímetros cúbicos), también se logra:

- a) Una diferencia más definida del uso de las manos con el de los pies, con un andar erguido permanente.
- b) La aparición (“construcción”) de instrumentos mejor terminados, aunque todavía burdos, como el hacha de mano en forma de gota de agua y el tajador.
- c) La ampliación de su dieta alimenticia; y
- d) La construcción de viviendas o techos entre las ramas de los árboles (Brom, 1973: 22-24; Granados y López, 1996: 22).

Para satisfacer sus necesidades en un medio hostil, el hombre se empezó a agrupar, y gracias a su inteligencia superior y a su habilidad en el uso de instrumentos, fue posible poco a poco y generación tras generación, vencer a los animales más fuertes y a las condiciones climáticas adversas. La necesidad de abastecerse de alimentos, de cuidarse y refugiarse, lo obligó a organizarse primitivamente para “producir” (y reproducirse biológicamente), dividiendo sus actividades según el sexo y la edad: las mujeres se encargaban de la recolección de frutos, tallos y raíces;

los hombres a la caza y la pesca (cuando ésta era posible) y los ancianos al cuidado de los menores, surgiendo así la primera división natural del trabajo (del cual se hablará más adelante).

Las actividades de caza, pesca y recolección, con la posibilidad plena de guardar sus alimentos para épocas de escasez, permite el surgimiento de un nuevo orden “económico”, que distancia definitivamente al hombre del resto de los animales y de sus parientes más cercanos. Así, paso a paso, como resultado del desarrollo cerebral y del trabajo para sobrevivir, el hombre se transforma paulatinamente en *Homo sapiens*, con las siguientes conquistas evolutivas: la posición erguida, la forma y flexibilidad de la mano, el dominio de un lenguaje rudimentario que le permite plantear ideas abstractas y transmitir experiencias, la fabricación de utensilios que le permiten adaptar elementos de la naturaleza con objetivos propios, la cooperación social organizada y consciente. Más tarde aparecen, en el paleolítico, la maza, la lanza y el uso del fuego; después, el arco y la flecha, y la honda, que suponen ya un desarrollo intelectual y técnico bastante elevado; de hecho, dice el autor citado, son las **primeras máquinas**. A pesar de estos avances, el hombre aún vive de la naturaleza, a través de la recolección, caza y pesca (Brom, 1973: 22-24).

En este periodo (paleolítico en el viejo mundo), el hombre aún no puede explicarse el mundo que lo rodea, y a fines de éste aparecen las primeras pinturas rupestres en las cuevas, quizá con fines de enseñanza y con carácter mágico. No existe la propiedad privada y los alimentos se reparten de manera que todos tienen acceso suficiente para cubrir sus necesidades; a la primera división natural del trabajo se le agrega un oficio: el de los mago-pintores (hace 40,000 años). En estas circunstancias, el hombre ya organizado en sociedad, llega al mesolítico (hace 15,000

años), fecha de la última glaciación, que marca un avance importante: el primer animal domesticado, el perro.

Hasta aquí, brevemente la historia del nomadismo, solicitándole a la lectora y lector consultar la bibliografía citada y otras, para ampliar su conocimiento al respecto, ya que no es el objetivo principal de este documento. Sin embargo, conviene comentar el estado del nomadismo en la actualidad, de acuerdo con la opinión de algunos autores, debidamente citados.

Para Katzner *et al* (2017: 345-348), gracias al dominio del sistema capitalista en el mundo, en su modalidad neoliberal globalizadora, y al imaginario científico en el mundo, y especialmente latinoamericano y argentino, las formas de vida nómada carecen de existencia actual y se encuentran invisibilizadas, y sin reconocimiento jurídico-político, es decir, no está reconocido por el Estado, por la ley, que sin embargo prescribe el arraigo y radicación a un espacio fijo. En consecuencia, la relación gobierno-nómada es una relación de negación, a pesar de que en la última década del siglo XX se reconocen los derechos jurídicos de los pueblos nativos (originales, étnicos) de América y de otras partes del mundo. Pero las pruebas sobre todo etnográficas (además de arqueológicas y ecológicas) demuestran la existencia de estos pueblos en Brasil, Bolivia, Argentina y en otras naciones sudamericanas, africanas y euroasiáticas.

Los autores citados en el punto anterior, recuperan el concepto de **nomadismo actual** en **un primer plano**, como los pueblos que habitan un “espacio liso”, entendiéndolo por éste al espacio que carece de división, de regulación, de medida calculada, que se expresa en trazos y huellas, como energía fluyente, y citando a Cacciari (2009), para el nómada del desierto, migrar no es una contingencia ni una consecuencia, sino la

misma raíz, para quien la vida es vía, la errancia-como-raíz misma. **En un segundo** plano, de acuerdo con la propuesta, dicen que nomadismo se define de acuerdo con **tres características fundamentales**: como modo de vida migratorio, como modo de producción (dependiente del ganado pastoril) y como forma de vida cultural, mismos que estructuran el **territorio étnico**, entendido como el espacio histórico e identitario en el que se inscriben las prácticas y símbolos culturales de cada grupo a través del tiempo; dichas prácticas implican formas específicas de sociabilidad, de trabajo, de residencia, y de utilización de los recursos naturales, a la vez que actos y saberes a través de los cuales un aparato de poder (local, consuetudinario) instituye una relación necesaria entre una población y cierto espacio geográfico, lo que implica, en consecuencia, un proceso general de organización social de la población, con la imposición (creación y adaptación) de formas tecnológicas, patrones de uso de recursos naturales y modos de reordenamiento político (apoyándose en citas de: De Weijer, 2002; Barabas, 2003; y Pacheco de Oliveira, 1999).

Por otro lado, Campillo (S/F: 11-22), en su artículo “Nómadas Cosmopolitas”, sostiene que **uno de los muchos prejuicios transmitidos por la tradición política e intelectual de occidente, y al que las ciencias (en general) euroatlánticas (eurocéntricas) dieron a partir del siglo XIX el “marchamo” (crédito) de verdad científica**, consiste en considerar al nomadismo como la forma de vida distintiva y exclusiva de los llamados pueblos bárbaros, salvajes, primitivos o prehistóricos. Según este milenarismo prejuicio, la historia propiamente dicha, que sería la historia de las sociedades civilizadas (la occidental propiamente dicha) comenzó con la sedentarización, es decir, con el reemplazo de la caza y recolección, por la ganadería y la agricultura. Este tránsito del salvajismo a la civilización hizo surgir pequeños Estados

urbanos y después grandes imperios territoriales y agrícolas. Aclara el autor citado que, ante este viejo prejuicio evolutivo y eurocéntrico, que establece un movimiento histórico lineal desde el nomadismo salvaje hasta el sedentarismo civilizado, conviene hacer unas cuantas precisiones, a saber:

**Primero**, hoy sabemos que la especie humana apareció en África hace unos 200 millones de años, mientras que la sedentarización se inició hace apenas unos 10,000 años, y sólo en unos pocos lugares del planeta, de modo que la llamada “prehistoria” de los pueblos nómadas constituye más del 95% de la historia de la humanidad.

**Segundo**, la sedentarización neolítica (en el viejo mundo) no fue el resultado necesario e irreversible de la evolución intelectual y moral de la humanidad, sino más bien una adaptación contingente, geográficamente localizada y en algunos casos reversible, a nuevas condiciones ecológicas y demográficas. Fue en la última glaciación, con las consiguientes alteraciones en la flora y fauna, lo que indujo a unas bandas nómadas a sedentarizarse y a inventar nuevas formas de vida como la agricultura y la ganadería.

**Tercero**, la aparición de sociedades sedentarias en las cuencas de los grandes ríos euroasiáticos y africanos, y más tarde en Mesoamérica (América central en el original) y la América Andina, no supuso el fin del nomadismo, porque el resto de la tierra siguió habitada por pueblos nómadas y porque muchos de estos pueblos han pervivido y perviven hasta hoy. De modo que los pueblos nómadas no sólo son las sociedades humanas más antiguas, sino las primeras que fueron capaces de extenderse por toda la tierra y adaptarse a todos los ecosistemas, a pesar de su reducido tamaño y de su supuesto subdesarrollo cultural, y las únicas que han logrado preservar su prehistórica forma de vida durante toda

la historia de la humanidad (y que nos la siguen contando), que están relegados en los lugares más remotos, inhóspitos y en los ecosistemas más duros en América, África, Asia y el área siberiana principalmente (selvas, montañas, desiertos, islas, regiones congeladas), ante el avance del capitalismo globalizado; y hoy quedan unos 40 millones de individuos, que de seguro irán disminuyendo.

Y **cuarto**, una última precisión, que es la más decisiva para combatir los viejos prejuicios sobre el nomadismo como una forma de vida bárbara, salvaje, primitiva o prehistórica: la aparición tardía y la dominación hegemónica de las sociedades sedentarias o civilizadas no supuso la desaparición del nomadismo, pero no sólo porque unos cuantos pueblos nómadas hayan seguido sobreviviendo hasta el presente en apartados lugares de la tierra, sino porque en el seno de las propias sociedades sedentarias fueron surgiendo desde el principio nuevas y cada vez más variadas formas de nomadismo. **Esto obliga a redefinir el concepto de nomadismo, al menos en dos direcciones: por un lado**, es preciso reconocer que el hábito viajero no es una anomalía social o una etapa histórica primitiva y ya superada por los avances de la civilización, sino que más bien se trata de una dimensión constitutiva e insuperable de la vida humana, de modo que el *Homo sapiens* podría ser definido como un *Homo viator*, es decir como un animal nómada (viajero); **por otro lado**, y a partir de esta nueva perspectiva antropológica, sería necesario reconstruir la historia efectiva de las innumerables formas que ha adquirido el nomadismo humano, que el autor citado clasifica en **cuatro tipos**: la rotación, la migración, la imaginación y la mutación.

El **nomadismo rotatorio** es el desplazamiento periódico y circular que realiza un individuo o un grupo humano para la obtención de sus medios de vida o para el encuentro festivo con otros individuos y

grupos; la rotación puede estar en sincronía con los ciclos estacionales de plantas y animales, o bien con la alternancia entre tiempo de trabajo y tiempo de ocio, o con ambos procesos a un tiempo (por ejemplo, el turismo estacional es la forma dominante en la sociedad global actual). El **nomadismo migratorio** es el desplazamiento voluntario o forzoso de un individuo, un grupo social o toda una comunidad, que cambian de residencia por unos años o por el resto de sus vidas, sea por desastres ecológicos, por crisis económicas, por conflictos políticos o por afán de ampliar el propio horizonte vital (mediante conquista militar, predicación religiosa, exploración científica, aventura comercial, ayuda humanitaria, etc.). El **nomadismo imaginario o desplazamiento imaginario** se refiere al hecho de que no es necesario que el movimiento sea físico (sea rotatorio o migratorio) para viajar en el tiempo y en el espacio: la imaginación permite a los seres humanos, al menos de forma transitoria, vivir otras vidas y habitar otros mundos, sin necesidad de moverse en el espacio ni de mutar en el tiempo; este es el papel crucial de los relatos, las imágenes, las representaciones dramáticas, etc., del lenguaje, desde los mitos y ritos más antiguos hasta las más recientes creaciones artísticas y literarias, pasando por las religiones y las ciencias lo que dota al ser humano de la capacidad simbólica, figurativa o imaginativa. Una vez terminado el “viaje imaginario”, podemos retornar al mismo “lugar” del que “partimos”, “alternancia temporal” (entrecorillado propio) que cultivamos y practicamos con toda clase de sueños, juegos, fiestas, ritos, artes y literatura. Pero la imaginación también puede llevarnos a un viaje sin retorno, a un movimiento o conversión existencial, a una mutación profunda de nuestra identidad y de nuestro mundo cotidianos, una invención efectiva de otra identidad y de otro mundo. La primera forma de “viajar” en el tiempo y en el espacio

a través de la imaginación, pero se “retorna” al “lugar de partida”, el autor le llama **simulación**, y se refiere a una transformación aparente y transitoria, una máscara de quita y pon; pero cuando la imaginación nos lleva a un “viaje sin retorno”, el autor lo llama **metamorfosis**, y para él es el **cuarto tipo de nomadismo: la mutación o metamorfosis**. En la medida en que la imaginación no se limita a acompañar e investir simbólicamente los desplazamientos físicos, sino que los anticipa, los impulsa y los orienta, más aún, en la medida en que la imaginación no provoca sólo desplazamientos en el espacio sino también transformaciones en el tiempo, entonces se habla de mutación, así, el nomadismo por mutación es un desplazamiento (movimiento) que tiene lugar en el espacio y en el tiempo, y que no consiste en una mera configuración simbólica de realidades ya dadas o en una mera simulación transitoria de realidades imaginadas, sino en una efectiva transformación histórica de uno mismo, de la relación con los otros y del entorno físico que el uno y los otros habitan en común, y significa entonces cambio histórico, en el sentido de que todo cambio histórico (lento o rápido, deliberado o imprevisto, violento o pacífico) transforma nuestro mundo cotidiano y nos transforma a nosotros mismos.

Por último, advierte Campillo (S/F: 22), que las formas de estos nomadismos no se manifiestan por separado, sino que están en constante contacto, de manera dinámica (dialéctica). Así como la rotación ha dado pauta y marcado las grandes migraciones de la humanidad en la historia (la primera hace unos 90,000-70,000 años que lo lleva por toda la tierra; la segunda se inicia en el neolítico vinculada con las primeras sociedades estamentales y los grandes imperios; y la tercera en el siglo XVI con la conquista y colonización del resto de los pueblos de la tierra, incluido América), de igual manera, esas migraciones mantienen

rasgos rotatorios; y así como la imaginación nos lleva a cambios espaciales y temporales sin retorno, de esa misma manera los movimientos rotatorios y migratorios estarán dando pauta a otros cambios de manera constante en la vida de la humanidad y con el avance de la ciencia, la tecnología, las artes y la literatura.

## **1.2.2. Preagricultura, trashumancia y asentamientos humanos: el proceso de sedentarización.**

### **1.2.2.1. Preagricultura.**

El hombre modifica la naturaleza, la domina, y ésta es la diferencia esencial que existe entre el hombre y los demás animales; diferencia que, una vez más, viene a ser efecto del trabajo realizado por el hombre a lo largo de la historia. La posibilidad de manipular la naturaleza empieza en el mesolítico, actividades que se conocen como **prácticas preagrícolas o preagricultura**.

Durante este largo proceso preagrícola, de acuerdo con Lorenzo (1981: 1), se hace muy necesario tomar en cuenta los varios factores que inciden en lo que bien podemos llamar **historia natural y social de los agroecosistemas**. En primer lugar, al manejar una temporalidad tan amplia como es la que presenta el caso (unos 10,000 años) nos encontramos con que uno de los factores de este complejo ecológico es el **clima**, y el clima ha sufrido variaciones importantes a través de esos milenios. Además, el hecho de que en ese ecosistema participe el **hombre** nos aporta un valor distinto al que podría pensarse como simple sistema biológico, la presencia de un componente heterotrófico, un macroconsumidor, pues estamos ante un animal, pero un **animal social**. Esto quiere decir que posee una capacidad única de manejar

símbolos, producto de su posibilidad de idear y razonar que, expresados mediante el lenguaje, permite la transmisión de experiencias acumuladas. Producto de esto es lo que en lenguaje arqueológico llamamos **cultura, o civilización**, términos de empleo común pero que, en este caso, quizá conviniera significarlos con su resultante, es decir, la **capacidad colectiva de modificar el medio ambiente**, de alterar instrumentalmente un ecosistema, para implantar el propio: los **agroecosistemas prehistóricos, para pasar de lleno a los agroecosistemas**.

En el periodo en que predomina la recolección, caza y pesca, el hombre obtiene un conocimiento valioso sobre el movimiento migratorio de los animales grandes y pequeños de caza, de los cambios estacionales del clima, de su comportamiento en la parte alta, en la ladera y en el bajío o parte baja. Conocimiento que empieza a sistematizar con el seguimiento trazado de los animales, en las temporadas de abundancia de ciertos vegetales que le sirven de alimento a él y a los mismos animales. Ese conocimiento va más allá del simple consumo alimenticio, llegaron a conocer su botánica y su zoología, los usos medicinales de las plantas, el tiempo de proliferación en las plantas y de migración y reproducción en los animales, desde luego, ese conocimiento estaba basado en la observación sistemática de la ocurrencia de esos fenómenos.

Este conocimiento les permite observar que las semillas o algunas partes vegetativas de las plantas, que incluso ellos mismos dejaban caer primero por descuido y después de manera intencionada, son capaces de generar otros individuos iguales o parecidos, cuando quedan en el suelo y encuentran las condiciones adecuadas para germinar o reproducirse vegetativamente. En otros lugares (donde era posible), los hombres “regaban” inundando el terreno sin sembrar nada, simplemente para aumentar la producción de las plantas más útiles, previamente identificadas;

en la Columbia Británica (actualmente parte de Alaska), las poblaciones salmoneras cultivaban únicamente tabaco de manera intencionada, sólo con fines rituales. Eran capaces de desintoxicar algunas plantas y sus partes venenosas: lavándolas, dejándolas reposar, cociéndolas, tostándolas, etc.; usaron esos tóxicos con fines terapéuticos y de relajación, y como venenos en sus flechas para cazar (Cubero, 2018:47-48).

Es de suponer que las primeras plantas “cultivadas” lo fueron por el simple procedimiento de ayudarles en su crecimiento quizá escardando y evitando que algunos animales se las comiesen, sin llegar todavía a plantarlas. Cuando la asociación de ideas entre planta-semilla quedó establecido, existió la posibilidad de conservar algunas semillas, o partes generadoras (vegetativas), para plantarlas en lugares semejantes a aquellos en los que normalmente crecían, sin mayores modificaciones. Desde la etapa en la que el producto se obtiene de los granos caídos y no recuperados, o de las raíces, bulbos, rizomas o tubérculos no extraídos y, por lo tanto, de una regeneración natural, hasta la separación y conservación de esas partes para plantarlas, debe haber pasado mucho tiempo y más aún desde que esta actividad se asentó con el conocimiento preciso del sitio y de la estación en la que debía hacerse (Lorenzo, 1981: 4).

Otra actividad relevante en la antigüedad, y que en nuestros tiempos es fundamental, es el intercambio de productos entre los pueblos nómadas, conforme se iban mejorando los cultivos mediante el procedimiento de seleccionar las mejores semillas y/o partes vegetativas, a la vez que también se mejoraban las técnicas, la producción aumentaba creándose un excedente y generando la necesidad de contar con procedimientos de transporte, almacenamiento y preservación de la cosecha, todo lo que implicaba la necesidad del establecimiento fijo y la del cambio de organización social, y de fortalecer sus relaciones con

otros grupos sociales mediante el intercambio y sus rituales. No sólo intercambian alimentos, pieles, herramientas e instrumentos, sino también armas como arcos y flechas, entre otras, que permitieron crear pactos entre bandas, clanes y tribus, en reuniones periódicas, similares a nuestras “ferias” comerciales. En cuanto pasa de la gran caza al uso intensivo de plantas y pequeños animales que, como el salmón, ofrecen abundante captura en ciclos fijos, la población aumenta y se estabiliza en un lugar, sin necesidad de prácticas agrícolas. Así, en opinión de Cubero (2018: 50), no es la agricultura la que hace per se al Hombre sedentario, sino la abundancia de la variación biológica es la que sienta las bases del paso del antiguo régimen cazador- recolector al agrícola.

La agricultura, en sus inicios, no fue el principal sistema de producción; fue una actividad secundaria, respecto a la caza y a la recolección, y aun cuando la agricultura llegó a ser la base de la alimentación, el cuadro de necesidades dietéticas que los productos vegetales no complementaban, tuvo que ser cubierto con productos de cacería y recolección, actividades que, de hecho, requerían menor esfuerzo. Es en esta fase transicional, en la que lentamente se van adquiriendo los conocimientos necesarios para que las plantas todavía en proceso de domesticación vayan siendo cada vez más productivas y resistentes; en la que los instrumentos se van especializando para tareas concretas; cuando las observaciones del sol y las estrellas comienzan a tomar la forma de candelario mediante cuyo conocimiento es posible ritmar estacionalmente los procesos agrícolas; y es en esta fase de transición cuando la comunidad tiene prácticamente un lugar fijo de residencia, cuando empiezan a aparecer algunas obras menores de riego: un pequeño dique a lo ancho de un curso de agua, construido con unos cuantos palos y ramazón entretejida, pastos si los había, y piedras que detuvieran la somera estructura, con

la que se podía desviar el agua suficiente mediante canales naturales o contruidos ad hoc hacia la parcela cultivada, con lo que se mejoraba sustancialmente los rendimientos de las plantas cultivadas; también se empezaban a excavar zanjas o camellones con la intención de guardar el agua de lluvia, así como a utilizar terrazas para la conservación del suelo y agua de lluvia, entre otros ejemplos, que demuestran que en la época prehispánica existían ya conocimientos sobre el manejo del agua y de la conservación del suelo (Lorenzo, 1981: 7-8).

Una colecta abundante facilita la sedentarización. También se pueden asentar mariscadores y pescadores, pero esto no conlleva la domesticación de mariscos o peces ni, por lo tanto, dirigen a la agricultura. Pero al remover el suelo con el palo de cavar para extraer órganos subterráneos se facilita su propagación; al recoger plantas de tallo erguido, como los cereales, con una hoz primitiva se conseguía, inconscientemente, que cayeran en la cesta de recogida más granos de las plantas que, por mutación espontánea, mantenían los granos adheridos al tallo tras la maduración. Estas son operaciones que dirigen hacia la agricultura. Los recolectores conocían prácticas como inundar la tierra para incrementar la vegetación, y la quema de la hierba seca en las llanuras para favorecer el rebrote de la nueva, así como sembrar esparciendo semillas o plantar órganos de plantas de reproducción vegetativa, aunque no todas esas prácticas fueran conocidas por una misma población. Pero todas esas operaciones se realizan sobre plantas silvestres que, en generaciones posteriores a la recolecta, cava, inundación, quema y siembra, siguen siendo silvestres. Se modifica el ambiente, y con la manipulación y el paso del tiempo, se modifica paulatinamente la planta.

De acuerdo con Granados y López (1996: 57-58), el paso de las economías preagrícolas a agrícolas, se pudo haber dado:

- a) Por grupos humanos preagrícolas “especializados”, que se apoyan en una actividad general, como los cazadores y recolectores, que ocuparon y ocupan ecosistemas especializados.
- b) Por grupos humanos preagrícolas “generalizados”, que ocuparon y ocupan ecosistemas naturales generalizados, como los cazadores-recolectores- pescadores.

Granados y López (1996: 57-58), citando a Cox y Atkins (1979), mencionan que la transición conjuga a los recolectores-cazadores por tres consideraciones, a saber: establecimiento de caseríos permanentes; incremento de la capacidad tecnológica del hombre; y aumento de la población humana. También, los autores citados dicen, de acuerdo con Harlan (1976), que los pescadores (“especializados”) pudieron convertirse en agricultores al emigrar a otros ecosistemas en épocas de crisis alimenticias, por su tendencia al sedentarismo, por los conocimientos que tenían acerca de las plantas y por la adaptación de su tecnología en la obtención de alimentos (el remo es utilizado como pala para remover la tierra)

En algunas regiones del Próximo Oriente, los cazadores empiezan a seguir a los rebaños de gacelas, cabras y ovejas salvajes en sus movimientos estacionales; un cercado, además, asegura la caza. Todo ello acostumbra a uno y otro a la presencia recíproca, pero los animales siguen siendo salvajes. Aparte de todo este conocimiento mencionado, los cazadores-recolectores mantenían un comercio significativo de diversos productos, a veces a larga distancia. Tanto en el Próximo Oriente como en América fue importante el comercio de obsidiana y algunas conchas marinas, y el intercambio de semillas que permitieron la extensión de varias especies silvestres fuera de su área natural (Cubero, 2018: 49-50). Así surge y se refuerza la **trashumancia** y se diversifican las plantas de interés para los seres humanos.

### 1.2.2.2. Trashumancia.

Del latín *trans*, de la otra parte; y *humus*, tierra, la **trashumancia**, referida fundamentalmente al ganado, significa pasar con sus conductores desde los campos (dehesas) de invierno a los de verano, y viceversa; es decir, es una forma de actividad ganadera extensiva, consistente en el desplazamiento estacional del ganado para el aprovechamiento alternativo de la diversidad de pastizales en el momento óptimo de su producción (natural), determinado éste por las características físicas y climáticas del territorio. En otras palabras, la trashumancia es el sistema tradicional a través del cual el hombre se ha adaptado a los ritmos de la naturaleza, buscando la productividad natural de los recursos. Así, mediante la trashumancia, cuando el calor empieza a secar los pastos de valles y mesetas, los pastores y sus rebaños recorren cientos de kilómetros para aprovechar los verdes pastizales de las montañas, hasta que las nieves invernales obligan a su regreso de nuevo a las tierras del sur. El movimiento del ganado presenta numerosas variantes, tanto en la modalidad altitudinal (trashumancia corta) como en la latitudinal (trashumancia media y larga). Algunos autores restringen el ámbito de la trashumancia a los desplazamientos entre dos territorios de productividad complementaria en el tiempo y entre regiones (espacios) bioclimáticas distintas, en los que el ganado permanece durante periodos prolongados (Red Rural Nacional, España, S/F: 22, 91).

La trashumancia se practica desde los tiempos prehistóricos (neolítico en el viejo mundo), en ese ir y venir de los rebaños por montañas y llanuras; es decir, se lo debemos a esos primitivos pastores nómadas de ovejas que cruzaban el territorio buscando los mejores pastos y el clima más benigno para sus rebaños y ellos. Se practicaba desde la Península Ibérica hasta Asia, África, Australia y América del Norte y del Sur. En el

antiguo México se practicó fundamentalmente en la parte norte, región conocida como Aridoamérica, que actualmente abarca los estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Tamaulipas y San Luis Potosí. La climatología y la orografía de la Europa Mediterránea, según varios autores, citados por la Red Rural Nacional de España (S/F: 33-34), fueron las condiciones principales que convirtieron a la Península Ibérica e Itálica, entre otras regiones, en el escenario de la primigenia coincidencia itinerante entre hombres y animales; de esta manera se fueron creando las rutas conocidas actualmente, esas cañadas protohistóricas articuladas en sentido norte-sur (trashumancia de movimiento vertical) y noreste- suroeste (trashumancia de movimiento horizontal); cañadas, veredas y cordeles, que son las aperturas más antiguas y naturales en la comunicación espacial, y que aún hoy se utilizan como sendas pecuarias. Actualmente se reconocen tres tipos de ganado que se explotan en régimen extensivo y mantuvieron (y mantienen) desplazamientos trashumantes: ganado vacuno, ganado ovino y ganado caprino.

Actualmente, en los países como España, por ejemplo, se intenta regular y armar una tipología de la ganadería trashumante, tomando en cuenta algunos indicadores como: la función de la explotación, la forma jurídica (organizativa- asociativa), el tamaño del hato, entre otros.

La trashumancia se distingue de otras formas de ganadería extensiva por hacer uso de los territorios, entendiendo por territorio étnico al espacio histórico e identitario en el que se inscriben las prácticas y símbolos culturales de cada grupo a través del tiempo, de acuerdo con Barajas (2003), citado por Katzer et al, (2017:347) más “marginales”: zonas áridas más extendidas, pero también las montañosas o subárticas. En todas se encuentran grandes contrastes climáticos entre estaciones, ya sea en términos de temperatura o de precipitación, que afectan la

productividad vegetal (*inestabilidad temporal*), pero también grandes variaciones de productividad causadas por diferencias orográficas o de substrato (*inestabilidad espacial*). El ganado demostró desde los comienzos de su domesticación en el neolítico en África y Asia, tener la ventaja de la movilidad para responder a esa inestabilidad temporal y espacial, y dependiendo de cuán predecible sea el ambiente variable en el que se encuentren, los pastores han adoptado diferentes estrategias y grados de movilidad. Así es la trashumancia, que aparece (también actualmente) en ambientes de contrastes climáticos marcados, mientras que el nomadismo se ha aplicado (incluso en la actualidad) en áreas especialmente marginales, donde el nómada-pastor se especializa en averiguar dónde va a ver un pico de recursos (vegetales y animales) que resulte aprovechable (Red Rural Nacional, España, S/F: 25).

La trashumancia tradicional se realizaba “a pie” (incluido el uso de bestias de carga y tiro) por rutas poco a poco establecidas, llamadas “vías pecuarias” o “cañadas”; actualmente se realiza también por ferrocarril y carretera. Las “vías pecuarias” actualmente se dividen en locales, las que permiten el movimiento de ganado y pastores dentro de un mismo municipio o alcaldía; las vías trasterminante, aquellas que permiten el movimiento en una región compuesta por varios municipios, respetando el derecho consuetudinario de los pueblos trashumantes; y las vías trashumantes, que están formadas por todos los caminos, veredas y cañadas que permiten el movimiento de ganado y pastores más allá de las fronteras de un país, respetando los acuerdos consuetudinarios y conforme a derecho de los pueblos involucrados. Sin embargo, la trashumancia “a pie” sigue siendo importante en diversos territorios de Europa, Asia, África y América (del Sur, sobre todo). Las “vías pecuarias” dejaron un importante legado, en forma de: chozas, abrevaderos,

parideros, embarcaderos, descansaderos, hostales o casa de huéspedes, tiendas comerciales, etc., además de la comunicación cultural y social con otros pueblos. (Álvarez et al, S/F: 21, 34)

En este ir y venir de una región a otra, los pastores imitan en gran parte las soluciones de los animales silvestres frente a los retos de las tierras marginales; pero la adaptación a unas condiciones complejas requiere en gran medida una elaborada adaptación cultural, surgiendo la **cultura pastoril** y la dimensión pastoralista de la cultura como un paso más allá en la adaptación a las condiciones medioambientales, que incluye una elaborada cultura de monitoreo del estado del pastizal, y adaptaciones sociales como (sobre todo actualmente): la gestión comunal de tierras como herramienta para minimizar el riesgo ante la gran variabilidad espacial de la producción vegetal a pequeña escala, la riqueza en infraestructura utilizable (abrevaderos, parideros, chozas, etc.) por todo el que la necesitara, la gerontocracia y el otorgamiento del poder a los ancianos como depositarios de saber del tiempo y del espacio, especialización del trabajo familiar y en las tareas relevantes de la comunidad, el derecho consuetudinario y las instituciones tradicionales para gestionar los recursos comunales.

La autonomía que los pastores alcanzaron con el conocimiento espacial y temporal de los territorios marginales, a través de la trashumancia, se ha visto truncada desde la aparición de la propiedad privada sobre la tierra, en todas partes del mundo, pero fundamentalmente en América, donde la lucha por la tierra entre nativos y conquistadores aún prevalece, creando fronteras que impiden el libre tránsito de ganado y pastores, y peor todavía, se recrudece en plena era de la globalización, y no existen organizaciones regionales y nacionales que luchen por recuperar dicha actividad. En México, por ejemplo, con el Programa de Certificación de Derechos Agrarios (PROCEDE), se lleva al extremo la

privatización de las tierras ejidales y comunales, restringiendo aún más la actividad trashumante en los estados citados antes.

La trashumancia (y el nomadismo en la actualidad), como actividad ganadera productiva, es materia de discusión por sus detractores y seguidores. Primero se les acusa de provocar procesos de desertización, desertificación y pérdida de biodiversidad; en segundo lugar, es reconocida actualmente por sus beneficios económicos, comerciales y medioambientales para quienes la practican, y por los medioambientalistas o ecologistas. La tendencia sugiere una preferencia en el mercado por los productos y subproductos pastoriles trashumantes, reconocidos como más sanos, así como de mejor calidad, con mejores precios, beneficiando a estos productores, que aprovechan esas enormes extensiones marginales (los pastizales conforman el uso de la tierra más extendido en el mundo, ocupando un tercio de la tierra emergida en el planeta). La visión del pastoreo, tanto nómada como trashumante, empieza a ser considerada importante para el desarrollo sostenible por algunos científicos de diversas áreas del conocimiento, en acciones para combatir la desertificación y la degradación del suelo, en la conservación de la diversidad biológica, para combatir el cambio climático, para evitar los grandes incendios, etc. Esta creciente importancia promueve en muchas regiones del mundo el surgimiento de organizaciones transfronterizas y políticas públicas, que se preocupan por los perjuicios ambientales que causan la intensificación de la agricultura y la ganadería industrial, así como las actividades agroindustriales.

### **1.2.2.3. Asentamientos humanos: la sedentarización.**

Una vez que el hombre empezó a usar sistemáticamente sus herramientas, semillas, raíces, tubérculos y otras partes vegetativas para producir otras plantas parecidas a las que usaba como alimento y forraje, se

inició con el manejo sistemático de ciertos animales, que también les proporcionaban alimentos y abrigo, a través del pastoreo nómada y la trashumancia. Con el dominio del fuego, la cerámica y los metales, estaban sentadas las bases para el afianzamiento de algunos fenómenos que fortalecieron la presencia de los seres humanos en la faz de la tierra, como: el aumento de la población humana, los primeros asentamientos humanos, y la conquista y desarrollo de la agricultura, que finalmente consolida la sedentarización de los pueblos alrededor del mundo.

Las actividades preagrícolas y el pastoreo primitivo les permite a los seres humanos que lo practicaban, la posibilidad de permanecer más tiempo en un determinado lugar, que previamente habían escogido, con base en sus observaciones sistemáticas del clima, sobre todo de la temperatura y de la precipitación pluvial, del tipo de terreno y su cercanía a fuentes de agua dulce.

La abundancia de alimentos disponibles le proporciona seguridad alimenticia y la incipiente construcción de “viviendas” o “chozas” rústicas, la obtención de mayor cantidad de pieles, así como la benignidad del clima que habían escogido junto con microecosistemas que permitían una producción de recursos más sucesivo y abundante, permiten una reproducción biológica más segura en determinados momentos espaciales y temporales que, poco a poco, se van manifestando con el aumento del número de personas que conforman los grupos humanos, y que le permiten la ocupación continua de determinados lugares.

Para Sanders (1985: 13-16), uno de los efectos de pasar de un sistema de recolección de alimentos a uno de producción de los mismos, son **demográfico**, con algunas manifestaciones, como se explica a continuación: **primero**, el aumento de la población se manifiesta por el uso más eficiente que se le da a la tierra al producir alimentos, que

permite obtener mayor cantidad de productos por unidad de superficie (por hectárea, por ejemplo), lo que permite mantener mayor cantidad de personas por hectárea: en el proceso de recolección, según este y otros autores, el número de hectáreas per cápita necesarias eran de alrededor de 10-50, mientras que en un sistema de producción (economía productora de alimentos), oscilaba entre 2-5 has. **Segundo**, la capacidad de obtener excedentes en la producción de alimentos, posibilita el aumento de la tasa de crecimiento de la población en aquellas áreas geográficas con características de buen clima y suelo.

Otro efecto de pasar de un sistema recolector a uno productor de alimentos, según el mismo autor citado arriba, es el **sedentarismo**, es decir, la tendencia de los seres humanos o las comunidades humanas de permanecer en el mismo lugar por un “cierto espacio de tiempo”. En la medida que ciertos grupos humanos van encontrando la manera de aprovechar más eficientemente las plantas y la tierra para la producción de alimentos, su movilización se va haciendo más lenta: se va pasando de una movilización constante (nomadismo activo), a una de varias veces, o de dos o tres veces al año, de una al año o de varios años (sedentarismo anual y de varios años o año tras año), hasta permanecer de manera constante en un solo sitio, consolidando el proceso de **sedentarización**.

De estas propuestas, según el autor, se pueden establecer algunos enunciados generales, a discutir. En primer lugar, se puede decir que existe correlación entre la disposición de alimentos por su producción y el crecimiento de la población; en segundo lugar, parece haber una estrecha correlación entre la abundancia de alimentos y el sedentarismo anual y año tras año; en tercer lugar, existe una correlación entre el grado de sedentarismo de los grupos agrícolas y el proceso de colonización;

en cuarto lugar, la producción de alimentos expande enormemente el área geográfica de los asentamientos humanos, tanto anual, año tras año, como de manera constante.

De esta manera, en los principales centros de origen de la agricultura, el Oriente Medio, Mesopotamia y Egipto, van surgiendo asentamientos humanos que dieron origen a las primeras ciudades en el viejo mundo, desde hace más de 10,000 años. En América, los primeros asentamientos humanos se remiten a los pueblos en la Patagonia y el Amazonas, los incas en los Andes y nahuas en Mesoamérica, los indios en Aridoamérica y las praderas del actual Estados Unidos, y en Alaska con los inuit y los nutka en la Columbia Británica. Para Cubero (2018: 39, 41), es América, sin duda el continente con mayor riqueza en tipos de vivienda, desde los iglús esquimales, las verdaderas casas de los nutka, las cuevas en California, los tipis de los indios de las praderas, las chozas y refugios de la amazonia y los cortavientos patagoneses.

Con la idea de que quede clara la enorme influencia de la producción de alimentos (economía productora de alimentos) en el crecimiento demográfico y el proceso de sedentarización, también vale la pena destacar la enorme importancia que una economía productora de alimentos, tiene en la evolución sociocultural de la humanidad, desde **dos perspectivas. Primero**, la eficiencia y eficacia en el uso del tiempo en horas/hombre para la obtención de sus alimentos: el tiempo necesario que necesitaba el hombre para procurarse sus alimentos disminuye con la producción de éstos, comparado con el tiempo necesario que los recolectores necesitaban, lo que le permite tener tiempo libre. **Segundo**, esa disposición de tiempo libre, posibilita la evolución de la cultura: pintura, alfarería, escultura, construcción de viviendas, tecnología agrícola, etc.: los productores de alimentos poseen ya la capacidad de construir por sí

mismos moradas más grandes y duraderas, de crear arte como pinturas y esculturas, de elaborar su tecnología y, lo que es más importante, de producir un excedente de alimentos para mantener una población de no productores (agrícolas), lo cual es una característica de las culturas más complejas, y que afianza la evolución sociocultural de la humanidad.

Conviene destacar que, a estas alturas de la permanencia del hombre en la tierra, ha superado parcialmente los principales obstáculos para su supervivencia, como los alimentos, agua, refugio, seguridad, y el intercambio de productos con otros pueblos, a base de la organización social, y su desarrollo cultural y tecnológico. Con el desarrollo de su organización en todos los campos que empezaba a dominar, también se van fortaleciendo los vínculos religiosos, festivales folclóricos, romerías y procesiones, adoración a sus dioses y muertos. Estas manifestaciones culturales son las que permiten a los seres humanos asentarse en lugares definitivos, por esa capacidad de solidaridad con sus muertos, sus dioses y sus actividades productivas, que se van consolidando hasta dar paso a una de las conquistas evolutivas más importantes de la historia humana: la agricultura.

### 1.3. EL ORIGEN DE LA AGRICULTURA.

#### 1.3.1. Bosquejo histórico de la agricultura.

Los primeros hombres, al explorar el medio ambiente conjugan experiencias que les permitieron **manejar** los recursos naturales para la mayor eficiencia en la satisfacción de sus necesidades. En relación con los recursos vegetales, acumulan conocimientos sobre las condiciones en las que crecen las plantas de interés, sus características diferenciales, sus fases

y periodicidad de desarrollo, sus formas de reproducción, etc., además de empezar a desarrollar prácticas como son la remoción del suelo, la destrucción de plantas competitivas, selección de plantas útiles, entre otros. A decir de Cubero (2018: 35), no se hacía todo en todas partes. Hay lugares donde, tras la caza de grandes mamíferos, aumenta paulatinamente la importancia de los alimentos vegetales silvestres hasta pasar a dominar su consumo alimenticio. No hay que olvidar que el género *Homo* deriva de un tronco antropeide básicamente vegetariano y consumidor de pequeños animales (caracoles, insectos, pequeños mamíferos).

Granados y López, (1996: 38), citando a Knigth (1974), dicen que la actividad agrícola se organiza en función del uso que las sociedades humanas dan a sus recursos materiales, y no de acuerdo a un conocimiento total de las condiciones ecológicas. Mientras que Hernández (1979), señala que la **agricultura** ha sido producto de la conjunción de habilidades y conocimientos derivados de los quehaceres cotidianos y de su conservación y transmisión tradicional, incluyendo la adaptación cultural al medio ecológico con sus variadas facetas como son: sistemas de producción, calendarios agrícolas, implementos de trabajo, especies domesticadas, procesos de aprovechamiento y conservación, selección bajo domesticación, preservación del plasma germinal, etc.; además, opina que la agricultura tuvo que cimentarse en previas adquisiciones de destreza especial, que predispusieron a los potenciales agricultores y agricultoras a buscar nuevas posibilidades en la obtención de alimento, basados en la experimentación empírica y no como simple descubrimiento.

Granados y López (1996: 38) señalan, además, que Darwin ya insinuaba como condiciones para el inicio de la agricultura el que el hombre pudo haber sido sedentario antes de iniciarse en la práctica de cultivo de plantas, lo que le permitió hacer observaciones y prácticas constantes,

especialmente en relación con las plantas útiles, de donde resulta que probablemente los más viejos, pero sobre todo y principalmente las mujeres, iniciaron el proceso de domesticación y siembra (plantación), por su actividad de recolectoras, por el conocimiento y el tiempo disponible que implica.

La **agricultura**, entendida en general como el arte de cultivar la tierra, surge como la actividad humana que aplica los conocimientos y habilidades del hombre con el fin de controlar, dirigir o aprovechar las amplitudes del medio físico y biótico para la obtención de productos útiles a los seres humanos, por medio de poblaciones vegetales y/o animales. Su importancia radica en que ésta se presenta como una adaptación cultural del hombre que promueve su propio desarrollo; en términos de ventajas ecológicas, las modificaciones, tanto de las prácticas agrícolas como de las características de los organismos, pudieron mejorar las relaciones hombre-planta y favorecer el proceso de adaptación conjunta. Es en el mesolítico (después del paleolítico), que constituye un periodo de transición que culmina con el neolítico o nueva edad de piedra o piedra pulimentada, cuando probablemente aparece la agricultura como práctica formal en el viejo mundo (Cox y Atkins, 1979; Harlan, 1976, citados por Granados y López, 1996: 38-40).

Para Cubero (2018: 27), la **agricultura**, entendiendo como tal el cultivo de plantas, la cría de animales y el uso consciente de todo tipo de materia viva en cualquier forma de alimento, no es un invento ni una idea feliz, sino un conjunto de técnicas de producción de alimentos al que se llega por una **evolución constante** a lo largo de muchos años, un par de millones aproximadamente. El progreso es insignificante al principio, casi nulo, para avanzar a mayor ritmo desde hace 40,000 años; se acelera desde hace 12,000, y se llega a un momento que nos resulta familiar desde hace unos 10,000.

Hernández (1986: 15), dice que la agricultura puede definirse como la modificación consciente del medio ecológico por el hombre con el fin de auspiciar el desarrollo de especies vegetales y animales seleccionadas y modificadas, con el fin de producir los materiales que satisfagan las necesidades del conjunto humano. En otros términos, se define a la agricultura como el conjunto de habilidades y conocimientos científico-tecnológicos para la producción de satisfactores antropocéntricos, por medio del manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en donde la biología, como la ciencia que estudia los organismos, contribuye con la agricultura en ahondar en el conocimiento ecológico, vegetal, animal y humano, y en definir las leyes de dichos fenómenos.

La agricultura, como actividad integral, se conforma de dos tipos generales de cultivo: la **seminicultura (granocultura o espermacultura)** y la **vegecultura**. La **primera forma**, referida al cultivo de plantas con semilla (reproducción sexual), ha recibido mayor apoyo como la que marca el origen de la agricultura en muchas partes del mundo, sobre todo en montañas y laderas en los trópicos y subtropicos con climas adecuados, aún en tiempos de glaciación, siendo los lugares de mayor localización de estos cultivos el Medio Oriente, desde Israel hasta el SE de Turkía; el NE de China y el Nuevo Mundo, en la planicie mexicana; esta aseveración se apoya en restos arqueológicos encontrados en dichos centros o áreas de localización. Este tipo de agricultura probablemente se inicia por las comunidades humanas desplazadas del área máxima de producción espontánea, al romperse el equilibrio entre población y “producción” de alimentos, de donde surge la agricultura temporalera, estacional, típica de las regiones templadas húmedas y semi-húmedas del mundo (Hernández, 1986: 16; Granados y López, 1996: 55).

Mientras que la **vegecultura**, referida al cultivo de plantas a partir de sus partes vegetativas como tubérculos, rizomas, raíces, troncos, ramas, etc. (reproducción asexual), especializadas en almacenar grandes

cantidades de almidón parecen ser adecuados para el inicio de cultivos por estar bien adaptados para resistir largas temporadas de sequía y frío, y de madurar rápidamente durante la temporada de lluvia o cuando se calienta el suelo, por eso se les reconoce específicamente en lugares más cálidos, en los trópicos, con estaciones bien definidas, donde se han encontrado restos de este tipo de cultivos. Se reconocen tres áreas tropicales correspondientes al Nuevo Mundo, África y SE de Asia, que en general corresponden a tierras bajas intertropicales a lo largo de márgenes de selvas caducifolias, en sitios ribereños, costeros o a orillas de las sabanas, dentro de zonas climatológicas con una temporada de sequía (Cubero, 2018: 84-85; Granados y López, 1996: 55-56).

En la naturaleza abundan ejemplos de ambos tipos de cultivos de enorme importancia para la alimentación humana y otros usos. En la semicultura se encuentran el trigo, cebada, soya, maíz, arroz, frijol, chile, calabaza, etc., y en la vegeticultura tenemos a la yuca, papa, jícama, camote, entre otras. Ambos tipos de agricultura, vegeticultura y semicultura, dieron origen a dos sistemas agrícolas (agrarios, en Cubero, 2018:85): **conuco y milpa** (vocablos de origen americano, pero los sistemas son aplicables en todos los continentes), respectivamente. El **primer sistema** se refiere a lo que hoy se reconoce como la huerta, fundamentalmente familiar, que incluye el acarreo y la formación de montones de tierra, donde se suelen plantar varias especies de árboles y arbustos, o más de una variedad de la misma especie, para garantizar una cosecha continuada en el tiempo; el acarreo de suelo vegetal rico en materia orgánica y bien mullido garantiza una buena producción.

La **milpa** se basa en el primitivo sistema, que aún prevalece, de roza-tumba- quema, o roza: se despeja una porción de bosque y se cortan árboles y arbustos, que se amontonan y queman, donde después se siembra maíz, generalmente acompañado de frijol y calabaza (la santa

trinidad mesoamericana), y más recientemente con Chile y ajonjolí. Este proceso se repite cada dos o más años, en función de la fertilidad del suelo, por lo que la semicultura es más invasiva que la vegeticultura, es decir, se extiende en mayor superficie en el mundo.

Quizá nunca sabremos donde se estableció la primera parcela sembrada, si es que hubo alguna, o si existieron quemadas intencionadas pensando en la siembra, o quizá no fuera más que el resultado de echar un puñado de granos silvestres en las afueras de algún poblado y de pisotearlos para evitar que se lo comieran los animales; lo mismo se puede decir de los practicantes de la vegeticultura: distribuir coronas o propágulos de la planta favorita para garantizar su existencia en un cierto tiempo o alguna localidad concreta. Pero con el crecimiento poblacional y mayor necesidad de alimentos, era necesario abrir mayor cantidad de tierras al cultivo por medio de la roza; la parcela así despejada podría cultivarse por varios años si el suelo era fértil: al irse agotando el terreno habría que cambiar de lugar y repetir la operación. De esta forma se fueron cultivando los campos de todo el mundo, y este tipo de **agricultura itinerante** se sigue practicando todavía en todos los continentes, y estas técnicas son realmente las de las primeras agriculturas: apenas se araña el suelo con la coa o azada, ramas o palos con punta endurecidas con fuego, pocas veces con arados primitivos, y la parcela así aclarada, llena de todo tipo de hierbas y tocones residuales de la roza, marca el inicio de los sistemas agrícolas.

En el cuadro 2, se puede observar una propuesta cronológica del origen de la agricultura.

Para el surgimiento de los agroecosistemas o sistemas agrícolas, es decir para el surgimiento y evolución de la agricultura, **el hombre ha tenido necesidad de modificar los ecosistemas naturales**. De Ucke y Dimbleby (1969), citados por Granados y López (1996: 59-60), sugieren que dicho manejo puede ocurrir en tres direcciones:

- c) Los ecosistemas naturales con bajo índice de diversidad o especializados, se manipulan a través de la introducción de especies hacia sistemas agrícolas generalizados, con el consecuente aumento del índice de biodiversidad.
- d) Los ecosistemas naturales se manipulan sin cambios drásticos en el índice de diversidad, por medio de sustitución de especies domesticadas que ocupen nichos equivalentes.
- e) Los ecosistemas naturales con un alto índice de diversidad y estabilidad (generalizados) se manipulan con una reducción drástica del índice de diversidad hacia sistemas agrícolas especializados, generalmente con pérdida de la producción neta.

**Cuadro 2.** Cronología del origen de la agricultura. Los inicios de la agricultura en México se remontan aproximadamente a 3,400 años A. C. Los nombres consignados en la segunda columna corresponden a denominaciones de secuencia arqueológica del Valle de Tehuacán, Puebla.

Edad	Fase	Organización	Subsistencia
1536 D.C.	Venta Salada	Poblaciones afiliadas religiosa, política y económicamente.	Agricultura con irrigación y comercio.
700 D.C.	Palo Blanco	Ciudades sagradas y/o centros ceremoniales.	Agricultura con irrigación.
200 D.C.	Santa María.	Aldeas con templos.	Agricultura plena.
900 D.C.	Ajalpan	Aldeas semipermanentes.	Posible comienzo de la irrigación.
1,500 D.C.	Purrón	Aldeas semipermanentes.	Agricultura plena.
2,300 A.C.	Abejas	Aldeas semipermanentes.	Agricultura plena.
3,400 A.C.	Coxcatlán	Macrobandas.	Colección de plantas. Inicio de etapa agrícola.
5,200 A.C.	El Riego	Macrobandas.	Colección de vegetales, ocasionalmente tramperos.
7,000 A.C.	Ajuereado	Microbandas.	Cazadores-recolectores.

Fuente: Tomado de González Quintero, L. (1978), citado por Cano (1997: 83).

En la opinión de Ucke y Dimbleby (1969), citados por granados y López (1996: 60) **es probable que la agricultura se haya iniciado en ecosistemas generalizados**, que permitían el uso de una gran variedad de plantas y animales, lo que propició su domesticación, debido a que la transformación de ecosistemas especializados a agroecosistemas generalizados, es difícil que haya ocurrido en los experimentos iniciales de domesticación y cultivo, incluso en la actualidad ocurre raras veces. Sostienen que esta metodología es característica de los sistemas agrícolas tradicionales actuales, en los cuales la productividad neta se conserva muy alta. Apoyando esta opinión, Anderson (1952, 1954), describió **ciertos lugares en Mesoamérica donde los inicios agrícolas corresponden a una mezcla de cultivos**, o sea, el manejo como ecosistema generalizado, el cual resulta ser más eficiente que el manejo especializado con un solo cultivo inicial, ya que, al trabajar con varias posibilidades a la vez, aumenta la probabilidad de obtención de cosechas.

La historia en general, y de la agricultura en particular, muestran lo difícil que es predecir el futuro, incluso el próximo, con los datos del ayer y del hoy. Los cazadores-recolectores de hace 12,000 años no pudieron prever la existencia de poblados de miles de habitantes, ni éstos el uso de símbolos para contar ganado, y mucho menos que esos símbolos se transformaran en escritura... y los memorialistas del siglo XVI no se imaginaron la posibilidad de una nueva agricultura tal como la que arranca en el XVIII, ni los ideólogos de ésta pudieron prever que su mala práctica pudiera ser destructiva, sobre todo actualmente con el uso irracional de agroquímicos y la manipulación genética de plantas y animales. Imaginar cuál va a ser la situación a mediados del siglo XXI es bastante difícil, pero hasta ahora todas las predicciones fatalistas se han ido refutando: la Naturaleza, bien manejada por el hombre, es capaz de

dar todo lo que ha dado y mucho más. Ideas y técnicas no faltan, como se ha demostrado a lo largo del siglo XX; cuando aquellas se agotan, surgen otras; la naturaleza ha sido pródiga y lo seguirá siendo: la agricultura seguirá siendo la fuente de sustento con nuevos cultivos, nuevos ganados terrestres y acuáticos.

Así, cabe preguntarse si la **agricultura** ha sido positiva o negativa, si no fuera nuestro sistema de vida, si es positivo estar en este mundo, poder comer cada día, vestirse, viajar, vivir en casas, tiempo para pensar o vagar. Otra cosa es que la práctica agrícola sea positiva o negativa, pero en sentido estricto, la agricultura ha sido el gran avance de la humanidad; lo positivo o negativo de las cosas reside en el uso que se haga de ellas: este principio es válido desde las hachas prehistóricas, el arco y las flechas (que permiten cazar con mayor eficacia y eficiencia, pero también matar a otros hombres), hasta las medicinas que curan, pero, según la dosis, también matan. Pareciera que todo lo que tiene valor es ambivalente, y la agricultura no es la excepción, pero la solución no es renunciar a ella sino utilizarla sabiamente, y para ello nada mejor que aprender del pasado (Cubero, 2018: 20).

Siguiendo al autor citado inmediatamente antes (pp. 105-106), en el **tránsito de recolector-cazador-pescador a agricultor** del hombre, se pueden establecer los puntos siguientes:

- a) Entre la caza-recolección y la agricultura no media una invención fácilmente difundida a todas partes, sino una transición; en el sistema primitivo se van aplicando los conocimientos que posee el que vive en y de la naturaleza, y se van integrando prácticas adquiridas por el contacto con otras poblaciones. Entre tales conocimientos están la siembra y plantación de especies recogidas y el manejo de animales objetos de caza.

- b) Debe haber una buena cantidad de plantas y animales de todo tipo, así como de recursos líticos (estamos aún en la edad de piedra), o conseguirlos por intercambio.
- c) En buenas condiciones ambientales y de recursos, cabe el sedentarismo total o parcial, sin necesidad de una aceptación plena de la agricultura.
- d) En la transición a la agricultura, se comienzan a criar y cultivar o, simplemente, a dispersar algunas especies salvajes fuera de su ámbito natural, para aumentar la posibilidad de caza y colecta.
- e) Hay plantas y animales con características tales, que los hace propensos a ser domesticados; algunos autores los llaman domesticados potenciales. La domesticación de plantas y animales es concomitante con la aparición de la agricultura.
- f) Se puede poseer una sola especie domesticada e integrarla como un elemento más en la recolecta; se puede, asimismo, practicar una caza selectiva de animales jóvenes y seguir o dirigir los rebaños favorables. Todo ello se integra con naturalidad en el sistema que sigue la población, para conseguir alimentos.
- g) Debe de haber un nivel técnico adecuado (instrumentos para distintos usos, artes domésticas como cestería, trabajos en hueso, etc.). Algunos útiles y operaciones pueden ser de uso agrícola, como las hoces mesolíticas, el palo de cavar, los molinos de mano, almacenamiento del excedente, etc.
- h) Tanto los cazadores-recolectores como los agricultores pueden disponer de las mismas herramientas y técnicas, si bien entre los primeros, son elementos sueltos que no forman un sistema consistente.
- i) “Sedentario”, “nómada”, “cazador-recolector”, etc., no son sinónimos de aislados”. A pesar de vivir en inmensas áreas despobladas, las poblaciones humanas siempre estuvieron en contacto.
- j) No debió ocurrir por razones pragmáticas, posibilistas o materialistas. En la evolución de los acontecimientos intervinieron elementos de índole no material como, por ejemplo, creencias religiosas fueran del tipo que fueran y la búsqueda de preeminencia social, como adornos exóticos o derivados de la caza.

- k) Cuando varios de los elementos culturales y biológicos se dan conjuntamente en una población, ésta puede pasar el punto de no retorno y encontrarse dependiente de plantas y animales domesticados, y de los materiales y técnicas necesarios para su manejo. La población es ya agrícola-ganadera, pero con seguridad no se ha dado cuenta del tránsito, ni de cómo y cuándo ocurrió.
- l) El cambio de sistema de cazador-recolector a agricultor, siempre gradual, tuvo lugar con mayor rapidez en unas regiones que en otras, pero ni siquiera en las zonas más avanzadas en conseguir el nuevo sistema se puede hablar de “revolución”, sino de “evolución”.

### **1.3.2. La agricultura como práctica formal.**

Con el surgimiento de la agricultura, varios autores proponen que se crearon las condiciones necesarias para el desarrollo de la civilización (citados por Granados y López, 1996: 60-61; a excepción de Cubero, 2018). Palerm y Wolf (1980) apuntan que el desarrollo de la civilización se vincula estrechamente con el de la agricultura y en interacción con las condiciones ambientales, por tanto, según sus deducciones, la cultura urbana es característica exclusiva e inherente a los pueblos agricultores, ya que ningún pueblo de economía no productora (cazadores, recolectores y pesqueros) ha desarrollado una cultura urbana. En apoyo a esto, Childe (1954), presenta evidencia de que la civilización mesopotámica fue el resultado de una evolución económica producida por la agricultura de riego, durante la cual, los pequeños poblados se convirtieron en ciudades.

Según indica Palerm (1972), la secuencia del desarrollo agrícola acusa las siguientes etapas:

- a) Agricultura Neolítica sin riego. Periodo en el cual se domestican algunas plantas, y como consecuencia se forman pequeñas aldeas semipermanentes, las cuales son abandonadas al agotarse su fertilidad.
- b) Agricultura de regadío. Se continúa con la mayor parte de la domesticación de plantas; se multiplica la productividad y se elimina en gran parte el agotamiento del suelo al combinar el riego con el uso de abonos, que permitió, además, un rápido incremento demográfico, que se concentra alrededor de los campos irrigados en núcleos preurbanos.

El incremento de la productividad de las plantas cultivadas aumentó la confianza en la población humana, fortaleciendo el sedentarismo (Bushell, 1976). Al establecerse la vida urbana por la formación de ciudades, se impulsa el desarrollo de la civilización y la evolución de los sistemas agrícolas, o sea, la agricultura formal. Cada uno de los sistemas agrícolas se caracteriza por una variedad determinada de especies cultivadas y técnicas de manejo específicas. Actualmente su diversidad es muy grande y ha sido generada en un corto periodo de tiempo, de apenas unos 12,000 años. En cuanto a su historia podemos pensar que cada sistema agrícola específico puede ser el resultado de un origen independiente en el lugar que se trate o de su introducción por difusión cultural (De Ucke y Dimbleby, 1969; Cox y Atkins, 1979).

Para fines de ubicación y comprensión histórica, De Ucke y Dimbleby (1969), diferencian a los sistemas agrícolas en **primitivos o “paleotécnicos”** y **modernos o “neotécnicos”**. Los **sistemas primitivos**, según estos autores, son los que proporcionan el entendimiento más válido sobre el origen de la agricultura, por lo que se hace necesario su análisis en aspectos tan importantes como son: organización, funcionamiento, grado de estabilidad y desarrollo a través del tiempo, así como

el establecimiento de deducciones sobre sus relaciones ecológico- culturales desde su origen hasta su actual desarrollo, haciendo importante el análisis ecológico. En los **cultivos modernos** se sigue la tendencia a reducir la diversidad de especies y la variación interespecífica para obtener cultivos homogéneos más fácilmente manejables, intensivamente, pero mucho más vulnerables a plagas y enfermedades, y a condiciones de estrés como las heladas, sequías, etc.

Hasta antes del siglo XVIII, a propuesta de Cubero (2018: 659-665), toda la agricultura puede adjetivarse de **“clásica”** o **“tradicional”**, pues, aunque con muchas variantes en todo el mundo, sobre todo con las conquistas coloniales a partir del siglo XIV, toda ella era una economía de subsistencia: dedicada fundamentalmente para el consumo propio y sólo el sobrante se intercambiaba en el espacio local. A pesar de los enormes esfuerzos de agricultores y ganaderos, del uso del arado y de otras técnicas de manejo, no hubo en esos diez milenios un intento serio de modificar profundamente el sistema agrícola o agrario. Para el autor, en ese periodo no hubo ninguna “revolución” agrícola, sino una evolución agrícola, porque los cambios y adaptaciones de especies animales y vegetales, y de las técnicas de manejo fue un proceso lento y largo temporalmente hablando. Para Cubero, la “revolución” agrícola propiamente dicha o **“nueva agricultura”** empieza a mediados del siglo XVIII con la revolución industrial, alcanzando su primera máxima etapa en el XIX, con la aplicación de la **ciencia** en la agricultura, misma que continúa hasta nuestros días.

Sus antecedentes más cercanos se refieren a la máquina de vapor, a la mecanización de la industria (sobre todo textil), a la abundancia de mano de obra “liberada” por la privatización de la tierra sobre todo en Inglaterra y sus colonias, y en México, despojando a sus verdaderos

dueños, al comercio internacional y su proceso globalizador. La “revolución agrícola” fue un cambio en los métodos y la visión de cómo practicar la agricultura, de cómo enfocar la producción, es decir, supuso sobre todo un **cambio de mentalidad**, no un cambio de cultivos y ganado: la finalidad pasó a ser la maximización de la producción para el mercado, nacional e internacional, con aportes generosos de capital, infraestructura y tecnología, en poder de unos cuantos, o sea, la “revolución agrícola” se llevó a cabo por unos cuantos privilegiados económica y tecnológicamente, con acceso a la ciencia agronómica, que siguen apoderándose de las riquezas creadas por la agricultura. Esa **agricultura moderna**, mejor llamada **agricultura industrial** es la que domina actualmente el paisaje productivo en muchas partes del mundo.

### 1.3.3. Origen y evolución de las plantas cultivadas.

#### 1.3.3.1.- El proceso de domesticación.

Los seres humanos, a lo largo de su desarrollo histórico, han tenido **diversas concepciones** sobre su origen y evolución, así como el de las plantas y animales domesticados, y de su relación con el medio ambiente, desde la **visión mitológica, hasta la mágica, religiosa y científica**. Para reflexionar sobre la domesticación de plantas y animales, en este apartado se intentará hacer énfasis **en la visión científica**, confiando en que las posibles lectoras y lectores de este documento acudan a la literatura citada (y otras especializadas) para incrementar su conocimiento al respecto.

Lo que **actualmente** conocemos y llamamos planta cultivada es una planta modificada genéticamente a favor de las necesidades del hombre e inexistente como tal en la naturaleza, y las **motivaciones** que

los seres humanos tuvieron para la domesticación fueron muchas, como las siguientes: alimento, vestido, medicina, adorno, estimulante, estupefaciente, planta ritual, etc. (Cubero, 2018: 108).

Entre los primeros hombres interesados en encontrar una explicación científica al proceso de domesticación, centro de origen y desarrollo de las plantas cultivadas, remontados al siglo XVII, se conocen a Linneo y Humbolt; a Darwin, Mendel y De Candolle, en el XIX; a Vavilov y otros en el siglo XX (Granados y López, 1996: 39- 40), amén de otros que escapan a este documento. Los mismos autores, citando a Harlan (1971), mencionan que las **evidencias más comunes** que se encuentran en todo el mundo, y que se relacionan con el **proceso de la domesticación de plantas**, son **las siguientes**:

- a) Restos arqueológicos del Cercano oriente, donde se localizaron restos de trigo, chícharo, lentejas, arvejas y otros restos de alimentos vegetales domesticados en los niveles neolíticos del siglo VII, a. C.
- b) En el Valle del Nilo se obtuvieron pruebas indirectas, tales como morteros, piedras de moler y hojas de sílex, que sugieren haber sido hechas para el procesamiento de cereales y que datan del siglo XII a. C.
- c) En relación con el Sudeste Asiático, hay indicios de que sembraron la tierra desde tiempos tan antiguos, como los asignados a los pobladores del cercano Oriente.
- d) En la India, a pesar de ser considerada como uno de los centros de origen de las plantas cultivadas, aún no se ha encontrado un testimonio firme de domesticación primitiva.
- e) Con respecto al Nuevo Mundo, de las excavaciones realizadas en Tamaulipas y en el Valle de Tehuacán, Puebla, en México, por Richard S. Mac. Neish (S/F), parece deducirse que había una explotación agrícola rudimentaria hacia el 7,000 a. C., aunque las

evidencias concretas de plantas domesticadas señalan una edad de 5,500 a. C. Por otra parte, en Ayacucho, Perú, el mismo investigador encontró restos de especies de frijol plenamente domesticadas que datan de 6,000 a. C., aunque no encontró pruebas de una agricultura primitiva.

Hawkes (1969), citado por Granados y López (1996: 42), explica que la domesticación de plantas se debió a que los **cambios ecológicos** que se provocaron en los lugares donde se estableció el hombre, **por enriquecimiento con desperdicios humanos y de animales en predomesticación**, propiciaron el desarrollo de plantas alrededor de caseríos. De esta manera, la colecta de plantas fue cambiando gradualmente **pasando de la cosecha a la siembra**, de tal manera que el disturbio ambiental en la zona de influencia de los asentamientos humanos, probablemente produjeron condiciones que **favorecieron selectivamente a especies de plantas y animales con alto potencial de domesticación**. En el mismo documento de Granados y López (p. 42), Lewis (1972), señala entre ellas a las de rápido crecimiento vegetativo, abundante reproducción y capaces de resistir el pisoteo, y al fuego, como el cáñamo y otras arvenses. La facilidad de desarrollo de plantas predomesticadas en ambientes disturbados, pudo haber contribuido aún más al proceso de la domesticación. Además, el disturbio y la eliminación de algunas especies vegetales por el hombre, pudieron favorecer la supervivencia de genotipos o hibridaciones interespecíficas (naturales), que de otra manera pudieron ser eliminadas por competencia en un medio ambiente natural, pero que **por poseer características útiles al hombre se fueron conservando**; aunado a esta situación, se agregan otros **elementos tecnológicos como la molienda, conservación, almacenamiento**, etc.

La palabra **domesticación** viene del latín “domus”, que significa casa, hogar; por lo tanto, la domesticación de plantas y animales implica la incorporación de éstos a la economía familiar. En este proceso de domesticación, proceso de selección artificial, no solo se modifica la genética de las plantas y se dirige su evolución, de acuerdo a los intereses de los seres humanos (alimenticios y otros usos), ejerciendo un fuerte control en la dirección del cambio evolutivo; también implica, por regla general, adaptaciones recíprocas entre la especie domesticada y el domesticador (normalmente el hombre), que conduce a una forma especial de **mutualismo**, convirtiéndose en una vía de doble circulación que produce cambios (ecológicos y sociales, también genéticos) tanto en el hombre como en el organismo domesticado: el hombre depende del maíz, como el maíz depende del hombre (Odum, 1987: 269-270). “La domesticación es un estado de relación existente entre dos poblaciones, en la que una de ellas (el domesticador) hace a la otra (domesticada) dos cosas: primero, la población domesticadora actúa para prevenir que la selección natural opere sobre el conjunto genético de la especie domesticada; y en segundo lugar, la población domesticadora impone algún régimen de selección artificial, que opera luego para condicionar la composición futura del conjunto genético de la población domesticada en ausencia de selección natural (Lehr B., S/F, citado por Odum, 1987: 270-271).

Harlan (1976), propone que el paso de razas silvestres a arvenses y a domesticadas, se da por varias vías y más precisamente por interacción múltiple, entre las que apunta las siguientes:

- a) Cultivo de plantas salvajes que representan tendencias colonizadoras de hábitats conservados (arvenses) y selección progresiva de ellas.

- b) Recolección y siembra de semillas de plantas salvajes recolectadas por el hombre, con selección continua.
- c) Cruzamientos naturales entre razas salvajes y domesticadas para dar razas arvenses emparentadas, con el consecuente aumento de diversidad y aparición de estructuras que confieren mayor eficacia a la población para su supervivencia como planta útil al hombre.

De acuerdo con Lehr (S/F), citado por Odum (1987: 271), parece constituir una regla general la de que ninguna domesticación importante fue hecha jamás por el hombre primitivo en las regiones tropicales, donde un abastecimiento estable de alimento podía obtenerse cazando, pescando o recogiendo frutos. Fue ante todo en la región del cercano Oriente y del Asia Central donde se iniciaron las relaciones de domesticación más importantes entre el hombre y las poblaciones de animales de presa (y depredadores, como el lobo), como las ovejas, ganado vacuno, cabras y cerdos. La domesticación de estas especies tuvo lugar en medios que indudablemente imponían periodos de poca oportunidad de captura a los grupos que confiaban únicamente en la economía de la caza, en tanto que los grupos que practicaban la domesticación contaban indudablemente con un abastecimiento de alimento más estable y seguro. En resumen, dice Odum (1987: 271), **la domesticación es un tipo especial y muy importante de mutualismo** que produce cambios profundos en el ecosistema, porque la relación afecta a un gran número de otras especies y procesos (ciclo de los alimentos, corriente de energía, estructura del suelo, etc.) que no intervienen directamente en la acción recíproca entre las poblaciones domesticadora y domesticada: así, por ejemplo, el hombre y su vaca destruirán el medio mediante un pastoreo excesivo, a menos que la relación se regule en términos del ecosistema conjunto, de modo que sea verdaderamente mutualista (beneficiosa para ambos), más bien que de explotación.

Cubero (2018: 110-112), manifiesta que, en el **proceso de domesticación**, la **selección de las plantas** útiles al hombre fue y sigue siendo un elemento necesario, y en su opinión, la selección se ha dado de diferentes maneras, entre las que destaca: la **selección *in situ***, la **selección automática** y la **selección intuitiva**. La **primera** supone que el recolector puede tomar al azar o elegir en el campo, las plantas con las características que le parecen mejores, como: mayor tamaño del grano, espigas menos dispersas, raíces más suculentas, etc., mismas que al reproducirlas conservarían esas características. Inconscientemente, el hombre se quedaría con las plantas que tuvieran los granos más unidos en la espiga, o la mejor raíz o tallo, y que, nuevamente al azar dejara caer en algún lugar frecuentado por él estas semillas o partes reproductivas de la planta, y éstas se volvieron a reproducir, con la posibilidad de volver a ser recolectadas nuevamente por él, y así sucesivamente.

La **selección automática** se llama así, porque el que la realiza u opera no está consciente de lo que hace, y la explica de esta manera: supóngase que se recoge un buen número de granos en plantas silvestres y que se esparcen (se “siembran”) en algún sitio cercano al poblado. Teniendo en cuenta los distintos tamaños de los granos “sembrados”, sus diferentes capacidades germinativas, las diferentes profundidades a la que caigan en ese terreno, etc., las plantas pueden nacer, emerger, crecer, florecer y madurar en tiempos muy distintos. Supóngase que la población nacida de esas semillas (silvestres pero sembradas por el hombre) se recoge en una determinada fecha, por ejemplo, a finales de octubre: muchas plantas no habrán florecido, otras no habrán madurado completamente, otras habrán madurado muy pronto y dejaron caer sus granos. Sólo se recogerán las que habrán germinado, desarrollado, florecido y madurado más o menos al mismo tiempo. Si de éstas se

destina una parte a la siembra del año próximo, el incipiente cultivador habrá escogido sólo una parte de la población primitiva que está caracterizada por plantas que maduran aproximadamente al mismo tiempo. La población que el año siguiente nazca de esas semillas será más homogénea que aquella de la que procede: germinará y madurará en un plazo bastante más estrecho que la primera, pues ha descartado plantas con caracteres desfavorables. Se vuelve a recoger en una única fecha, de nuevo, y se vuelve a reservar una parte del grano para siembra del año siguiente; la población producida será más homogénea respecto al ciclo siembra-maduración en un momento determinado. En unos cuantos ciclos de siembra y recogida en una fecha determinada, el hombre habrá conseguido un periodo de maduración determinado, acorde con sus necesidades; habrá conseguido controlar la reproducción de esa especie: **la ha domesticado**. En definitiva, el ciclo de **siembra de granos cosechados-cosecha- siembra de granos cosechados**, tiene como consecuencia hacer pasar una especie silvestre a una cultivada. **Esto es sencillamente lo que hace posible la agricultura**. A dicho proceso, que ocurre de manera espontánea, el autor le llama selección automática.

La **selección intuitiva**, que sigue a la selección automática es mucho más sistematizada. Para Cubero (2018: 110-112), la selección intuitiva es ya un proceso consciente y va más allá de la automática, que era espontánea. El hombre primitivo, una vez que se da cuenta de un buen carácter en una planta o animal, lo elige y lo reproduce, sin necesitar estudio alguno. Este tipo de selección se siguió practicando hasta el siglo XVIII, cuando comienza la mejora científica que se sistematiza en el XIX; la base genética de la selección se adquiere en el siglo XX.

Al manipular, en las plantas domesticadas, aquellas características que le son útiles y le dan las propiedades para su cultivo, el hombre

ha logrado conferirles a dichas plantas algunas **características generales** como las siguientes (Flanery, 1973): en su mayoría son anuales; producen un alto rendimiento; toleran una amplia variación de hábitats perturbados; se almacenan con facilidad; y tienen plasticidad genética (responden a cambios favorables que los hacen más productivos, más fáciles de cosechar o más fáciles de preparar). Harlan (1976), señala que, en el caso de las **semillas comestibles**, también se observan las siguientes **tendencias**: hacia la pérdida de la capacidad de dispersión, selección en contra del letargo y selección automática de semillas que posean más reservas alimenticias (Citados por Granados y López, 1996: 49-52).

Granados y López (1996: 49-52), señalan algunas **causas que motivaron la domesticación de plantas**: **domesticación por presión demográfica**, indicando que la presión de la población obliga al hombre a procurarse mayor cantidad de alimentos; **domesticación por variantes climáticas**, sugiriendo que los cambios en el ambiente físico que provocan una disminución de los vegetales y animales utilizados comúnmente por los hombres, lo motivan a buscar prácticas que aseguren el suministro de los mismos; y **domesticación por razones religiosas**, en el caso principalmente de animales, en busca de modelos que representaran a sus divinidades y como ofrenda a sus dioses.

Los mismos autores citados en el párrafo anterior, mencionan que el proceso de domesticación de plantas tiene una alta complejidad, por el manejo que se hace de ellas en largos periodos de tiempo hasta llegar a la definición de sus características, por ejemplo: estar bien adaptadas a las condiciones climáticas; resistir a múltiples enemigos; tener un buen nivel de producción (rendimiento); satisfacer los gustos de los consumidores en cuanto a forma, color, sabor, etc.; responder a criterios higiénicos; ser conservables; resistir el transporte, entre otros. Aparte de las ya

citadas, agregan que las características especiales que deben preservarse en cualquier proceso de domesticación, son:

- a) Reducida competencia con otras especies. Los ancestros de las plantas cultivadas tienen relación con malezas y otros organismos; estas especies silvestres son más resistentes, ya que son más agresivas que las plantas cultivadas, y por ende, crecen mejor y más rápido, ocasionando así una fuerte competencia con las cultivadas dentro de su grupo.
- b) Gigantismo. El gigantismo que se provoca en alguna o cada una de las partes de una planta cultivada (tallo, tubérculo, fruto, grano, etc.), es con el fin de satisfacer las necesidades del hombre.
- c) Amplio rango de variabilidad morfológica. Se acepta de manera general que, en las plantas cultivadas, el hombre, y no la selección natural, es responsable de su variabilidad morfológica, buscando satisfacción social en su consumo y comercialización.
- d) Amplio rango de adaptación fisiológica (y ecológica). Esto es consecuencia de traslado de las plantas a lugares con condiciones diferentes a donde crecen silvestres, provocando un proceso de selección natural y aclimatación. Además, en las nuevas regiones, las plantas cultivadas intercambian genes con poblaciones del nuevo lugar, que facilita la variabilidad y adaptación ecológica; la selección artificial, sin duda, también ha jugado un importante papel en las adaptaciones fisiológicas de las plantas.
- e) Supresión de mecanismos naturales de dispersión. El hombre, para poder coleccionar las diferentes semillas necesarias para su sustento, ha propiciado la supresión de los mecanismos naturales de distribución y dispersión de las plantas cultivadas, con el fin de tener un control sobre éstas y cosecharlas con un mínimo de pérdidas, como en el caso de la selección de mazorca y grano del maíz.
- f) Supresión de mecanismos de protección. Las plantas cultivadas han perdido algunos mecanismos de protección, como espinas, mal sabor contra insectos, sustancias tóxicas, etc., pues su

supervivencia ya no depende de su eficiencia para vivir en un medio natural, sino del hombre.

- g) Cambios de hábitat. Las plantas cultivadas frecuentemente difieren con las plantas silvestres en su hábito y formas de desarrollo. Otro cambio que se muestra durante la domesticación es la tendencia de reproducción de perenne a anual en beneficio del hombre; otras características no menos importantes son: mecanismos de la producción en relación a la reducción de fertilidad en semillas de cultivo de reproducción vegetativa.

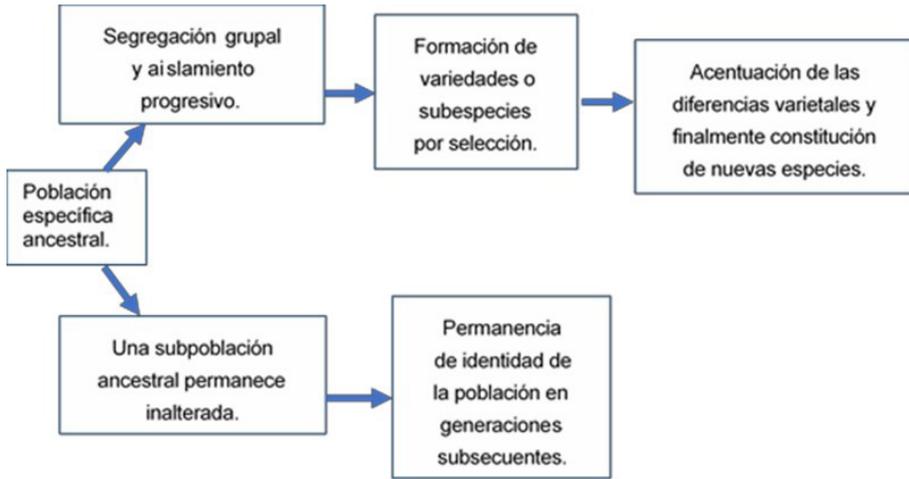
En el proceso de domesticación de plantas y animales, es decir, de su evolución, necesariamente ha intervenido el hombre, desde el momento que interviene en la selección de las características que le interesan de esas plantas y animales, y por la modificación del medio ambiente que lo rodea (fisiográfica, climática y ecológica). De acuerdo con los autores citados, el proceso de selección de esas características deseables, ocurren gracias a dos fenómenos: uno natural, conocido como **selección natural** y el otro artificial, llamado **selección artificial**. Brevemente se dará una idea de ambas, dado que ya no es parte de este documento, sugiriendo consultar la literatura citada y otras especializadas.

El **proceso evolutivo**, en la concepción darwiniana, considera dos elementos principales: la **variación y la selección natural** (Granados y López, 1996: 27-28) o **mutación (especiación)-selección natural** (Cano, 1997: 53-54). A la variación se le debe a que, dentro del marco propio de una especie, prácticamente todos los organismos sean distintos entre sí; esta enorme gama de pequeñas diferencias entre los individuos que forman una población y entre las poblaciones que forman una especie, es la que hace posible el que unos respondan mejor que otros a las condiciones de un cierto medio, lo cual permite a su vez, su **adaptación ecológica**.

La **variación** tiene su origen en dos procesos principales: la **mutación y la recombinación genética** (para Cano, 1997: **mutación y especiación**). Cano distingue variación externa y temporal con mutación). La **mutación** es un cambio o una alteración intrínseca, irreversible y heredable, es decir una modificación permanente en la memoria genética (ADN) de los individuos u organismos, que provoca en él una nueva expresión fenotípica: desde pequeñísimas diferencias hasta cambios radicales, que generalmente son perjudiciales y pueden llevar a la muerte a dicho organismo. Si ese cambio mutacional ofrece ventaja en la lucha por sobrevivir (por ejemplo: ventajas auditivas, mayor velocidad, mayor capacidad de camuflaje) y el portador de tal ventaja alcanza la madurez sexual y se reproduce, el cambio se perpetúa en las generaciones subsiguientes. La **recombinación genética** es ese proceso ininterrumpido y acumulativo, donde se mezclan en generaciones sucesivas los distintos alelos del conjunto de genes que forman el material genético de una especie, que modelan y configuran, rediseñan y reprograman, acentúan las diferencias, y con el tiempo, inevitablemente llevan a la segregación e incompatibilidad entre grupos de una misma especie, dando como resultado genotipos distintos, que en primera instancia dan origen a nuevas variedades (varietización), subespecies y razas, pero que al fin uno de estos grupos formarán una nueva especie (**especiación**); esta especiación o formación de nuevas especies, y el desarrollo de la diversidad de especies tienen lugar cuando la corriente de genes en el depósito común es interrumpida por un mecanismo aislante: cuando el aislamiento tiene lugar por separación geográfica de generaciones que descienden de un antepasado común, puede resultar una **especiación alopátrica**; y cuando el aislamiento es producto de

circunstancias ecológicas o genéticas dentro de la misma área, puede resultar una **especiación simpátrica** (Odum, 1987: 267). En la figura 1 se resume este proceso.

**Figura 1.** El mecanismo de la especiación.



**Fuente:** "El origen de las Especies", según Cano (1997: 54).

La **selección natural** es precisamente el mecanismo mediante el cual unos individuos sobreviven y otros no, o aumenta su población por su ventaja en relación con otros. Este mecanismo favorece el predominio de ciertas características en una población (individuo como conjunto) a través de generaciones sucesivas (a través del tiempo), cuya frecuencia irá aumentando en forma gradual, cambiando el aspecto total de la población, sea de plantas o de animales. Los cambios sufridos por las distintas poblaciones que forman una especie, se mezclan entre sí, tanto más cuanto mayor sea el contacto reproductivo entre estas poblaciones, modificando las características de la especie y provocando el cambio evolutivo de la misma (figura1).

Así, la variación (mutación y especiación en Cano, 1997) es la materia prima para el cambio evolutivo sobre la que actúa la selección natural. La selección natural no crea nuevas características, sino que determina ventajas en la sobrevivencia y reproducción de los individuos (no como individuos aislados) **mejor adaptados** y, por lo tanto, el predominio gradual de sus caracteres dentro de la población, y más tarde en todas las poblaciones con intercambio genético. **La adaptación** significa, entonces, recurso y “dispositivo”, estrategia y opción de ajuste, capacidad de reacción ante condiciones negativas o positivas del medio, y es el mejor testimonio de la plasticidad y de los cambios (variaciones o mutaciones) de los organismos vivos.

Hay que entender bien que la selección natural no actúa en forma radical, imponiendo o desechando un carácter. **En primer lugar**, la selección actúa sobre el individuo como conjunto, no sobre un carácter en forma aislada; aunque en determinadas circunstancias sean uno o algunos aspectos del individuo los que jueguen un papel decisivo en relación con su supervivencia. Por ejemplo, en el desierto, los mecanismos relacionados con la obtención y conservación del agua son de mayor importancia para la sobrevivencia de la especie. **En segundo lugar**, es que su acción es ante todo cuantitativa; favorece o no a los individuos con determinadas características que aumentan o disminuyen su posibilidad de supervivencia y reproducción, así como su porcentaje en el total de la población; sin embargo, ocurre con frecuencia que alelos que determinan una cierta expresión de un carácter, no sean favorecidos, ni sufran una presión negativa marcada, como consecuencia, estos alelos en forma de recesivos, persisten dentro de la especie como una parte de la variación. En conclusión, el resultado de la selección natural es un aumento a través del tiempo de las frecuencias de los alelos que determinan fenotipos que

responden mejor al medio, con la consiguiente disminución de los menos favorables (Granados y López, 1997: 27-28).

La aparición de caracteres favorables en las plantas (y animales) no es causada por el cultivo, dado que las mutaciones son espontáneas y recurrentes en la naturaleza. El cultivo continuado, mediante la selección automática y después con la selección intuitiva (intencionada), lo que hace es fijar el carácter, nunca producirlo, y esa aparición es sucesiva y puede ser distinta de una región a otra, o de un lugar a otro, permitiendo la acumulación de una enorme riqueza genética, riqueza producida por mutaciones espontáneas, que de manera natural quizá nunca hubieran ocurrido. Sin embargo, en ese proceso continuo de sembrar-cosechar-sembrar un cultivo, esos caracteres favorables se van conservando y fijando o consolidando, gracias a la intervención del hombre, y entonces ha iniciado ya el fenómeno de la **selección artificial**.

En la **selección artificial**, se tiene la posibilidad de modificar genéticamente a los individuos de una población, cuando se aplica el mejoramiento genético, y es posible la homogeneidad genética, como en los **clones, cepas o líneas puras**. De acuerdo con Márquez (1985: 1), el mejoramiento genético (conocido como fitomejoramiento) de las plantas nace con la agricultura misma, pues desde el momento en que el hombre (o la mujer), colectan por primera vez semillas de las plantas que han sembrado *ex profeso* en parcelas alrededor de su hábitat, es lógico esperar que de éstas escogieran para la siembra siguiente las provenientes de los mejores individuos, en el sentido de que satisficieran sus necesidades: se va, así, mejorando la población de plantas.

Al inicio quizá de manera espontánea (Cubero, 2018: 111), posteriormente por prueba y error, tales procedimientos de selección se fueron mejorando paulatinamente con el mismo desarrollo de la humanidad, ya

con la aplicación de procesos lógicos o por lo menos conscientes; fue así que mucho antes de que se descubrieran los principios básicos de la herencia y la variación que comprenden lo que hoy llamamos genética, el hombre ya había formado poblaciones de plantas diferenciadas entre sí en alguna característica (dentro de una misma especie) o grupo de características adecuadas a los fines que perseguían y a la influencia del ambiente en que eran cultivadas (Márquez, 1985: 1).

Así, el mejoramiento inicia con la selección de características fenotípicas (externas) útiles al hombre de las especies cultivadas (**selección masal**), que con el tiempo se conocieron como **variedades mejoradas** (las cruza intraespecíficas en ese momento eran naturales, sin la intervención del hombre); pero una vez que se descubren las leyes de la genética (mendelianas) se inicia de manera intencionada el mejoramiento genético por **hibridación**, en el siglo XIX, es decir, mediante el mecanismo de cruzar o hibridar dos individuos afines genéticamente, por medios artificiales, eliminando la autofecundación o autofertilización de las plantas cultivadas, pasando a obtener los híbridos. Más adelante, ya en el siglo XX, se desarrolla la biotecnología (y la ingeniería genética), que manipula el ADN de los organismos, en la búsqueda de mejores cualidades adaptativas y productivas en plantas y animales, dando origen a los **Organismos Genéticamente Modificados** (OGM), más conocidos como **transgénicos**, que en pocas palabras significa la posibilidad de transferir genes de un organismo a otro radicalmente (genéticamente) diferente para obtener esas características deseables, por ejemplo, de hombre a bacteria para la fabricación de insulina, o en maíz el gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* para control de lepidópteros; y en los animales domésticos la posibilidad de obtención de **clones**, cuya viabilidad bioética se encuentra en la mesa de las discusiones.

La **selección artificial** se ha convertido en uno de los recursos científicos más importantes en las últimas décadas, a tal grado que se ha llegado a manipular genéticamente a especies animales y vegetales con el fin de obtener mayor productividad, pero sobre todo con la finalidad de obtener mejores ganancias en este mundo globalizado, donde el mercado y la mercancía se han convertido en los ejes que dinamizan a la sociedad, el capital financiero y a los Estados-Naciones.

### **1.3.3.2. Centros de origen de las plantas domesticadas.**

Se debe al ruso Vavilov una de las explicaciones sobre los centros de origen de las plantas cultivadas, quien observó que, para una especie dada, había variedades exclusivas de una región concreta, que denominó endémicas de tal región, mientras que otras se cultivaban en grandes extensiones. Supuso que tales formas endémicas se habían originado (esto es, domesticado) en dicho lugar y que éste era su centro de origen como especie cultivada. Es importante señalar que su definición de “centro de origen” no se basa en la “variación” a secas, sino en la abundancia de formas endémicas. A las regiones ricas en formas no endémicas, las denominó centros secundarios del cultivo en cuestión (Cubero, 2018:114).

Sin embargo, algunos autores citados por Granados y López (1996: 68-71), dicen que actualmente se considera que las zonas de diversidad biótica reconocidas por Vavilov, en realidad pueden no corresponder a verdaderos centros de origen de plantas cultivadas, ya que el proceso de domesticación de plantas aún se está verificando. Por ejemplo, Harlan (1971), dice que el origen de la agricultura no puede ser remitido a centros definidos, ya que existen testimonios de que este proceso abarcó una amplia área geográfica, involucrando muchas culturas y muchos pueblos que se hallaban en su área específica de dispersión, y los cuales siguieron

distintos patrones de desarrollo, en razón de sus condiciones ambientales y el avance social de los mismos. Así, estos autores coinciden en que los centros de domesticación de plantas, como lugares bien definidos en tiempo y espacio no pueden establecerse, ya que el proceso de evolución es continuo y actual, de donde puede deducirse que la domesticación se inició siglos atrás, pero aún continúa, pues las especies que se cultivan en la actualidad siguen siendo seleccionadas de acuerdo a los intereses del hombre. Para Cubero (2018: 114), hoy es preferible hablar de centros de diversidad primarios y secundarios, en lugar de centros de origen: la diversidad es un hecho, el origen hay que demostrarlo.

Para fines de ubicación, de manera general, se citarán algunos autores que han elaborado sus propuestas de posibles centros de origen de las plantas domesticadas, que de alguna manera nos ubican en la historia y geográficamente, sobre las regiones donde se han encontrado mayor abundancia de restos fósiles de tales plantas, y que se siguen cultivando en esos espacios geográficos como parte de la cultura y economía de esos pueblos y regiones.

Harlan (1971), citado por Granados y López (1996: 70) propone tres centros primarios de domesticación: **Medio Oriente, Norte de China y Centroamérica**, de los cuales evolucionaron primeramente los de **África, sur de Asia, este de la India y el sur de América**.

Para Flanery (1973), citado por Hernández (1986: 16), **la agricultura** se inicia hace unos once mil años en el Cercano Oriente y **hace unos nueve mil años en Mesoamérica**, aparentemente en forma independiente. En el Cercano Oriente se presentaban diferentes nichos para el desarrollo y evolución de la agricultura, a saber:

- a) El circundante a las Ciénegas y desembocaduras de los ríos con alta capacidad de producción vegetal y animal para el sustento del hombre.

- b) Los pastizales dispersos sobre las laderas semihúmedas de las faldas de las montañas Zagros donde prospera una rica fauna silvestre y un gran número de los progenitores silvestres de los cereales menores (trigo, cebada, centeno, avena) y de leguminosas forrajeras.
- c) En las cumbres de las montañas, bosques de encinos, cedro blanco, castaño, haba, pistacho, con un tapiz herbáceo de gramíneas.
- d) Matorrales dispersos en las llanuras áridas.

Explica Flanery (1973), que la agricultura la inician las comunidades humanas desplazadas del área de máxima capacidad de producción espontánea, al romperse el equilibrio entre población y producción de alimentos. Dichos núcleos humanos se establecieron en zonas de pastizal y bosque, dándose los primeros pasos hacia la agricultura; se seleccionan las gramíneas y leguminosas más útiles y se favorecen mayores poblaciones de éstas en los pastizales: surgió así la agricultura temporalera estacional, agricultura típica de las regiones templadas húmedas y semihúmedas del mundo, basada en cereales menores, establecidos al “voleo”. Los cultivos establecidos en este centro, entre otros (en Flánery, más de 200 cultivos), son: trigo, avena, centeno, cebada, garbanzo, lenteja, chícharo, haba, cártamo, mostaza, lino, olivo, membrillero, nogal, palma datilera, ciruelo, peral, manzano, vid, bambú, naranjo dulce, arroz, mangostán, mango, etc.

La **agricultura en el Centro Sudamericano** se desarrolla primero en las tierras altas andinas, lo cual se confirma por el descubrimiento de dos especies de frijoles domesticados (común y lima) en los valles intermontanos peruanos, remontada a 5,600 años a. C. Para Flánery (1973), en el párrafo anterior, la mayoría de las evidencias que muestran las plantas domesticadas en Sudamérica provienen de las costas del Perú.

Sauer (1952), considera que la agricultura en el noreste de Sudamérica se originó debido a la gran diversidad de climas y hábitats ecológicos, y recursos alimenticios de aguas dulces. El complejo de plantas de las tierras altas andinas lo señala como un centro, aunque el gran número de plantas domesticadas y ahí mismo desarrolladas, no tuvieron una dispersión fuera de su zona ecológica.

Amén de cometer errores, quizá por obviar información relevante, en este centro sudamericano, Granados y López (1996: 86) señalan algunos de los recursos vegetales que deben ser estudiados, ya que representan un potencial desde el punto de vista alimenticio e industrial:

- a) Llanura costera y lomas. Algarrobo, hurango, zapote, ceibo, molle.
- b) Montaña andina. Árboles y arbustos como aliso, queñoa, chachas, taya, chorca; plantas medicinales como escrozonera, paico, llantén, verben, amor seco; verduras como culantrillo, berro, atacco; raíces como arracacha, mashua, oca; plantas tintóreas como tara, guinda, tumbo, tuna, pitajaya.
- c) Llanura amazónica. Árboles como aguanto, clavo moena, caucho, copaiba, quintilla, palo de rosa, azafrán, castaña de pará, cashu.

Cualquiera que sea el tiempo y el lugar de la domesticación, el mérito es de los nativos (indígenas) americanos. De una lista de 15 productos (en el original están citados más de 50) que contribuyen a la alimentación mundial, no menos de 6 son de origen meso y sudamericano. Los principales cultivos son: maíz, papa, mandioca, camote, frijol común y cacahuete. Gran aporte significa el algodón americano de tierras altas que se convirtió en el algodón de comercio mundial; el sisal, el henequén y otras fibras americanas también son importantes. El tabaco no es particularmente nutritivo, pero es un narcótico popular y su comercio genera

muchas ganancias. La más importante de las plantas droga en América es la coca, fuente de la cocaína y la chinchona, fuente de la quinina. Además, cultivos como el chile, piña, papaya, aguacate, guayaba, calabaza y tomates son muy populares en todo el mundo, y compiten a la par con los cultivos domesticados en el viejo mundo (Granados y López, 1996: 86).

El **Centro-Sur Mexicano y Centroamericano (Mesoamérica)** incluye el sur de México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Una parte considerable de los recursos de plantas cultivadas del mundo es originaria de esta región, y a diferencia de algunos centros asiáticos y africanos, aquí existen nexos directos entre los tipos cultivados y sus contrapartes silvestres: dentro de los límites de este territorio comparativamente pequeño, se muestra una clara delimitación geográfica en el proceso de diferenciación de especies y variedades en el sur de México y Centroamérica. La ubicación de México, entre las dos Américas, es estratégica y se ha demostrado que el territorio mexicano ha sido escenario en el pasado geográfico de intensas migraciones de plantas de diversa procedencia, y hoy constituye una zona de influencia mixta de los elementos florísticos neotropicales y holárticos (subárticas o neárticas). No menos significativo es el hecho de que México es considerado como centro importante de evolución de flores, plantas en donde múltiples factores han contribuido a la gran riqueza florística que puede contemplarse hoy. Las plantas nativas de América fueron domesticadas por los nativos, evolucionando así los sistemas agrícolas para sustentar las civilizaciones Olmeca, Tolteca, Teotihuacana, Azteca y Maya, entre otras; el complejo agrícola mesoamericano actuó como un centro a causa de que un grupo de plantas, adecuadas para mantener sociedades agrícolas, fueron domesticadas dentro de un área geográfica limitada y al menos algunas de ellas fueron dispersadas del centro de origen a otras áreas (Harlan, 1975). La fisiografía de la región montañosa del

sur de México es diversa, el interior de esta zona es generalmente semidesértica, con montañas, cuencas y valles que se combinan creando una variedad de climas, tipos de suelo y comunidades naturales. La región montañosa disminuye hacia la planicie costera del Pacífico y la vertiente del Atlántico, ésta última presenta claramente un clima húmedo tropical. Dentro de este medio ambiente, el hombre primitivo desarrolló diversos sistemas de cacería y recolección para la obtención de alimento, y eventualmente desarrolló una forma característica de agricultura (Granados y López, 1996: 89-90).

Volviendo a Hernández (1986: 16, 22), dice que, en Mesoamérica, la agricultura también se inicia en regiones de fuertes contrastes ecológicos:

- a) A sotavento, lado seco de las cadenas montañosas, se forman zonas semiáridas habitadas por una vegetación rica en especies vegetales y cruzadas por ríos temporales; hay fuertes declives, con abundantes barrancas formando nichos de vegetación más exuberante.
- b) En las laderas superiores ocurren (existen) bosques de encino y pino.
- c) En las cumbres de las sierras a más de 2000 msnm, dominan bosques de pino y oyameles.
- d) A barlovento, lado húmedo de la sierra, existe una vegetación exuberante con franjas de pino, encino y liquidámbar, reemplazadas debajo de los 1500 msnm por comunidades cada vez con mayor abundancia de árboles con frutos comestibles sapotáceas, anonáceas, moráceas, palmáceas y arbustos y herbáceas con hojas y retoños comestibles.

En México, estas regiones han sido y siguen siendo notorias por la fuerte variación de las lluvias de año en año, de temporada en temporada y de lugar en lugar. Bajo estas condiciones y aún con una alta relación entre área y población humana, la constante e impredecible condición de escasez de alimentos, estimuló la atención hacia el cuidado de ciertas

plantas que pudieran ofrecer la posibilidad de producción de alimentos permitiendo sobrellevar los periodos de incertidumbre en la biota natural. La agricultura se inicia en Mesoamérica como una respuesta a los frecuentes periodos de insuficiencia de producción por la biota natural en condiciones subhúmedas y semiáridas con alta variación climática. El principio de la agricultura en estas regiones se da por medio de la atención a formas espontáneas de especies como *Setaria macrostachia* (zacate temprano), frijol, algodón, maíz, chile, calabaza y aguacate, en nichos con mayor humedad disponible. En Mesoamérica, el manejo de las plantas es individual, lo que redundo en mayor atención a la planta y no a la población cultivada, como en el caso de cereales menores (Hernández, 1986: 22).

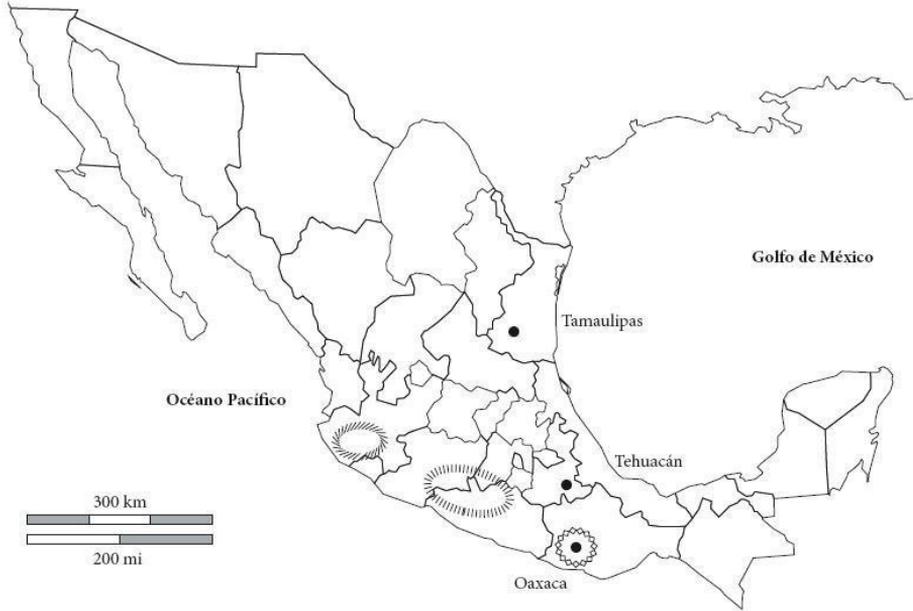
Entre los principales cultivos originarios de Mesoamérica se encuentran: granos como amaranto, frijol común y lima, maíz, etc.; raíces y tubérculos como yuca, camote, jícama, entre otros.; cucurbitáceas de frutos comestibles como chayote, calabaza, chilacayote, etc.; verduras y hortalizas como chaya, chipilín, pacaya, jitomate, quelite, pápalo, y otros más.; otros frutos comestibles como anona, guanábana, chirimolla, mamey, zapote blanco y negro, papaya, nance, etc.; condimentos y saborizantes como chile, epazote, vainilla. Estimulantes y narcóticos como cacao, maguey, entre otros (en el original más de 75 en total). En la figura 2 se aprecia una propuesta sobre las zonas de domesticación de los cultivos que conformaron la “santa trinidad” en México (maíz, frijol y calabaza).

Vavilov señaló que la distribución de las especies vegetales en la tierra no es uniforme, por lo que propuso ciertos criterios para su estudio, mediante su “método fitogeográfico diferencial”:

- a) Análisis de la composición intraespecífica y varietal de las especies cultivadas.
- b) Delimitación de las áreas con mayor diversidad intraespecífica.
- c) Deducción de los procesos de diversificación de las especies.
- d) Localización de áreas ocupadas por especies con formas genéticamente dominante y de formas recesivas a la periferia.
- e) Definición del polimorfismo mediante la ordenación de las especies en grupos genéticos, de acuerdo a sus caracteres morfológicos, afinidades para la fecundación y similitudes citológicas y patológicas.
- f) Ubicación de la distribución geográfica natural de todas las formas de las especies cultivadas y sus parientes silvestres, con especial atención en las concentraciones de variedades y especies endémicas.
- g) Establecimiento del centro de origen primario donde haya una coincidencia de máxima variación y preponderancia de genes dominantes.

En función de la información botánica y datos geográficos, ecológicos y climáticos obtenidos de las áreas de procedencia de las colecciones de plantas, y de más de 1600 plantas domesticadas investigadas, Vavilov propuso primero seis y luego ocho centros de origen primario y dos centros secundarios de las plantas cultivadas, citados a continuación (Granados y López, 1996: 61-68; Cano, 1997: 46). En la figura 3 se presenta un mapa mundial con los principales centros de origen de las plantas y animales domesticados.

**Figura 2.** Mapa de México que muestra las áreas geográficas de domesticación del frijol común, maíz y calabaza, así como la ubicación aproximada de las cuevas de Ocampo, Tamaulipas; Tehuacán, Puebla; y Guila Naquiz, Mitla, Oaxaca. El cuadro inferior indica las latitudes de los sitios y las fechas de domesticación de los cultivos mencionados.



Cultivo	Oaxaca 17°	Tehuacán 18° 30'	Tamaulipas 23°	Suroeste 32°
Frijol	2100	2300	1300	2200
Maíz	6300	5500	4300	3500
Calabaza	10 000	7900	6300	3500

**Fuente:** Adaptado de Smith (2001); Smith (2005); y Kwak et al (2009).

- A) Centro chino. Comprende las regiones montañosas de China central y occidental, y las tierras bajas adyacentes; se han coleccionado 136 plantas endémicas, entre las cuales destacan: soya y otras leguminosas, mijos, bambú, rábano, berenjena, pepino, manzana, durazno, algunos cítricos, albaricoque, persimon, té, cáñamo, cereza, nuez, caña de azúcar y otros.
- Aa) Centro indio: Assam y Birmania. Se consideran como endémicas 117 plantas, entre ellas: arroz, sorgo, frijol mungo, ciertas calabazas, ñame, mango, naranja y otros cítricos, caña de azúcar, cáñamo para fibra, pimienta negra, nuez de betel, cardamomo, alheña (colorante), sen, árbol del caucho, etc.
- B) Centro indio: Indo-malayo. Abarca Indochina y el archipiélago malayo. Se han registrado 55 plantas endémicas, entre las que se cuentan: bambú gigante, jengibre, banano, árbol de pan, cocotero, clavo, nuez moscada, cáñamo de manila, pimienta negra y muchas especies frutícolas.
- C) Centro de Asia Central. Comprende el noroeste de la India. Se registran 43 plantas endémicas, entre ellas: trigo, chícharo, lenteja, mostaza, cártamo, algodón, ajo, zanahoria, cebolla, albahaca, peral, almendro, vid, manzano y otros frutales.
- D) Centro del Cercano Oriente. Comprende la parte media de Asia Menor, Transcaucasia, Irán y las tierras altas de Turkmenistán. Se han localizado 83 plantas endémicas, y algunas son: varios tipos de trigo, avellana, granada, higuera, lechuga, col, melón, alfalfa, adormidera, anís, haba, membrillo, centeno, cebada y avenas.
- E) Centro Mediterráneo. Comprende las costas del mar Mediterráneo. Se han registrado 84 plantas endémicas, entre ellas: ciertos trigos, lúpulo, romero, salvia, menta, lavanda, hisopo, tomillo, alcaravea, ruibarbo, apio, cebollina, puerro, ajedrea, perejil, betabel, algarrobo, olivo, mostaza, lino, tréboles, haba y otras.
- F) Centro abisinio. Comprende Abisinia, Eritrea, y parte de Somalia. Se han registrado 38 especies endémicas; algunas de ellas son: cebada, sorgo, mijo, añil, trigo, okra, cafeto, berro, ajonjolí, ciertos trigos.
- G) Centro del sur de México y América Central. Comprende la parte sur de México, Guatemala, Honduras, Panamá y Costa Rica. Entre

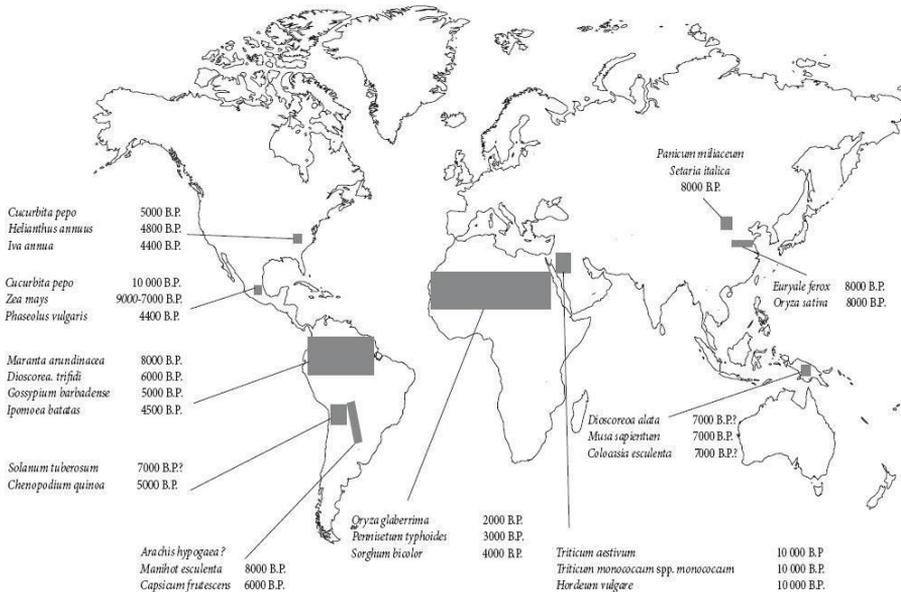
las especies localizadas aquí se registran (más de 50 plantas endémicas): maíz, frijol común, frijol lima, calabaza, camote, chiles y pimientos, ciertos algodoneros, henequén, tabaco, nopal tunero, papaya, marañón, tomate, cacao, cereza, etc.

G) Centro Sudamericano: Peruviano Ecuatoriano. Se han registrado 62 plantas endémicas en los tres subcentros. Destacan aquí: Papa, maíz, frijol, caña, papa, pepino, jitomate, tomate, algodón, guayaba, quina, tabaco.

Ha) Centro Sudamericano: Chiloé, isla de la costa sur de Chile. Las comunes en este subcentro son: papa blanca, fresa.

Hb) Centro Sudamericano: Brasileño Paraguayo. En este subcentro destacan: piña, pasionaria, maní, mandioca (yuca), caucho, granadilla, anacardo.

**Figura 3.** Centros independientes de domesticación de plantas y animales reconocidos hasta el 2006.



Fuente: Adaptado de Gepts (2004) y Smith (2006).

### **1.3.4. Origen y evolución de los animales domesticados.**

De la misma manera que las plantas domesticadas han sufrido la influencia del hombre en su proceso evolutivo, algunos animales no son la excepción. En todo programa de mejoramiento dirigido por el hombre, prevalece un propósito determinado, una intención planificada para obtener una determinada raza o variedad, con fines fijados de antemano. Por el contrario, en la naturaleza ocurren las cosas sin una intencionalidad prefijada; el único “propósito” del proceso evolutivo es reproducción y supervivencia (perpetuación de las poblaciones); la teoría de la evolución señala que las especies están donde están por causas naturales susceptibles de explicación, que deben buscarse en el pasado, visualizando los hechos en una perspectiva histórico-geográfica, apoyándose en el concepto de regiones biogeográficas y la ciencia biogeográfica (la biogeografía estudia la distribución de los seres vivos en la tierra), que señala que esa distribución es discontinua y desigual, tanto en tiempo como en espacio, dadas las barreras naturales que impone el paisaje, como desiertos, océanos, cordilleras, enormes distancias, régimen climático, peligros, y otros más (Cano, 1997: 49). Esta aseveración es válida para plantas y animales, a pesar de las diferencias notorias en cuanto a movilidad y capacidad de adaptación se refiere.

Pero el cosmopolitismo de plantas y animales se ha hecho posible, a la par con el cosmopolitismo de la humanidad, superando en mucho las barreras naturales, gracias a la influencia del hombre en el proceso de domesticación. Y a partir de ese momento, plantas y animales fueron y van por el mundo de la mano del hombre, adaptándose y conquistando otros territorios.

Según Hernández (1986: 15), la convivencia del hombre con los animales se da desde el surgimiento del primero; la utilización humana de los animales es el resultado de miles de años durante los cuales ocurre el

invento de implementos necesarios para la caza. No se sabe a ciencia cierta por qué, ni cómo se llegaron a domesticar a los animales, cuyos restos arqueológicos más antiguos datan de hace aproximadamente 12 o 11 mil años en la región del sudeste de Asia. En la actualidad, según Cole y Ronning (1974), citados por Hernández (1986: 15) sabemos que:

- a) Los animales son heterótrofos, porque dependen de la energía orgánica elaborada por las plantas foto y quimiosintéticas.
- b) La domesticación de animales y plantas involucra el proceso fundamental de encauzar el flujo de energía hacia fines antropocéntricos.
- c) Los primeros animales domésticos fueron el perro, cerdo, cabra, borrego y ganado vacuno.
- d) Los animales domésticos son omnívoros (cerdo) o rumiantes (vaca), capaces de aprovechar la materia orgánica que el hombre no puede consumir, proporcionándole a este alimento y fuerza de trabajo. Y
- e) **La domesticación se manifiesta:** en que el animal pasa toda su vida bajo el control del hombre; que la reproducción del animal está bajo el control del hombre; y que el animal depende del hombre para protección y alimento.

Así como las plantas, la domesticación animal tiene orígenes diversos, siendo impreciso su reconocimiento. Pero, en general, las especies domésticas se caracterizan por su fácil manejo, docilidad e instinto gregario, y por la utilidad que brindan, como alimento, carga, trabajo y en asuntos religiosos (totemismo). Los animales domésticos tuvieron su origen en diferentes centros y se diseminaron a través de los movimientos que tuvo el hombre sobre el planeta. En este proceso, se realizaron cruza selectivas de los diferentes animales para lograr fines específicos o para ajustarlos a ciertas condiciones; lo importante en la historia de

la humanidad, es que este proceso, junto con la agricultura, hace que el hombre deje de ser nómada para convertirse en sedentario, logrando así, por milenios perpetuar y salvar especies que le son útiles. **Los animales domésticos se caracterizan por estar siempre al cuidado de los humanos que les brindan protección y alimentación para poder regular su reproducción**, obviamente no se incluyen en esta categoría a los animales de zoológicos y circos, ni a roedores y primates, que se mantienen en centros experimentales o de investigación, y cuyas características denotan que no han sido introducidos en el hogar; también deben excluirse a los elefantes, porque si bien pueden ser usados por el hombre como bestias de carga, son capturados salvajes para ser amansados por el hombre, es decir, no hay un manejo de su reproducción. Tampoco se puede incluir al reno porque aún viven en libertad la mayor parte de su vida; los pueblos del norte de Asia lo pastorean siguiendo sus rutas de migración, y a través de un amansamiento selectivo, utilizan su leche y lo emplean para el arrastre de trineos, y a los animales más viejos los castran para evitar que se peleen con los jóvenes por las hembras (Granados y López, 1996:167; Reyes, 1981: 29).

**El amansamiento tiende progresivamente hacia la domesticación sólo si el animal capturado se reproduce en cautiverio y es seleccionado por algunas cualidades determinadas, tales como docilidad, tamaño de los cuernos, producción de leche y carne, principalmente.** Los cambios selectivos artificiales tienen una base genética, aun cuando los primeros domesticadores no sabían de esta ciencia formal, Así, por ejemplo, en la historia de la domesticación, las patas de las ovejas se han ido acortando, los cuernos de los chivos enroscando, y probablemente las glándulas adrenales de todos los mamíferos domésticos han disminuido de tamaño, comparativamente con sus ancestros salvajes.

Si bien es cierto que es difícil establecer lugares de origen de la domesticación animal, para Cubero (2018:115-118), la diferencia a favor del Medio Oriente es abrumadora, no solo con respecto a América, sino con África, continente de una riqueza increíble en animales de todo tipo, en especial de rumiantes y équidos, y con Asia, a pesar de logros importantes como el búfalo, el caballo y el cebú, pero probablemente ya bajo la influencia del Próximo Oriente. Las razones son variadas: no sólo hay diferencias en la abundancia sino también en la concentración de domesticados potenciales. En el Próximo Oriente habitaban los ancestros de cabras, ovejas, toros y cerdos, etc. En algunos casos, la domesticación pudo haberse realizado capturando juveniles, como el caso de los elefantes y el gayal (mizán), que finalmente no fueron domesticados debido a su fácil domado; igualmente los asnos, camellos y caballos pudieron seguir este modelo. El carácter juguetón del lobo y su acercamiento al hombre para aprovechar los restos de comida que dejaba, pudieron ser la causa de su domesticación. Ovejas y cabras siguieron otro modelo, dada su costumbre de vivir en manada, el hombre pudo aprender a manejar los rebaños evitando la dispersión de los animales, siguiéndolos cuando buscaban pastos de invierno y de verano, aprendiendo sus rutas y, finalmente, cercándolos y dirigiendo sus movimientos; la trashumanza, desde el rebaño salvaje al domesticado, debió ser una evolución natural. El modelo de domesticación de ovejas y cabras tiene un buen ejemplo en el manejo actual de rebaños de renos.

Para patos y gansos, los antiguos romanos recomendaban recoger sus huevos de los nidos de estas aves migratorias y ponerlos en un lugar adecuado, cubriéndolos luego con redes para evitar el vuelo de las aves nacidas; manteniendo la parvada de esta manera, las aves van perdiendo musculatura en las alas y terminan haciéndose sedentarias,

y estas aves cuyos genes producen alas más débiles son las mejor adaptadas a la cautividad y las que, por tanto, se reproducen mejor en ella. Palomas y gallinas pudieron domesticarse facilitando la nidificación en las proximidades de la habitación humana, Lo mismo pudo suceder con dos insectos importantes para la vida humana: la abeja y el gusano de seda. Los únicos animales que pueden considerarse ganado como tal en América, fueron dos camélidos: la llama, domesticada a partir del guanaco, y la alpaca: la llama fue el típico animal de “todo uso”, la alpaca sólo por la lana (Cubero, 2018: 116-117).

Granados y López (1996: 168-172), mencionan que la mayoría de las teorías del origen de la domesticación tienen en común la necesidad de alimento y piel, pero citando a Hank (1986), dicen que propuso una hipótesis basada en el totemismo, esto es, amansar animales para tenerlos como objeto de adoración (principalmente durante el paleolítico); otros han sugerido que una vía de domesticación se debió a la necesidad del hombre de tener compañía, como es el caso del perro. Mientras que Cubero (2018: 115) dice que se debe tomar en cuenta que el alimento no necesariamente fue el primer objetivo de la domesticación animal, que la piel y el pelo, la fuerza de tracción para el transporte y las labores agrícolas y bélicas, el estiércol como abono y como combustible, su uso como moneda y prestigio, con la ventaja del rumiante, que se adapta a ambientes donde no sobrevivirían ni caballos ni cerdos, pudieron estimular a los seres humanos a la domesticación de algunas especies de animales.

Zeuner (1963), en Granados y López (1996: 169-170) dice que debieron existir ciertas condiciones sociales tanto en el hombre y ciertos animales para que pudiera llevarse a cabo la domesticación, y señalan varias formas en que pudo efectuarse el proceso:

- a) El mutualismo, entre el hombre y algunas especies que se alimentan de desperdicios, relación en que ambos salían beneficiados. El mejor ejemplo puede ser la domesticación del perro.
- b) Parasitismo social. Se ha dado este nombre a la relación entre dos especies, en la que una vive explotando a otra, pudiendo derivar en la domesticación. El ejemplo es el de los renos: el hombre amansa unos cuantos, y los usa como “cebo” para atrapar a otros, siguiéndolos y cazando a los salvajes y cuidando a los amansados; en este caso, el hombre es un parásito social del reno.
- c) Amansamiento o amansado. Es una relación en la que una especie se incorpora al medio social del hombre, a diferencia de lo que sucede con la domesticación, no es total, ya que aun cuando la especie es alimentada, cuidada y trabajada por y para el hombre, en el momento de su reproducción, se aleja de él. Tal es el caso del elefante. Sin embargo, en algunas especies (como el caballo y el cerdo), el amansamiento conduce a la domesticación.
- d) Robo de cosechas. Una vez que se inició la agricultura, hubo más oportunidades para que se instalara una relación entre el hombre y otras especies, ya que algunos herbívoros entraban a los cultivos para alimentarse, lo que posibilitaba su domesticación. Pudo ser el caso de algunos bovinos y équidos.
- e) Domesticación sistemática. Después de la experiencia en el manejo de ciertos animales, el hombre adquirió la capacidad de domesticar otras especies en periodos cortos, como sería el caso de gallinas, avestruces, gansos, etc.
- f) Domesticación a controladores de plagas. Ambos animales entraban a las comunidades humanas para alimentarse de otros animales que constituían plagas para el hombre, el cual al observar tales beneficios los adoptó para domesticarlos. El mejor ejemplo es el gato.

- g) Domesticación de nómadas secundarios. Se dio en aquellas personas que habitaban un medio más desfavorable y que tenían la necesidad de emigrar, para lo cual adoptaron animales que pudieron transportarlos, tales como camellos y caballos.

Culturalmente, un animal domesticado es aquel que se produce en cautiverio y tiene algún uso para la comunidad, la domesticación es un proceso evolutivo que se produce de forma gradual, en cuyo análisis se trata de encontrar una serie completa de estados intermedios que vayan desde las especies salvajes hasta las razas completamente domesticadas, que dependan del hombre para su supervivencia (Granados y López, 1966: 174). Estos mismos autores citan algunas fases de la domesticación:

- a) Las especies estaban incorporadas al medio del hombre, pero tenían oportunidad de cruzarse con formas salvajes.
- b) Las especies totalmente dependientes del hombre, estaban en completa cautividad, sin oportunidad de intercruzarse.
- c) Desarrollo intencional de ciertas características morfológicas: mayor tamaño, reducción de colmillos y cuernos, etc.
- d) Persecución y exterminio de formas salvajes para favorecer a los animales domesticados.

Según Zeuner (1963), citado por Granados y López (1996: 177), las fases de la domesticación son:

- a) Contacto informal entre animales y hombres, con reproducción libre del animal.
- b) Confinamiento del animal en el medio humano, con reproducción bajo custodia.
- c) Reproducción selectiva dirigida por el hombre para lograr ciertas características y cruzamiento ocasional con las formas silvestres.

- d) Consideraciones antropocéntricas conducentes al “desarrollo” y “formación” de razas con ciertas propiedades deseables.
- e) Persecución o exterminio de antecesores silvestres.
- f) Formación de tipos o razas por selección antropocéntrica y aplicación genética moderna.

Granados y López (1996: 177) dicen que el orden en que las especies fueron incorporadas en el proceso de domesticación es el siguiente:

- a) Mamíferos domesticados en la fase preagrícola.
- b) Mamíferos domesticados en la fase agrícola incipiente. Ladrones de cosechas utilizados principalmente para alimento como los vacunos, búfalo, gaur, yak y cerdo.
- c) Mamíferos domesticados posteriormente a la implementación de la agricultura, con el propósito fundamental de apoyar el transporte y el trabajo, pudiendo incorporar tres formas: domesticados por agricultores en la zona silvestre (elefante); domesticados por nómadas secundarios (caballo y camello); y domesticados por civilizaciones riverinas (asno y yak).
- d) Domesticación de animales destructores para controlar daños (hurón, gato).
- e) Domesticación de otros mamíferos: roedores pequeños como conejo y lirón; domesticación experimental de hienas, zorras, gacela, cabra montés; y domesticación de especies del nuevo mundo, como la llama, conejo, cuyo, guajolote y xoloescuintle.
- f) Domesticación de pájaros, peces, insectos (sin clasificación cronológica).

Asimismo, Flánery (1965), citado por Granados y López (1996:186-187), menciona que los principales efectos de la domesticación sobre los animales son:

- a) Tamaño. En general los individuos bajo domesticación son de menor tamaño que los correspondientes silvestres; en fases más avanzadas de domesticación, el hombre favorece a las poblaciones con individuos más grandes, iguales o más chicas que los progenitores.
- b) Color. En general a través del tiempo el hombre impone sus valores selectivos produciendo poblaciones de muy diversos colores, sólo en pocas especies como en asnos y camellos se sigue favoreciendo el color original. La herencia compleja de la coloración del pelaje resulta de la recombinación y de la selección de ciertas mutaciones que se conservan si el nuevo carácter se maneja convenientemente.
- c) Cambios en el cráneo. Se nota una tendencia hacia el acortamiento facial en el cerdo, ovinos, caprinos, gatos y en algunas razas de vacunos; y selección en el alargamiento facial en algunas razas de perros. Los cambios en proporciones faciales repercuten en modificaciones en el tamaño de los dientes y del cráneo de los tipos seleccionados. También se ha manejado la modificación de la cornamenta, como su eliminación en algunos ovinos.
- d) Cambios en el esqueleto. Se notan cambios especialmente en ganado vacuno y porcino. En ciertos grupos como los ovinos, ha habido selección a favor del incremento del número de vértebras de la cola y disminución de las mismas en poblaciones de gatos y perros. En algunos casos, ha habido una selección por desórdenes patológicos óseos, como puede verse en las razas “bulldog” y “salchicha”.
- e) Cambios en el pelo y plumas. Se registra variación bajo domesticación en tamaño, distribución y características del pelo de ciertos animales, como por ejemplo la lana en ovinos, los pelos de la crin y cola del caballo, etc.; y aún más evidente resulta observar el plumaje de las aves bajo domesticación.

- f) Cambios en las partes blandas. Ha variado en función del propósito del hombre en la selección: caballo para velocidad y arrastre; vacuno para carne o para leche; ovino para carne, etc.

Los humanos no son los únicos seres domesticadores (ver figura 3); por ejemplo, cierta clase de hormigas se relacionan simbióticamente en patrones de domesticación con insectos chupadores de los jugos de las plantas: las hormigas protegen a los insectos chupadores de los depredadores, los trasladan de lugar poniéndolos sobre otras plantas, les construyen refugios y en general les prodigan cuidados para un éxito mutuo; las hormigas a cambio, reciben alimento de las dulces gotas nutritivas desechadas por los chupadores. Otro tipo de hormigas son las horticultoras, que recolectan una gran cantidad y variedad de materia orgánica para mantener sus cultivos subterráneos de hongos. Los humanos y sus distintas clases de animales domésticos conjuntamente con las plantas, son excelentes ejemplos de simbiosis o al menos de mutualismo, de donde el humano recibe una recompensa en términos de carne, leche, huevos, pieles, fibras, abonos, potencia motora, elemento de guerra, auxiliar en el deporte, moneda, compañerismo, y otras más (Granados y López, 1996: 168; Cubero, 2018, 115).

No se conoce con certeza en que zonas de la tierra tuvieron su origen las principales especies de animales domésticos. Pruebas arqueológicas indican que las ovejas, cabras y cerdos, así como el perro fueron domesticados antes que el ganado vacuno. Se cree que el caballo actual es originario de Asia Central, norte de Europa y África Septentrional; el ganado vacuno, del norte y centro de Europa, y de Asia, el cerdo de Asia y centro de Europa, y otros bovinos de Asia. Los primeros animales traídos a América fueron de poco rendimiento, comparado con

los tipos actuales. Hasta el siglo XVIII, aparecieron grupos mejorados, y más eficiente en Gran Bretaña, Francia, España y otras naciones de Europa. El segundo tercio del siglo XIX fue, en Inglaterra, un periodo de extraordinario progreso, en el cual la práctica agrícola alcanzó un nivel superior al de cualquier otro país europeo, tomando un desarrollo sin precedente el arte de mejorar las razas animales. Fue, por lo tanto, en el siglo XIX, cuando se inició la importación de razas europeas para emprender el mejoramiento de la ganadería americana. El desarrollo de la ganadería obedece a varias mejoras en las diferentes ramas de la industria animal, entre las cuales se pueden considerar las siguientes (Reyes, 1981: 30).

- a) Mejoramiento de razas por medio de introducciones, selecciones, consanguinidad, cruzamientos e hibridaciones.
- b) Mejores técnicas de producción y manejo de carne, leche (transformación en queso, mantequilla, etc.), fibras (seda, lana, etc.) y huevo.
- c) Mejoramiento de plantas y técnicas de manejo de los pastizales.
- d) Avances en la técnica de alimentación y cría del ganado.
- e) Prevención y combate de enfermedades.

#### **1.4. NATURALEZA Y SOCIEDAD: SU ACCIÓN RECÍPROCA.**

A los hombres primitivos, la experiencia les enseña que, golpeando una roca con otra, podían obtener un arma primitiva que les servía para defenderse de otros animales y de otros hombres, y para la caza. Los antepasados del hombre comienzan a producir instrumentos de piedra y de madera; de ahí arranca la fabricación de herramientas y con ello

comienza el **trabajo**. Gracias al trabajo, las extremidades anteriores del mono antropomorfo se transforman en la mano del hombre, y a medida que las manos van quedando libres para las operaciones del trabajo, el hombre mono va tomando una posición cada vez más erecta. En el momento en que la mano se dedica enteramente al trabajo, se opera el tránsito definitivo a la posición erecta, lo que desempeña un papel importantísimo en la formación del hombre. “El trabajo es, en primer término, un proceso entre la naturaleza y el hombre, proceso en que éste se realiza, regula y controla mediante su propia acción y su intercambio de materias con la naturaleza; en este proceso el hombre se enfrenta como poder natural con la materia de la naturaleza” (Marx, 1974: 130; Gomezjara, 1992: 70-71; Anda, 1985: 23-24).

Con la producción material, iniciada con la agricultura, se explica la clave para comprender la estructura interna de la sociedad y sus relaciones con el medio exterior: la naturaleza que nos rodea. La **producción** se debe entender como un proceso de interacción de la sociedad con la naturaleza (agricultura y otras actividades productivas y transformativas, como la industria), de donde el hombre obtiene los medios de subsistencia que necesita. Al mismo tiempo, el trabajo como fuerza motriz, sirve de base para que el propio hombre se forme como ser social, lo que lo destaca de la naturaleza. Como se ha señalado en el párrafo anterior, al principio, nuestros antepasados utilizaron palos y piedras como instrumentos y herramientas para defenderse de otros animales y para la caza, los objetos más sencillos de la naturaleza que encontraron a mano; esta actividad figuraba todavía como las primeras formas de trabajo, formas instintivas y de tipo animal, actividad primitiva que marca el comienzo del proceso de formación del propio **trabajo humano** (físico e intelectual) en una forma que es patrimonio exclusivo del hombre; actividad

en el que nuestros antiguos ancestros pasaron gradualmente del simple aprovechamiento de los objetos dados de la naturaleza, a la **preparación de instrumentos de trabajo**, factor crucial en el surgimiento del trabajo humano propiamente dicho, y de la agricultura.

La actividad laboral tuvo **dos consecuencias decisivas: primera**, el organismo del antiguo humano empezó a adaptarse al trabajo, que incluye su adaptación al medio, su facultad para caminar erguido, la diferenciación de las funciones de las extremidades superiores e inferiores, el desarrollo de las manos y del cerebro; y **segunda**, el trabajo, al ser una actividad conjunta, estimuló el surgimiento y desarrollo de la palabra articulada, del lenguaje, como medio de comunicación, de acumulación y transmisión de conocimientos, de experiencia laboral y social. El hombre, a diferencia del resto de los animales, modifica la naturaleza y la domina para servirse de ella, como consecuencia del trabajo. Así, de acuerdo con Engels, debemos decir que el trabajo crea al propio hombre (Engels, 1989: 231).

El **proceso de producción**, de manera general, es la acción de los hombres sobre los objetos y las fuerzas de la naturaleza, con el fin de conseguir y crear los medios que necesitan para vivir: alimentos, ropa, vivienda, etc. Así, **el hombre** se distingue del resto de los animales por los rasgos más diversos, sin embargo, **las principales diferencias** se refieren a la producción de instrumentos de trabajo y sus medios de vida, el lenguaje articulado y el pensamiento abstracto; y el **trabajo humano** se diferencia de la actividad incluso de los animales más desarrollados en que, **primero**, representa una influencia activa del hombre en la naturaleza y no una simple adaptación a ella; **segundo**, en que presupone el uso sistemático y, lo que es fundamental, la fabricación de instrumentos de producción; **tercero**, en que el trabajo es una actividad consciente

de los hombres, orientado a un fin concreto; y **cuarto**, en que desde el comienzo mismo tiene carácter social y es inconcebible fuera de la sociedad (Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 33). Así, se forman las relaciones de grupo, primero, y después a mayor escala, donde la producción y el desarrollo de las artes (técnicas, pintura, arquitectura, etc.) se convierte en un proceso social y la cultura en la herencia social que se alimenta a sí misma, la cual aumenta a lo largo de los siglos y emerge para transformar el paisaje natural (Granados y Vázquez, 2010: 37).

**El desarrollo social se diferencia del desarrollo biológico.** Mientras que el segundo es lento, casi imperceptible, el desarrollo social avanza a pasos agigantados, y se producen cambios radicales en poco tiempo (por ejemplo, aprendimos a volar en aviones en 50 años aproximadamente, mientras que la evolución biológica por medio de cambios genéticos necesitó 50 millones de años); el desarrollo biológico, en muchos casos, se hace cada vez más lento en la medida en que una determinada especie de organismos se especializa y se adapta al medio ambiente, mientras que el social se acelera más y más con las conquistas que se van logrando con la ciencia y la tecnología. En la vida social desempeña un magno papel la herencia histórica, por cada generación de medios de producción que han creado las generaciones humanas precedentes, así como la experiencia social, que se plasma en el lenguaje, el pensamiento y la cultura; mientras que la transmisión biológica de las propiedades está limitada por las reservas de información acumuladas en el aparato de la herencia (genes), el heredamiento de la experiencia social es continuo y no tiene límites; la **cultura**, en el sentido más general, es considerada como la plasmación de esa experiencia, el conjunto de valores materiales, intelectuales y espirituales creados a lo largo de la historia humana, que se enriquece con cada generación y nuevos descubrimientos tecnocientíficos. A diferencia

del desarrollo biológico, donde cada cambio ocurre de manera espontánea, inconsciente, la sociedad humana tiene la posibilidad de cambiar conscientemente y con claridad de objetivos, las condiciones de su vida material e intelectual, y regular sus interrelaciones con la naturaleza, que cada día son más importantes. Así, las leyes biológicas, como las demás leyes de la naturaleza, no regulan ni determinan el curso de los fenómenos sociales: la sociedad se rige por sus propias leyes específicas; pero esto no quiere decir que la sociedad se desarrolle aisladamente de la naturaleza, ya que el desarrollo social es inconcebible sin ciertas premisas naturales, como las condiciones naturales que rodean a la sociedad (**medio geográfico**) y el desarrollo corporal del propio hombre, que forman la población (Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 34-35).

Utilizando la moderna clasificación de los sistemas, se puede decir que la sociedad pertenece a los **sistemas abiertos** (sistema es definido como un conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar determinados objetivos; Joansen, 1996: 54), que intercambian con el medio circundante, no sólo energía, sino también materia. **Entre la sociedad y la naturaleza** tiene lugar un metabolismo constante, que se efectúa en el proceso del trabajo, de la producción. El hombre extrae de los reinos vegetal y animal, medios de sustento y materias primas para preparar objetos de uso y consumo. Las riquezas minerales son un depósito que sirve al hombre para fabricar medios de producción. En el proceso de producción se aprovechan **distintas fuentes de energía**: la propia fuerza muscular del hombre, la fuerza de los animales domésticos, del viento y del agua, la fuerza de vapor, de la electricidad y de los procesos químicos, y atómicos e intraatómicos.

El **medio geográfico** influye en el desarrollo de la sociedad en sus distintas etapas, de manera indirecta: a través de las condiciones de

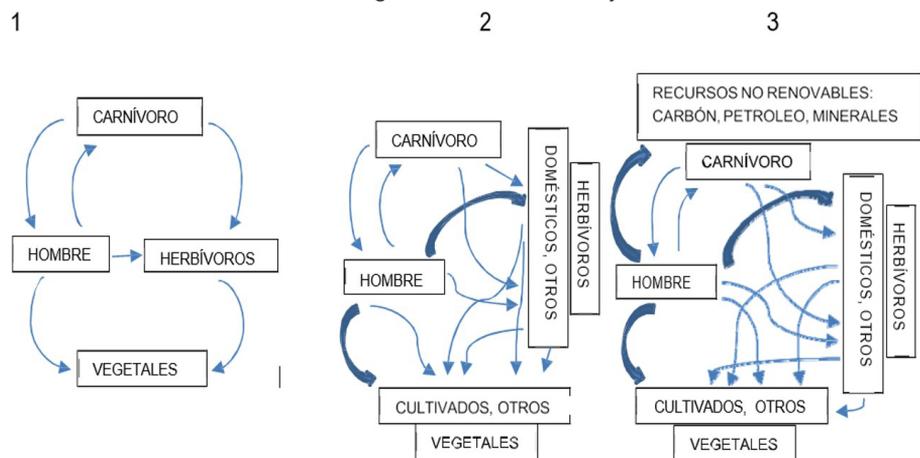
producción y comunicación. En los grados más inferiores de la cultura, cuando el hombre se limita primordialmente a apropiarse de los productos ya preparados en la naturaleza, tienen gran importancia los medios naturales de existencia: la fertilidad del suelo, los frutos y raíces, los peces y otros animales; en grados más elevados de la cultura, cuando se extiende la agricultura y la industria, tiene una importancia incomparablemente mayor la existencia de medios naturales de producción, además de los ya citados: saltos de agua, ríos navegables, bosques, metales, carbón, petróleo, entre otros. En la figura 4 se aprecia la evolución biológica-cultural del hombre, a propuesta de Cano y Enkerlin (1997: 65).

Naturalmente, la orientación de la actividad económica de los hombres no es igual en los distintos pueblos y depende en mucho de las condiciones geográficas que habitan; pero la **influencia de las condiciones geográficas está mediatizada siempre por las condiciones sociales: primero**, por el nivel de desarrollo de la producción (de las fuerzas productivas, de la que hablaremos más adelante), de donde depende que los hombres utilicen de manera distinta las propiedades de la naturaleza que les rodea: se emplean nuevos y nuevos materiales en la producción, la humanidad penetra en nuevos dominios de la naturaleza (entrañas de la tierra, profundidades del mar, el espacio cósmico, etc.) y los conquista para su beneficio; **segundo**, con el avance de la ciencia y de la producción, disminuye relativamente la dependencia de la sociedad respecto de las condiciones naturales: con la producción de materiales sintéticos atenúa la dependencia de la industria respecto de las reservas de materias primas naturales; con la transmisión de energía eléctrica a grandes distancias y con el uso de energía intranuclear, aminora la necesidad de construir empresas cerca de las fuentes locales de energía. La ampliación de los vínculos y la disminución de la dependencia respecto de las condiciones

naturales son dos sucesos condicionados por el acrecentamiento de la actividad humana sobre la naturaleza; las condiciones naturales cambian de por sí con relativa lentitud, pero bajo la influencia del hombre su cambio se acelera: la naturaleza circundante lleva la impronta de la actividad productiva del hombre (Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 38-40).

**Figura 4.** Las tres etapas de la evolución biológico-cultural del hombre:

1. Primitiva o Preneolítica; 2. Agro cultural o Neolítica; y 3: Industrial o Moderna.



**Fuente:** Cano y Enkerlin (1997: 65).

NOTA: Adviértanse, en la figura 4, los patrones cambiantes de interacción (flechas) entre la especie humana, las plantas y los animales en el curso del desarrollo cultural. Durante la etapa primitiva, la lucha hombre vs naturaleza se resolvía en una especie de "empate"; a partir del neolítico, la situación cambiaría radical e irreversiblemente.

La forma de utilización de la naturaleza en la extracción de los productos que el hombre necesita para su existencia o para satisfacer aquellos deseos que va creando el desarrollo, está indisolublemente ligada a la actividad humana en su relación con el sistema natural. La acción humana ha producido efectos y alteraciones en los sistemas naturales, algunos positivos, otros negativos; unos reversibles, otros irreversibles; algunos

temporales, otros de carácter más permanente; unos inmediatos, otros de larga gestación, maduración y duración; visibles a veces, no fácilmente perceptibles en la mayoría de los casos; y a menudo despreciables, pero muchas veces catastróficos. El análisis de cómo la sociedad usa los recursos de la tierra debe considerar en primer lugar a la agricultura, ganadería y silvicultura, de las más antiguas actividades estrechamente vinculadas a la naturaleza, sobre todo con la actividad agropecuaria agroindustrial y la agricultura industrial; las actividades de extracción mineral como el carbón, hierro, cobre, mercurio, estaño, entre otros, y la explotación del petróleo; y las actividades propiamente industriales. Es precisamente con el desarrollo industrial y urbano donde el problema de la contaminación, deterioro y agotamiento de los recursos naturales y productivos adquiere extrema importancia, y que tiene que ver con la capacidad de sustentación de la tierra (Granados y Vázquez, 2010: 51-52).

Sin embargo, la naturaleza es, antes que nada, y sobre todo en la sociedad moderna y postmoderna, el límite de **toda** acción humana. “Lo que distingue a la historia humana de la historia natural es que la primera la hacen los hombres mientras que la segunda no” (Marx, 1974, citado por Torres, 1999: 15). Por tanto, esa historia natural no hecha por el hombre, es sin embargo el espacio mayor en que se desenvuelve la historia humana, que es una historia menor. Lo que el hombre haga o deje de hacer, sólo será explicable en el marco de su incapacidad humana para trascender los límites de la naturaleza, y de la historia natural, en un sentido más amplio. Con ello no se niega, sino se reafirma la principal cualidad del ser humano, que es la transformación de la (y de su) naturaleza, cosa que se debe distinguir de su simple uso. El hombre verdaderamente se apropia de la naturaleza de la única manera que puede hacerlo, que es produciendo. Y es en la producción de los medios de producción

donde está la clave de la diferencia con los animales que han llegado a desarrollar formas de sociedad, sin llegar a tener su concepto. Por tanto, apropiación quiere decir usar y aprovechar, pero también **poseer** y, singularmente, **concebir**. Producción tiene un sentido doble: es producción material y producción inmaterial, dos esferas de la actividad humana. Esto permite entender las nuevas posibilidades del hombre que, a diferencia de los animales, no sólo satisface sino crea nuevas necesidades (sociales principalmente). Y si bien la apropiación es una limitación en el sentido de finalidades externas autoimpuestas a la naturaleza humana y por tanto a la misma naturaleza, es también una forma de percatarse de que la simbiosis y correspondencia entre lo humano y lo natural es algo que sólo puede entenderse como lo específicamente humano. Lo verdaderamente humano no es hacer de la transformación de la naturaleza la clave de la existencia humana, sino la transformación de la naturaleza humana en forma que sea compatible con la naturaleza (para hacerla sustentable). Eso supone la unidad hombre-naturaleza, es decir, una verdadera simbiosis entre la naturaleza y la sociedad, donde la ciencia y la tecnología deben formar un binomio de balance dinámico positivo entre la naturaleza y la sociedad (Torres, 1999: 15-16, 22).

De acuerdo con Torres (1999: 26-27), se pueden marcar cuatro momentos definitorios en la larga marcha de la interrelación hombre-naturaleza:

- a) El hombre vive y se apropia de la naturaleza tanto de manera objetiva como subjetiva, pero no hay una relación recíproca entre ambos, ya que el hombre toma, pero no da (recolección, caza, pesca y extracción).
- b) El hombre establece las funciones de la sociedad orgánica, mediante estrechamientos que buscan mejorar la situación del manejo de los recursos naturales. Esto significa la práctica de la agricultura,

ganadería y forestería, que mantienen un balance de nutrientes al suelo respecto a la capacidad de extracción de materiales y energía. El paso de una (inciso a) a otra (inciso b) situación, equivale al desarrollo que conduce a las civilizaciones, en donde se establecen las bases del desarrollo de toda forma de cultura.

- c) Pero la sociedad que perdura miles de años, quedará disuelta de manera relativamente rápida, lo que lleva a una ruptura de la sociedad orgánica, con el consecuente desgarramiento de sus bases naturales: por el desarrollo del capitalismo (a partir del siglo XVI), basado en la acumulación de la ganancia, que queda apropiada por los dueños de los medios de producción, en detrimento de los trabajadores directos y los campesinos. Este desgarramiento conduce a un hueco cada vez mayor que se expresa en la incapacidad de mantener la dotación y aprovechamiento natural y socialmente justo de los recursos naturales: se pasa de la relativa armonía en la sociedad orgánica (entre hombre- naturaleza), a la desarmonía del capitalismo (periodo moderno).
- d) Con la disolución de esta sociedad orgánica, degradada por la ruptura de la unidad hombre-naturaleza por el periodo moderno y postmoderno (sociedad del conocimiento o de la información), pasamos a un momento nuevo, que estamos viviendo, donde se presentan dos posibilidades y dos alternativas: primero, ajustar los fines a los medios, o sea, conciliar la sociedad “inorgánica” con un manejo sustentable de los recursos naturales; o segundo, la restauración de la relación fundamental (hombre-naturaleza) de manera diferente. No el regreso al pasado, sino alcanzar una forma diferente en la relación hombre y naturaleza, consciente, y con la voluntad de alcanzar a todo el globo, cosa que no ocurrió en el pasado. Sólo resolviendo la contradicción en la relación hombre-naturaleza (de sujeto-objeto), podrá alcanzarse el florecimiento de la nueva

sociedad orgánica, una sociedad sustentable y compatible, donde el hombre sea al mismo tiempo sujeto-objeto y la naturaleza también sea al mismo tiempo objeto-sujeto, una sociedad que logre ser compatible los fines con los medios, no sólo cambiando estos últimos sino también cambiando los fines.

La **interacción de la sociedad y la naturaleza** en la etapa actual se distingue por una peculiaridad: toda la superficie del globo terráqueo es campo de acción del hombre, que rebasa incluso los límites de la tierra y se extiende al espacio cósmico. El hombre aprovecha casi todas las substancias de la corteza terrestre y casi todos los tipos de energía natural. Pero paralelamente a la ampliación de la actividad del hombre, crece también el peligro de su influencia incontrolada sobre el medio natural, por ejemplo, la alteración del equilibrio entre los distintos procesos de la naturaleza, la contaminación de las aguas y del aire con los residuos industriales y substancias radiactivas, el cambio climático, entre otros, atentando contra la producción de alimentos primarios (agricultura, ganadería, etc.). Hoy pasa a ser una necesidad vital de la humanidad aprovechar racionalmente los procesos de la naturaleza a escala planetaria, pues sólo así podrá el hombre convertirse en dueño auténtico de la tierra. A esta necesidad, expresada en el concepto de **noósfera**, creada por las ciencias naturales y sociales como esfera de la acción recíproca de la naturaleza y la sociedad, creada por el progreso de la ciencia, de la concepción científica de la historia humana y natural, y del trabajo social de la humanidad, presupone el aprovechamiento organizado y planificado de los recursos y fuerzas de la naturaleza a escala de países y del planeta entero, de tal manera que tengamos la oportunidad de heredarles algo digno a las futuras generaciones.

**CAPÍTULO II**  
**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**  
**AGRÍCOLA EN MESOAMÉRICA**



## 2.1.- SISTEMAS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

### 2.1.1. ¿Qué son los sistemas?

**A**ntes de explicar que son los sistemas de producción, se intentará dar una idea general sobre el concepto de sistema (social, mecánico, biológico, humano), sin la intención de teorizar, debido al poco conocimiento del que esto escribe sobre el tema. Sólo aclaro que el estudio de los sistemas está de moda y que muchos autores han incursionado en él, por la importancia que ha adquirido como enfoque de estudio, sobre todo en los sistemas sociales, biológicos y ecológicos, que interesan a los Ingenieros Agrónomos. Su estudio se ha abordado por dos “líneas de pensamiento” diferentes: la teoría de sistemas generales, que tiene como esfuerzo central llegar a la integración de las ciencias; y la “ingeniería de sistemas” o “ciencias de sistemas”, cuyo esfuerzo es más práctico (Johansen, 2001: 53).

El concepto de **sistema** se define como “un conjunto de partes coordinadas y en interacción para alcanzar un conjunto de objetivos”. Otra definición dice que “un sistema es un grupo de partes y objetos que interactúan y que forman un todo, o que se encuentran bajo la influencia de fuerzas en alguna relación definida”; una tercera definición de sistema, que no difiere sustancialmente de las anteriores, y que Johansen utiliza como referencia en su obra, dice que los sistemas son “un conjunto de partes y sus interrelaciones” (Johansen, 2001: 54-56). Spedding (1979: 27), dice que los sistemas son conjuntos de componentes que interaccionan unos con otros para un propósito común, de tal forma que cada conjunto se comporta como una unidad completa. Buenos ejemplos de sistemas somos los seres humanos, plantas, animales y empresas agrícolas.

Para el estudio de los sistemas, es necesario conocer otros conceptos relacionados con su análisis, que la mayoría de los autores reconoce, como los conceptos de *sinergia*, *recursividad*, *subsistema*, *supersistemas*, *niveles de organización*, *fronteras del sistema*, *sistemas abiertos* y *sistemas cerrados*, y *componentes del sistema* (basado en Johansen, 2001: 35-85), que de manera breve se tratará de explicar, invitando a leer sobre ellos, ya que a lo largo de la formación y desempeño profesional del Agrónomo se seguirá en contacto con este tipo de conocimiento.

¿Qué es **sinergia**, o cuando existe sinergia? Simplemente, dice Johansen (2001: 35-36), cuando  $2 + 2$  no son cuatro sino 5 u otra cifra; en otras palabras, cuando la suma de las partes es diferente del todo, señalando que un objeto (tangibile o intangible) posee sinergia cuando el examen de una o alguna de sus partes (incluso a cada una de sus partes) en forma aislada, no puede explicar o predecir la conducta del todo. Existen objetos que poseen sinergia y otros no, y lo que hace la diferencia es la *existencia o no de relaciones o interacciones* entre las partes de ese todo, y los que poseen sinergia se les llama *sistemas* (y los que no poseen sinergia se les llama *conglomerados*, en que la suma de sus partes es igual al todo, o si las posibles relaciones que entre ellos se desarrollan, no afecta la conducta de cada una de las partes); y cuando se descubre que el objeto de estudio en cualquier disciplina, pero sobre todo en fenómenos sociales, biológicos y ecológicos, posee como una de sus características la sinergia, entonces el enfoque (o método) de sistemas se hace necesario para su estudio (el método reduccionista queda eliminado). Así, es necesario comprender que, cuando la situación en estudio posee sinergia o es un objeto sinérgico, el análisis, o los mecanismos aplicados sobre ella para que desarrolle una conducta esperada, debe tomar en cuenta la interacción de las partes componentes y los efectos parciales que ocurren en cada una de ellas. En conclusión,

los objetos presentan una característica de sinergia cuando la suma de sus partes es diferente del todo (“menor o mayor”), o bien cuando el examen de una de sus partes no explica la conducta del todo; y entonces, para explicarnos la conducta global (total) de ese objeto, es necesario analizar y estudiar todas sus partes y, si logramos establecer las relaciones existentes entre ellas, podremos predecir la conducta de ese objeto. En otras palabras, cuando nos encontramos con un objeto con características sinérgicas (sistemas) debemos tener en cuenta la interrelación de las partes o componentes y el efecto final será un “efecto conjunto”.

Se puede entender por **recursividad** (Johansen, 2001: 36-37) el hecho de que un objeto sinérgico, un sistema, esté compuesto de partes con características tales que, a su vez, son objetos sinérgicos (sistemas). Así, se habla de supersistemas, sistemas y subsistemas: lo esencial de la recursividad, entonces, es que cada uno de estos objetos, no importando su tamaño, tiene propiedades que lo convierten en una totalidad, en elementos independientes; es decir, el concepto de recursividad va de “individuo” en “individuo”, destacándose una jerarquía de complejidad, ya sea en forma ascendente o en forma descendente. De aquí se desprende que el concepto de recursividad se aplica a sistemas dentro de sistemas mayores, y a ciertas características particulares, a ciertas funciones y conductas propias de cada sistema, que son semejantes a la de los sistemas mayores. Pero no todos los elementos o partes de una totalidad son totalidades a su vez; en el caso de naranjas formando una cruz, cada naranja no forma una cruz, no existiendo aquí la característica de recursividad en el sentido de que cada una de las partes del todo posee, a su vez, las características principales del todo. No así en el caso de una célula, un hombre, un grupo humano y una empresa; es probable que, a primera vista, no observemos entre ellos ninguna relación y los consideremos

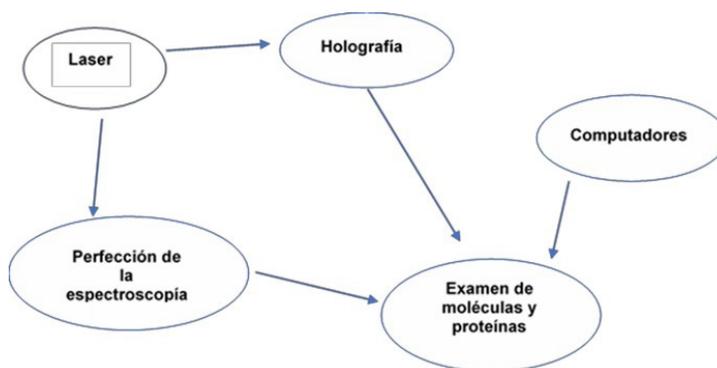
entidades independientes, pero un rápido análisis puede llevar a la conclusión de que sí existen relaciones: el hombre es un conjunto de células, y el grupo es un conjunto de hombres; podemos establecer una recursividad célula-hombre-grupo; y aún más, el hombre no es una suma de células ni el grupo es una suma de individuos, por lo que tenemos aquí elementos recursivos y sinérgicos. Concluyendo, la idea de sinergia es inherente al concepto de sistemas, y la idea de recursividad representa la jerarquización de todos los sistemas existentes (subsistemas, sistemas y supersistemas), es el concepto unificador de la realidad y de los objetos.

Johansen (2001: 48-49), citando a Kahn y Wiener (2,000), expresa el siguiente ejemplo para explicar un caso de sinergia y recursividad: los avances del estudio del rayo láser ayudaron al descubrimiento de la Holografía. El holograma puede hacer visibles registros y proyecciones en tres dimensiones, ayudando en los estudios de ampliación de imágenes. A su vez, el estudio del laser condujo a un mejoramiento en el conocimiento de la Espectroscopía. Por otro lado, y en forma aislada, se desarrollaba y perfeccionaba la técnica de los computadores. Al reunir estos cuatro avances relativamente independientes de la ciencia y la tecnología, se observó que presentaban características tales que permitían examinar un campo o sistema hasta entonces desconocido dentro de la bioquímica: las moléculas y proteínas completas. En este caso, los avances de diferentes sistemas permitieron penetrar en un sistema de recursividad inferior, pero importantísimo para la vida por sus consecuencias en la bioquímica, la química y la genética molecular. Del conocimiento de este nuevo sistema deben salir, a su vez, grandes avances de extraordinaria importancia en los campos de la medicina (medicamentos, antígenos, vacunas, drogas y otros) y en la genética (como el control hereditario y otros avances quizá hoy día nunca imaginados). En la figura 5 se aprecia la propuesta.

Los conceptos de **subsistema y supersistema** remiten a esa jerarquización que ya vimos con la recursividad. En general, se puede señalar que cada una de las partes que encierra un sistema puede ser considerada como un subsistema, es decir, un conjunto de partes e interrelaciones que se encuentra estructural y funcionalmente dentro de un sistema mayor, o que posee sus propias características: pero el asunto no para allí, ya que el departamento escolar, el Puerto Chiapas, el matrimonio, el planeta tierra, pertenecen, a su vez, a un sistema mayor: respectivamente a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UNACH, al municipio de Tapachula, a la comunidad y al sistema solar; es decir, son subsistemas de sistemas mayores: supersistemas. De esto se deduce que tanto los subsistemas, como sistemas y supersistemas, requieren cumplir ciertas *características sistémicas*, tema aún bastante discutido, pero se pueden mencionar algunos criterios generales: el primero es *la recursividad*, ya mencionado. El segundo se refiere a la *viabilidad*, entendida como la capacidad de sobrevivencia y adaptación de un sistema en un medio en cambio (evidentemente el medio de un subsistema será el sistema o gran parte de él): subsistemas viables están contenidos en sistemas viables, y éstos están contenidos en supersistemas viables. El tercer criterio es el de *funcionalidad*, desarrollado para sistemas dinámicos abiertos (vivos), señalando cinco funciones que debe cumplir todo sistema viable: funciones de producción (subsistema), cuya función es la transformación de las corrientes de entrada en el bien/servicio que caracteriza al sistema; funciones de apoyo (subsistema), que busca proveer, desde las funciones de producción, los elementos necesarios para la transformación; funciones de mantención (subsistema), encargadas de que las partes del sistema permanezcan dentro del sistema; subsistema de adaptación, que busca llevar a cabo los cambios necesarios para sobrevivir en un medio de cambio; el subsistema de dirección, encargado de coordinar las actividades

de cada uno de los restantes y tomar decisiones en los momentos adecuados. Un ejemplo claro de estas funciones lo encontramos en una empresa agropecuaria: producción en el campo; apoyo en las adquisiciones, ventas y relaciones públicas; mantención como función de relaciones agroindustriales; adaptación, en estudios de mercados, capacitación e investigación; y dirección en la alta gerencia y línea ejecutiva.

**Figura 5.** Un caso de sinergia y recursividad.



**Fuente:** Kahn y Wiener (2,000), citados por Johansen (2001: 49).

Los **niveles de organización** se refieren a una cadena que va de lo más pequeño a lo más grande, pensando en la idea de recursividad: subsistema- sistema-supersistema. Así, se puede empezar con las partículas atómicas de una parte del cuerpo humano, hasta llegar al universo; lo importante, *cuando se habla de niveles de organización, es que vamos pasando de estados de organización relativamente simples a estados de organización más avanzados y complejos*. La *complejidad* se puede definir, para los propósitos de este tema, de acuerdo a las interacciones entre componentes y subsistemas del sistema, y por la variedad de cada uno de los subsistemas; la *variedad* se refiere al número de estados posibles que puede alcanzar un sistema o un

componente. Así, un sistema tiende a ser más complejo cuando tanto las interacciones y la variedad aumentan, lo que quiere decir que, a medida que se van integrando subsistemas y sistemas, se va pasando de una complejidad menor a una mayor, y viceversa.

Boulding, citado por Johansen (2001: 60-63), ha formulado una escala jerárquica de sistemas, partiendo de los más simples a los más complejos: el primer nivel se refiere a *estructuras estáticas (marco de referencia)*, como la geografía y anatomía del universo, entre los que menciona a la estructura de los electrones alrededor del núcleo, los átomos en una fórmula molecular, la anatomía del gen, de la célula, la planta y los animales, la estructura de la tierra, el sistema solar y el universo astronómico. El siguiente nivel son los *sistemas dinámicos simples con movimientos predeterminados (nivel de "movimiento del reloj")*, como el sistema solar, desde las máquinas más simples hasta las más complicadas como los dínamos, gran parte de la estructura teórica de la física, la química y aún de la economía. El tercer nivel son los *mecanismos de control o sistemas cibernéticos (nivel termostato)*, que tienden a mantenerse dentro de cualquier estado de equilibrio, dentro de ciertos límites, como el modelo homeostático de suma importancia en fisiología. El cuarto nivel lo constituyen los *sistemas abiertos (nivel de células)*, en que la vida empieza a diferenciarse de las materias inertes, y en la medida que se asciende en la escala de complejidad en la organización hacia los sistemas vivos, son importantes la mantención de la estructura y la autorreproducción (algunos ejemplos de sistemas abiertos simples son las llamas, los ríos, entre otros). El quinto nivel puede ser denominado *genético-social, tipificado por las plantas* y domina el mundo empírico botánico, con dos características importantes, primero la división del trabajo celular para formar órganos diferentes, pero mutuamente dependientes, y segundo, una profunda diferenciación entre fenotipo y genotipo, aunque

no hay desarrollo de órganos de los sentidos altamente especializados. El sexto nivel se refiere al *reino animal*, con un nivel de mayor complejidad en su organización, con un incremento en la movilidad, conducta teleológica (con propósitos) y en la conciencia, con receptores de información especializados (ojos, oídos), desarrollo del sistema nervioso y del cerebro. El séptimo nivel es el *humano*, como individuo, considerado como sistema, donde la conciencia y la reflexión son importantes, así como la capacidad de saber, relacionar, crear e interpretar símbolos complejos. El octavo nivel lo forman las *organizaciones sociales*, definidos como un conjunto de roles interconectados por canales de comunicación, donde el contenido y significado de los mensajes, de la naturaleza y dimensión de los sistemas de valores, de los registros históricos, del arte, música, poesía, etc. son las características importantes. El noveno nivel está constituido por los *sistemas trascendentales*, donde se encuentra la esencia, lo final, lo absoluto y lo inescapable, el pensamiento. Un décimo nivel, aportado por Thienemann (1965), es el *sistema ecológico*, referido sólo al ecosistema terrestre (también conocido como biósfera o ecósfera), aunque bien puede extenderse al sistema solar o a todo el universo.

Las **fronteras del sistema** se refieren a aquellas líneas que separan el sistema de su entorno (o supersistema) y que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él. No es fácil establecer la definición o las fronteras de un sistema, por las siguientes razones: primero, porque es bastante difícil aislar los aspectos estrictamente mecánicos de un sistema; segundo, el intercambio o la relación entre sistemas no se limita exclusivamente a una familia de sistemas, debido a su contacto permanente con el mundo exterior, es decir, un continuo intercambio de energía y de información entre el sistema y el exterior; y tercero, porque existe un continuo intercambio de interrelaciones tiempo-secuencia, y que cada efecto puede

tener su causa, de modo que estas presiones del medio hacia el sistema pueden modificar su conducta y que, a la vez, este cambio de conducta modifica al medio y su comportamiento. Esta última aseveración, actualmente, se torna cada vez más dramática por la presión que ejercemos sobre la tierra y sus recursos, rompiendo el equilibrio ecológico que se ha desarrollado a través de millones de años, por medio del desarrollo de los seres vivos, incluido el hombre, y el medio geográfico, llegando al extremo que algunos autores llaman “ecocidio”.

El **sistema cerrado** se define como aquel cuya corriente de salida, es decir, su producto, modifica su corriente de entrada (conceptos que explicaré más adelante), es decir, sus insumos; por ejemplo, un sistema de calefacción, en el que la corriente de salida, calor, modifica la información que recibe el regulador del sistema, el termostato. Mientras que un **sistema abierto** es aquel cuya corriente de salida no modifica su corriente de entrada; por ejemplo, un estanque de agua, en el que la salida de agua no tiene relación directa con la entrada de agua al estanque. Sin citar otras definiciones, Bertalanffy (1968), define un sistema cerrado como aquel que no intercambia energía con su medio (ya sea de importación o de exportación) y el sistema abierto es el que transa con su medio. Finalmente, Johansen (2001: 69-70), define un sistema abierto *como aquel que interactúa con su medio, importando energía, transformando de alguna forma esa energía y finalmente exportando la energía convertida*; y un sistema cerrado *es aquel que no es capaz de llevar a cabo esta actividad por su cuenta*. Ejemplos típicos de sistemas abiertos, que es lo que más interesan a los involucrados con la agricultura, son las plantas y animales, incluido el hombre y sus organizaciones sociales, manifestado ese intercambio de energía, como señala Johansen, en sus funciones de crecimiento, desarrollo y reproducción, que deben ser energizadas por corrientes del medio (oxígeno, alimento, bebidas, vestido, recursos, etc.).

Los **componentes, características o elementos generales de un sistema (dinámicos abiertos)**, son los siguientes: **corriente de entrada, proceso de conversión, corriente de salida, y la comunicación de retroalimentación**. Por **corriente de entrada** se entiende a la energía que el sistema recibe para su funcionamiento y mantención. Johansen (2001:69-70) aclara que se utiliza el concepto de “energía” de manera general, para señalar todos los insumos (recursos materiales, financieros, humanos, información, etc.), que el sistema recibe o “importa” de su entorno. En general, se puede señalar que la dependencia del sistema de sus importaciones de energía desde el medio constituye una seria restricción para éste, y no es difícil encontrar sistemas que luchan tenazmente para tener un mayor acceso y/o control sobre las fuentes de energía. Ejemplifica con un bosque de pinos donde invita a comprender la dramática lucha que sostienen para alcanzar los rayos solares, que los lleva a sacrificar su grosor, para obtener mayor altura y evitar ser tapados por árboles vecinos: el quedar bajo de otros árboles significa lisa y llanamente su muerte. Otro ejemplo son los cultivos: de no recibir a tiempo el fertilizante y la limpieza proporcionados por el hombre, sería muy difícil que alcanzaran el mínimo de rendimiento físico requerido.

El **proceso de conversión** es la función que ejercen los sistemas para mover y hacer actuar sus mecanismos particulares con el fin de alcanzar sus objetivos para los cuales fueron diseñados, ya sea por el hombre o la naturaleza, es decir, es el proceso por el cual convierten o transforman la energía (en sus diferentes formas) que importan del medio, y que representa la “producción”, característica del sistema particular. Así, las plantas importan energía solar y mediante un proceso de conversión (fotosíntesis), transforman esa energía en energía química, oxígeno y fotosintatos; un productor agrícola transforma recursos materiales, humanos, financieros y de información (conocimiento) en alimento para su familia y la sociedad.

La **corriente de salida** equivale a la “exportación” que el sistema hace al medio, como el oxígeno en las plantas, del transporte en un taxi, etc. En la mayoría de los casos, existen varias corrientes de salida: el oxígeno en las plantas, el alimento o frutos que produce, el abono que proporciona, entre otras. Generalmente, las corrientes de salida se pueden dividir como positivas y negativas para el medio (otros sistemas en general), que utilizan o no la energía que exporta ese sistema, considerándose positiva cuando es “útil” a la comunidad y/o al medio, y “negativa” en el caso contrario: el oxígeno y los frutos son positivos, pero en el caso de la amapola, la droga que produce es considerada negativa por sus efectos nocivos para el hombre; el servicio del taxi es positivo, pero la contaminación que produce es considerado negativo. La relación que existe entre la corriente de salida positiva y negativa determina, en última instancia, la supervivencia del sistema; cuando la corriente de salida positiva es mayor que la negativa, se dice que el sistema es “viable”.

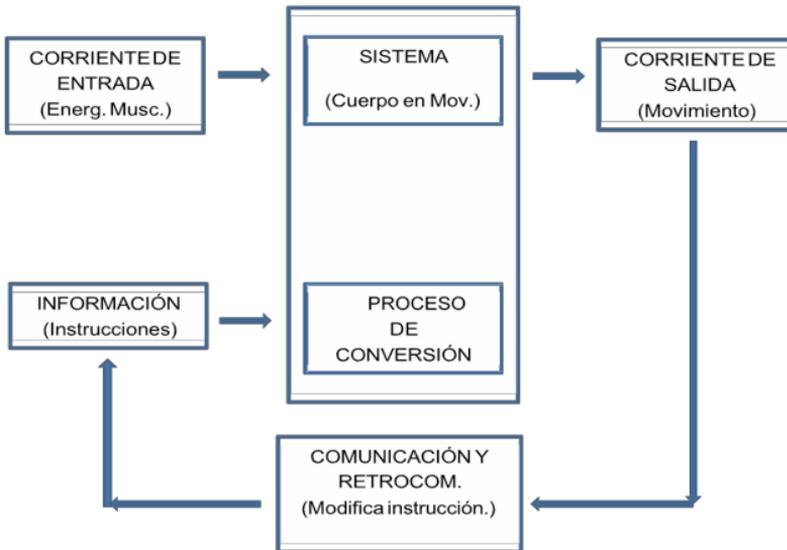
La **comunicación de retroalimentación** de un sistema se refiere a la información que indica cómo lo está haciendo el sistema en la búsqueda de su objetivo, información que es introducida nuevamente al sistema con el fin de que se lleven a cabo las correcciones necesarias para lograr su objetivo. Desde este punto de vista, es un mecanismo de **control** que posee el sistema, para corregir el rumbo de su acción y asegurar el logro de su meta. Esto significa que el sistema debe estar capacitado para observar ese medio, para estudiar su conducta en relación a él e informarse de los resultados y consecuencias de esa conducta para la existencia y la vida futura del sistema; en otras palabras, debe **controlar** su conducta, con el fin de regularla de un modo conveniente para su supervivencia. Así, el concepto de retroalimentación se relaciona más con la interacción del sistema con su medio o su “clientela”: mediante este proceso, el sistema se entera de las necesidades,

demandas y restricciones del ambiente, así como del resultado de sus propias acciones, es decir, de los efectos que sus productos han tenido sobre el ambiente y sobre el propio sistema. De acuerdo con los conceptos de entropía y neguentropía, debe ser una *retroalimentación negativa* para que el sistema sea viable. Un esquema general de sistema se ve en la figura 6.

Para estudiar los sistemas de producción agropecuarios, se han creado modelos que simulan esa parte de la realidad, mediante un proceso que se ha llamado **caracterización** (también conocido como “definición del sistema de recursos”). La caracterización es el conocimiento integral de las circunstancias naturales, físicas económicas, socioculturales y ambientales de los sistemas de producción agropecuarios, mediante la toma de información y el análisis crítico de esta caracterización para conocer y entender las posibilidades, debilidades, fortalezas y carencias que permitan formular hipótesis acerca de la estructura, función, manejo y razón de ser de los sistemas de producción (Muñoz et al, 1998). Astier et al. (2000), dicen que es un procedimiento mediante el cual, los productores e investigadores llegan a identificar las prácticas actuales de producción y comprensión de su racionalidad para priorizar las necesidades, definir las alternativas tecnológicas y las potencialidades de los sistemas productivos agropecuarios. Muñoz (2014: 13-17) también dice que los **elementos más relevantes para una caracterización** son los siguientes: definición del límite del sistema, determinación de los componentes (biológicos, recursos, económicos, sociales, etc.), determinación de las interacciones, y determinación de las entradas y salidas del sistema; a estos elementos, Astier et al. (2008), agregan los elementos de tiempo y espacio específicos. Muñoz (1998) y Astier (2008) dicen que estos elementos llevan a establecer algunas variables como: las **variables de identificación**, que son aquellas que hacen referencia a la existencia

espacio- temporal del sistema y se relacionan con aspectos de tipo físico, biótico y socioeconómico; **variables de manejo**, que son aquellas que hacen relación a la toma de decisiones de manejo del sistema de acuerdo con el objetivo del productor; y **variables de percepción del decisor**, que son aquellas que permiten conocer los conceptos de los productores acerca de su presencia en el medio, de la labor institucional y de sus expectativas. Así, quizá lo único que se puede esperar comprender, son ciertas características que los distintos tipos de sistemas tienen en común, y al entender los principios de análisis de sistemas, podemos acomodarnos a cualquier situación específica en el momento en que se presente (Citados por Muñoz, 2014: 12-17).

**Figura 6.** Un ejemplo de un sistema general, con sus elementos más importantes.



**Fuente:** Johansen (2001: 84).

### 2.1.2. Sistemas de producción agrícola.

Hablando de agricultura, los **agroecosistemas, agrosistemas, agrohábitats, sistemas de producción agrícola o sistemas agrícolas**, son aquellos que tradicionalmente y manejados principalmente por productores de escasos recursos, incluyen una diversidad de actividades productivas, en lo agrícola, pecuario y forestal, complementadas con otras actividades, ya sea de procesamiento, de recolección y caza, que son además manejados siguiendo una gama de criterios, a menudo poco entendidos, que no se limitan a objetivos de rentabilidad y de mercadeo. La manipulación y alteración que el ser humano hace de los ecosistemas con el propósito de producir alimentos, hace que los agroecosistemas sean muy diferentes a los primeros; sin embargo, observando a los ecosistemas, se puede estudiar el comportamiento, procesos, estructura y funcionamiento, entre otros, de los agroecosistemas (Gliessman, 2002: 24). Así, el concepto de agroecosistema ofrece un marco de referencia para analizar sistemas de producción de alimentos en su totalidad, incluyendo el complejo conjunto de entradas y salidas, y las interacciones entre sus partes o componentes.

Los primeros intentos por definir el problema de la tipología de la agricultura se remontan a la década de los treinta, resaltando el trabajo clásico de D. Whittlesey (1936), citado por Grigg (1974), quien propuso **cinco criterios básicos** para la clasificación de las unidades agrícolas: la asociación (integración) entre cultivos de plantas y cría de animales; los métodos de cultivos de plantas y cría de animales; la intensidad del uso de la tierra, del trabajo, capital y organización, así como la cantidad y calidad de los productos; el destino de la producción; y la disposición de estructuras para la operación de la finca (apartado 2.1.3), dejando fuera, en opinión de Grigg (1974), a características importantes como la tenencia de

la tierra y el tamaño de la explotación. Por otro lado, Andrews y Kassam (1976), propusieron una serie de términos en el intento de sistematizar el vocabulario técnico en relación a la tipología de los sistemas agrícolas, específicamente los múltiples. Aunque no lo presentan explícitamente, los autores consideran los **ejes tiempo y de espacio** en su terminología. En relación al eje tiempo, los autores proponen como unidad un periodo de doce meses, con excepción de las zonas áridas, en donde el sistema agrícola es de “año y vez” en cuyo caso el periodo unitario sería de 24 meses, proponiendo dos clasificaciones generales: cultivos en secuencia (doble, triple, cuádruple y socas) y cultivos intercalados (mezclas, intercalado sobre la hilera, tiras y relevos), incluyendo otros criterios como la eficiencia relativa de la tierra en términos de producto físico (ERTF) y en la eficiencia relativa de la tierra en términos de ingreso (ERTI) (citados por Turrent, 1980: 2- 3). Leer apartado 2.1.3.

Márquez (1981: 258) desarrolló una clasificación de los “sistemas de producción agrícola” según los **ejes espacio, tiempo y tecnología**. Respecto al **eje espacio**, el autor considera dos criterios: el número de especies (unicultivo y multicultivo) y la longitud del ciclo de crecimiento de la (s) especie (s) (anuales, semiperennes y perennes); adicionalmente para los multicultivos, el autor incluye un tercer criterio que es el de la disposición espacial de los cultivos: yuxtaposición y asociación. Respecto al **eje tiempo**, reconoce tres categorías: monocultivo, rotación y descanso. En cuanto al **eje tecnológico**, reconoce tres categorías: agricultura avanzada, tradicional y de subsistencia. Más adelante se abordará con más detalle esta propuesta.

En opinión de Turrent (1980: 4), el concepto de sistema agrícola claramente trasciende a lo netamente agronómico. Tiene implicaciones también en el ámbito de los **recursos de plazo largo del productor**, así como de sus **necesidades, gustos, valores y otros rasgos culturales** (de

tipo extraagronómico). Turrent hace énfasis en tres componentes básicos para definir y clasificar los sistemas agrícolas: el **patrón anual de cultivos**, los **recursos de largo plazo** y el **uso de los productos** (apartado 2.1.3).

Laird (1969), citado por Cuanalo y Ponce (1981: 7), dice que un sistema de producción es definido como la “unidad ecológica que se desea describir en términos de una familia de funciones de respuesta y sus probabilidades” o “como una parte de un universo de producción en el cual los factores de producción inmodificables se mantienen razonablemente constantes” (Ponce y Cuanalo, 1981:49-52). Cuanalo y Ponce (1981: 8-9), afirman que el sistema de producción, abordado por Turrent (1977), quien le da el nombre de agrosistema, lo define como “un cultivo en el que los factores de diagnóstico (inmodificables), fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia”, que al mismo tiempo señala que “dentro del éste, cualquier fluctuación geográfica (espacial) o sobre el tiempo en la función de respuesta a los factores controlables de la producción será considerada como debida al azar en el proceso de generación de tecnología de producción. Cada agrosistema es caracterizado por Turrent (1977) mediante una familia de funciones de respuesta a una o más variables de tecnología y de los cultivos a los niveles de los factores modificables.

El agrosistema es entonces caracterizado por la función promedio de entre todas las funciones de respuesta y sobre ella se pueden observar un grupo de parámetros que son: rendimiento en el origen, pendiente en el origen, curvatura en el origen, rendimiento máximo y curvatura en el punto de rendimiento máximo. En virtud de que los parámetros de rendimiento máximo y curvatura de la función (de producción) en ese punto no son afectados por el manejo previo, se aceptan como parámetros de diagnóstico del agrosistema. Para Laird (1969), después del

primer año de investigación, las variables que intervienen en la definición de sistemas, pueden reducirse a las más importantes del clima, suelo y manejo (citado por Ponce y Cuanalo, 1981: 52).

Los sistemas de producción en la práctica se definen, en síntesis, en base a los factores “incontrolables”, desde el punto de vista económico y de corto plazo; así, la textura de las capas superiores del suelo es incontrolable en una agricultura de temporal, pero podría ser controlable en un campo de golf. Los sistemas de producción o agrosistemas se pueden definir también en base a características de los suelos, de las geofor- mas, del clima, del manejo pasado y presente, y del cultivo. El sistema de producción, entonces, comprende a atribuciones del medio ambiente, del cultivo que se va a implementar y de la historia de manejo. Lo anterior señala claramente que el concepto de sistema de producción es una definición operacional; esto es, que la magnitud de su espectro de variación está dada por la precisión con que se van a generar las recomendaciones de producción. Asimismo, es claro que combina características geográficas, como la de los suelos, y de funcionamiento como el tipo de cultivo.

El sistema de producción, al combinar localidades geográficas con características de funcionamiento, limita la capacidad de ser cartogra- fiable, por una parte; y su caracterización en términos de funciones de producción, establece que es necesario disponer de ellas, lo cual generalmente requiere de información experimental de varios años, por lo que no siempre se dispone de información completa. Por lo anterior y en base a la experiencia desarrollada por Peña (1973), Zuleta (1975), Ponce (1978), y Kouroma (1979), se propone considerar en dos partes al sistema de producción: el agrohábitat y el agroecosistema; el primero como concepto geográfico cartografiable en base a levantamientos fisiográf- icos o de suelos, entendido como un área en donde los factores

ambientales presentan condiciones lo suficientemente homogéneas para que una comunidad vegetal bajo un mismo sistema de manejo pueda desarrollarse de una manera uniforme; y el segundo como un concepto de funcionamiento y de estructura de una comunidad de organismos, que ocupa un espacio geográfico aunque no definido, el cual puede expresarse en términos de funciones de respuesta o de producción o en términos de modelos de simulación (Citados por Cuanalo y Ponce, 1981: 9-10; Ponce y Cuanalo, 1981: 53).

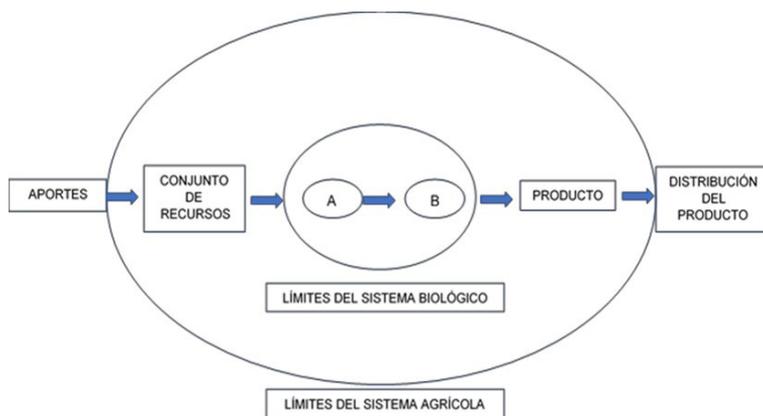
Para Granados y López (1996: 240-241), el agroecosistema es una unidad compuesta por el complejo total de organismos de un área agrícola, junto a todo un ambiente físico externo condicionado por las actividades agrícolas, industriales y sociales del hombre. Es un ecosistema domesticado, intermedio entre ecosistemas naturales y ecosistemas fabricados, por ejemplo, bosques y ciudades respectivamente. Hernández (1981: xix) lo define como un ecosistema modificado en menor o mayor grado por el hombre, para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, pecuaria, forestal o de la fauna silvestre.

Conway y Mc Craken, citados por Diaz (S/F) y Hernández y Padilla (1980), definen el **agroecosistema o sistema agrícola** como un sistema ecológico modificado por el hombre para producir alimentos básicos, fibras, y otros productos de la agricultura, o bien como un sistema modificado en menor o mayor grado por el hombre, para la utilización de los recursos naturales en el proceso de producción agrícola, pecuario, forestal, o de fuerza silvestre. Harwood (1986), define el sistema agrícola como la forma en que se organizan los recursos para la formación de

productos primarios agrícolas a través de cierta tecnología y dentro de su ambiente; en otra definición, este autor dice que un sistema agrícola es una colección de unidades funcionales distintas, tales como cultivos, ganado y actividades comerciales, que tienen interacción debido al uso conjunto que hacen de los insumos que reciben del medio ambiente (Citados por Marroquín, 2002: 5-6).

Borlaug y Enkerlin (1997: 294-295), definen como **sistema de producción agrícola** al conjunto de prácticas que incluyen la tecnología y los recursos humanos, mediante los cuales se consigue la producción agropecuaria. Mientras que Arndt y Ruttan, citado por Culebro (1995), consideran a un sistema de producción como un núcleo definido en términos de los siguientes factores de producción: clima, planta, hombre y suelo. Spedding (1979: 27), apelando al concepto de sistema, dice que son sistemas agrícolas los que tienen un propósito agrícola, siendo también ecosistemas, porque tienen uno o más componentes vivos (sistemas biológicos); este autor enfatiza que éstos son un subconjunto (subsistema) del sistema ecológico porque tienen por lo menos un componente vivo, y remarca que los criterios más importantes son, que un sistema agrícola tiene un propósito y maneja al menos un componente vivo. Spedding (1979: 39) nos da un ejemplo de un sistema agrícola, que se puede ver en la figura 7. Y un esquema más completo, referido al campo de la agricultura se puede observar en la figura 8, donde los autores proponen la interacción de algunos componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos e institucionales, que son necesarios para accionar el sistema de producción agrícola de manera integrada, es decir, como sistema.

**Figura 7.** Representación de un sistema biológico con dos componentes (A y B), que operan dentro de un sistema agrícola, convirtiendo los recursos en productos, por ejemplo: nitrógeno en forma de abono o fertilizante que, aplicado al suelo, forma parte del pasto (A), que es comido por la vaca (B), quien después proporciona los productos leche y carne.

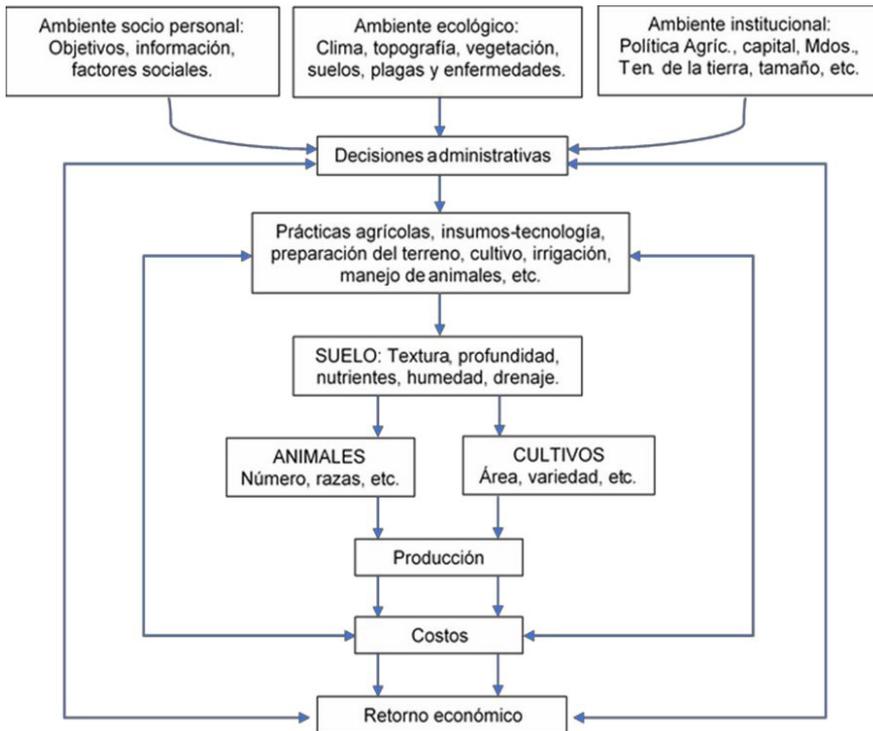


**Fuente:** Spedding (1979: 39).

Vale la pena estar consciente de algunas diferencias fundamentales entre los ecosistemas y los agroecosistemas, así como algunos elementos o componentes comunes. El **ecosistema** es, en ecología, la unidad funcional básica, un sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos autótrofos, heterótrofos y descomponedores o desintegradores (factores bióticos o comunidades bióticas) y su medio ambiente (factores abióticos o ambiente abiótico), cada uno de los cuales influye sobre las propiedades del otro, siendo necesarios ambos para la conservación de la vida tal y como la conocemos en la tierra, delimitado por criterios arbitrarios, los cuales en el espacio y el tiempo, parecen mantener un equilibrio dinámico, manteniendo estructura y función. Odum (1987: 6) dice que los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico), están inseparablemente ligados y que

actúan recíprocamente entre sí, (donde) cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos (la comunidad) de un área determinada, que actúan en reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclos materiales (intercambio de materiales entre las partes vivas e inertes) claramente definidos dentro del sistema, es un **sistema ecológico o ecosistema**.

**Figura 8.** El sistema agrícola y su manipulación.



**Fuente:** Pigram, citado por Díaz (1985: 235), y Altieri (1999: 48).

**Resulta útil, para fines descriptivos, reconocer los siguientes elementos como constitutivos de los ecosistemas:** *substancias inorgánicas* (C, N, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, etc.), que intervienen en los ciclos de materiales; *compuestos orgánicos* (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, sustancias húmicas, entre otras); *régimen climático* (temperatura y otros); *productores*, organismos autótrofos, en gran parte plantas verdes, capaces de elaborar sus alimentos a partir de sustancias inorgánicas; *consumidores* (o macroconsumidores), organismos heterotróficos, sobre todo animales, que ingieren otros organismos o materia orgánica; y *desintegradores* (microconsumidores, saprófitos), organismos heterotróficos, sobre todo bacterias y hongos, que desintegran los compuestos complejos de protoplasmas muertos, absorben algunos productos de descomposición y liberan sustancias simples susceptibles de ser utilizadas por los productores juntamente con sustancias orgánicas, que proporcionarán fuentes de energía o podrán ser inhibitoras o estimuladoras para otros componentes bióticos del ecosistema.

**Desde el punto de vista funcional**, puede analizarse apropiadamente en términos de lo siguiente: de los *circuitos de energía*, de las *cadena de alimentos*, de los *tipos de diversidad en tiempo y espacio*, de los *ciclos de nutrientes* (biogeoquímicos), del *desarrollo y evolución*, y del *control* (cibernética) (Odum, 1987: 7).

Los niveles de organización del ecosistema son: individuo, población, comunidad y ecosistema como tal; haciendo referencia al agroecosistema, estos niveles de organización guardan la siguiente relación que se ven en el cuadro 3 (Gliessman, 2002: 17). En las figuras 9 y 10 se pueden apreciar las diferencias principales y algunos componentes comunes entre ecosistema y agroecosistema.

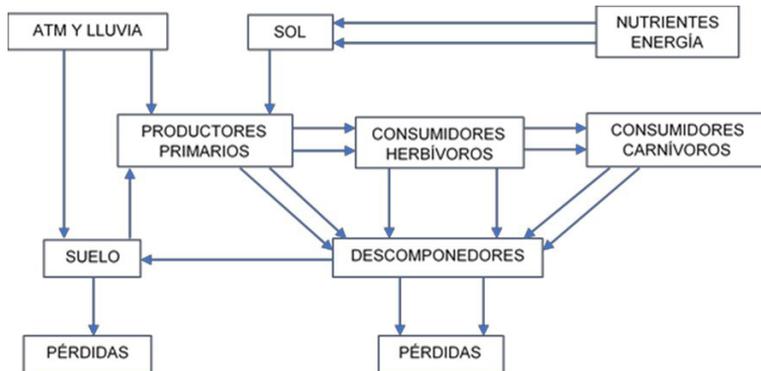
**Cuadro 3.** Relación entre niveles de organización de los ecosistemas y agroecosistemas.

Niveles de organización	
Ecosistema	Agroecosistema
Individuo	Organismo
Población	Monocultivo
Comunidad	Policultivo
Ecosistema	Sistema agrícola

Fuente: Gliessman (2002: 17).

Algunos autores dicen que el **sistema de cultivo** (y de animales) es un sistema específico de sistema de producción. Para Harwoord (1986), un sistema de cultivo son los patrones de cultivo usados en la finca y su interacción con los recursos de la misma, así como otras actividades de la finca y la tecnología que determina su modo de ser. Hart (1985) dice que el sistema de cultivo es un arreglo espacial cronológico de poblaciones de cultivos en entradas de radiación solar, agua y nutrientes, y salidas de biomasa con valor agronómico; y un sistema de animales lo define como un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de animales con entradas de alimentación animal y agua, y salida de carne y otros productos, como leche, huevos, etc. Para Parra (1991), el sistema de cultivo es aquella parte de los objetos, medios y fuerza de trabajo de la unidad de producción agrícola que interactúan cíclicamente bajo determinadas relaciones sociales de producción, en un proceso de producción caracterizado porque el hombre con sus herramientas modifica los elementos físicos y biológicos del sistema para propiciar el crecimiento de una (s) población (es) vegetal (es), a fin de obtener de ella (s) un producto útil. Lo importante, es que los sistemas de cultivo son sistemas agrícolas y pueden ser subsistemas de otros sistemas agrícolas (Citados por Gliessman, 2002: 18-19).

**Figura 9.** Componentes funcionales de un ecosistema (natural). Los componentes "ATM Y LLUVIA" y "SOL" están siempre en el exterior de cualquier sistema, y se consideran proveedores de entradas esenciales.



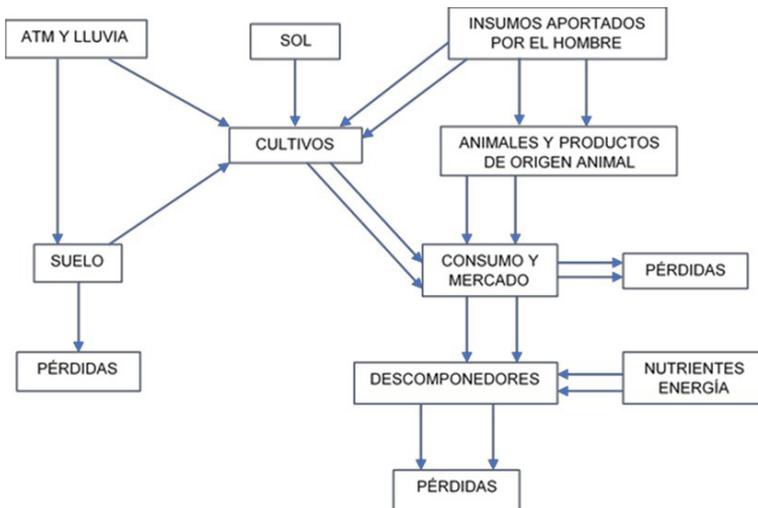
**Fuente:** Gliessman (2002: 18) y Altieri (1999: 51).

Granados y López (1996: 241-242), dicen que algunas diferencias básicas entre agroecosistemas y ecosistemas son las siguientes:

- a) La energía que ayuda a la productividad proviene de la labor humana o animal más que de energía natural.
- b) Hay disminución en la diversidad por el manejo humano, encaminado a maximizar la producción de alimentos específicos y otros productos.
- c) Los animales y plantas dominantes están bajo selección artificial en vez de natural.
- d) Los propósitos y objetivos están orientados por un control externo, el cual por cierto va siendo más remoto, ya que el control de agrosistemas está en manos de corporaciones o del gobierno, a los cuales el interés económico les impide tener una visión más conservacionista (a largo plazo). Por otro lado, en el ecosistema natural hay una realimentación interna del subsistema; en cambio, los agroecosistemas se asemejan a sistemas urbanos

industriales (fabricados), por su gran dependencia y el impacto que tienen sobre otros sistemas; es decir, ambos tienen numerosos ambientes de entradas y salidas de energía: El gran subsidio de energía que tienen los agroecosistemas muy industrializados, provoca contaminación del agua, suelo, alimentos y la salud humana, de la atmósfera, erosión del suelo o impacto en otros sistemas globales (deterioro ambiental). Estas consecuencias son análogas a las provocadas por un sistema urbano industrial.

**Figura 10.** Componentes funcionales de un agroecosistema. Además de las entradas naturales provenientes de la ATM, LLUVIA Y SOL, un agroecosistema tiene todo un paquete de insumos aportados por el hombre que provienen del exterior del sistema. El agroecosistema también tiene una serie de salidas con el nombre de "CONSUMO Y MERCADO".



**Fuente:** Altieri (1999: 53) y Gliessman (2002: 20).

Retomando el concepto de sistema, y pensando el abordaje de sistemas como un modo de pensar acerca de los elementos que componen un organismo, objeto o fenómeno, moviéndose más allá de las partes

componentes de la totalidad, a la consideración de cómo funcionan las subdivisiones y a un examen de las finalidades para las cuales el organismo funciona, la agricultura puede y debe ser considerada como un sistema, con dos elementos clave: sus objetivos o propósitos y la consideración de sus componentes biológicos. No hay que olvidar que en los sistemas de producción interactúan los siguientes factores generales: clima, suelo (espacio), planta, hombre y tiempo, que determinan una manera específica de combinar los factores de producción: tierra, trabajo y capital (tecnología) (de la combinación de espacio, tiempo y tecnología, se habla más adelante).

Scarsi, citado por Díaz (1979: 253), menciona un ejemplo de la intensa interacción entre los componentes de un sistema pastoril (sistema: clima-pasto- animal): “De acuerdo con la época del año, tendremos cierta cantidad de lluvias que promoverá un crecimiento del pasto, que servirá de base para la alimentación del ganado; en función del consumo de pasto y de los requerimientos nutricionales de los animales, éstos ganarán, mantendrán o perderán peso, lo que a su vez afectará la tasa de reproducción; la época del año y el peso del rebaño de cría determinarán la tasa de reproducción y ésta, a su turno, afectará la cantidad de pasto que queda como sobrante, en el periodo actual; esta sobra de pasto sufrirá un proceso de deterioro que depende de la cantidad de lluvia y del número de animales; estas variables influyen el tiempo de desaparición del forraje, el que a su vez, influenciará la cantidad de forraje disponible con que contará el rebaño para alimentarse en el próximo periodo”.

De acuerdo con Márquez (1981: 271-272), hasta ahora nos hemos referido a los sistemas de producción agrícola o agrosistemas como

sistemas ecológicos o ecosistemas, los cuales el hombre ha modificado en algún grado (leve o drástico) para sus fines utilitarios. Sin embargo, como veremos más adelante en el tema 2.3, estrictamente los agrosistemas que resultan de la combinación de las dimensiones espacio, tiempo y tecnología, ninguno contiene todas las características definitorias de los ecosistemas. Por otra parte, estrictamente tampoco existe ningún sistema combinado de producción vegetal y animal que sea la contraparte de un ecosistema en su estructura y dinamismo internos, es decir, un agroecosistema, pues ateniéndonos a los niveles tróficos tal vez solo el pastizal nativo y la pradera artificial los contengan, siendo el nivel T2 los herbívoros (vacunos, ovinos o caprinos) y el nivel T3, los devoradores de herbívoros, el hombre mismo. Estaría ausente el nivel T4, pero sí existiría en formas diversas el nivel T5, los desintegradores.

Sin embargo, si bien se pueden enumerar los cinco niveles tróficos, no están presentes dentro del mismo espacio físico, lo cual es una condición explícita (¿o implícita?) del ecosistema. De esta forma, si se quiere ser riguroso y equipar un agroecosistema como un ecosistema modificado por el hombre, el agroecosistema tenemos que considerarlo más como un **concepto** que como una entidad o estructura física. **El agroecosistema tiene dispersos varios de sus componentes, pero en él sí se cumplen las funciones esenciales de los ecosistemas, a saber:** el flujo de energía, su transformación por los productores primarios de utilidad humana (las plantas cultivadas), la transformación de éstas por los animales domesticados, la transformación de éstos en proteína y energía humanas, y toda la gama de desintegradores de materia orgánica tanto vegetal como animal y humana (niveles tróficos en la cadena trófica o alimenticia).

### 2.1.3. Tipos de sistemas agrícolas y de producción animal.

Debido a la existencia objetiva de los sistemas agrícolas, es posible construir una especie de tipología de éstos, que no puede ser arbitrario ni puede depender de los objetivos que persiga el investigador, sino que **debe ser construido con conceptos y relaciones acordes con la naturaleza de los sistemas agrícolas y sus principales elementos: sus propósitos y sus componentes biológicos**. Algunos autores, como Saravia (1985) y Turrent (1980), indican que la amplitud de la definición de sistemas, así como la cantidad y variedad de sistemas agrícolas, la diversidad de cultivos y animales de importancia socioeconómica para el hombre, etc., que pueden ser objetos de estudio, hacen necesario intentar su clasificación. Cualquier conceptualización (y simulación para su estudio e interpretación) que describa una tipología de sistemas de producción, de acuerdo con Spedding (1979: 38-39), debe incluir como mínimo, los siguientes aspectos:

- a) Objetivo para el que se ha diseñado el sistema.
- b) Límites. Algún procedimiento para decir qué está dentro y qué está fuera del sistema.
- c) Contexto. Entorno externo en el que opera el sistema.
- d) Componentes. Componentes principales que se relacionan para formar el sistema.
- e) Interacciones entre los componentes.
- f) Recursos: Componentes internos del sistema que se usen con este fin.
- g) Aportes usados por el sistema, pero procedentes de fuera de él.
- h) Productos o realizaciones principales deseados.
- i) Subproductos útiles, aunque incidentales.

Hart (1985), entrando en materia de clasificación, señala que en un agroecosistema o un sistema agrícola, los más importantes son los **componentes de la población** que constituyen la comunidad biótica

(cultivos, animales, insectos y microorganismos), y los **componentes del ambiente** que interactúan con esta comunidad; estos componentes se pueden dividir en subconjuntos que funcionan como una unidad, y por lo tanto, se pueden denominar subsistemas del agroecosistema o de un sistema de producción agrícola, señalando **los componentes que interactúan y forman arreglos en el tiempo y en el espacio**, clasificando los componentes del sistema agrícola en **arreglos espaciales y arreglos cronológicos**. Algunos ejemplos de estos arreglos son:

- a) **Arreglo de cultivos**, entendido como la distribución de cultivos en tiempo (secuencia, rotaciones, sucesiones, etc.) y espacio determinados (solo, en asociación, intercalado, en sucesión, etc.).
- b) **Arreglo de maleza**, que también se distribuyen y pueden tener una secuencia cronológica y un arreglo espacial.
- c) **Distribución de insectos y microorganismos**, que también pueden tener una secuencia cronológica y un arreglo espacial.
- d) **Arreglos físicos dentro del suelo**, como los nutrientes y el agua, que también se distribuyen en tiempo y espacio.

Según Larroyo (1981), citados por el Hart (1985), en la clasificación **deben distinguirse**: el **sujeto** por clasificar; el principio por el cual se practica la clasificación; y los **miembros** de la clasificación; señalando las **leyes** que rigen la clasificación, a saber:

- a) Los miembros han de determinarse de acuerdo con un mismo criterio o principio.
- b) Debe ser exhaustiva o completa, es decir, debe abarcar todas las especies o miembros del concepto por clasificar.
- c) Los miembros resultantes deben excluirse mutuamente.
- d) Los diversos criterios y principios deben seguir un orden encaminado a obtener los diversos grupos de especies.

Por su parte, González (1989), citado por Fontanelli et al (1996, en Marroquín, 2002: 11), señala que lo que distingue a unos sistemas agrícolas de otros, no solamente es el “**qué se hace**”, esto es, su especialización productiva, sino además y sobre todo, el “**cómo se hace**” el proceso de trabajo, en especial con qué medios de producción y en qué condiciones sociales concretas se lleva a cabo.

De manera general, amén de los sistemas mencionados para el caso mesoamericano (apartado 1.5.3), Spedding (1979), a lo largo de su libro “Ecología de los Sistemas Agrícolas”, menciona **diferentes tipos de sistemas agrícolas**, desde los que tienen como componentes vivos sólo a plantas, hasta los que combinan plantas y animales domésticos en el sistema. Algunos de ellos son:

- a) **Sistemas de cultivo:** con unicultivo o policultivos (dos o más), anuales, pastos, perennes y combinados, etc.; así, habla de **sistemas de cultivo cambiante** por migración y rotación, y cosecha semipermanente; **sistemas de cultivo regulado de pastos**, como pequeñas y grandes granjas; **sistemas de cultivo permanente en zonas de lluvia**, como en las altas tierras tropicales, la Asia monzónica, sabanas africanas y los trópicos húmedos y calientes; **sistema de cultivos de arado y regadío**, como irrigación de cuencas, inundaciones controladas, irrigación en surcos, irrigaciones subterráneas; **sistemas de cultivo perennes**, todos los posibles en la zona tropical, solos o combinados; **sistemas de cultivo hortícolas**, cultivados por su raíz, tallo, hojas, frutos y/o semillas, o dos o más de sus partes; entre otros.
- b) **Sistemas pastoriles:** con borregos, ovejas o ganado vacuno en explotación extensiva preferentemente, con al menos dos componentes vivos en explotación (pasto y animal doméstico). Los objetivos de estos sistemas son la producción de lana, leche y carne.

- c) **Sistemas de producción de leche:** de vacas lecheras, con pastos de otoño, pastos de primavera y con pastos todo el año, clasificándolos en sistemas de alto, medio y bajo rendimiento.
- d) **Sistemas de producción de carne:** de vacuno, de ovino, cerdos, con combinaciones en su alimentación: pastos-cereales, forraje intensivo y extensivo.
- e) **Sistemas de producción avícola:** haciendo énfasis a la producción de aves de granja, con sus diferentes objetivos y componentes.
- f) **Sistemas de producción agrícola mixtos o complejos:** de manera general, se refieren a los sistemas que integran en su explotación plantas y animales, de la misma especie, variedad o raza, o diferentes, en tiempo y espacio, y en objetivos.

Cada región tiene una configuración única de agroecosistemas, como resultado de las variaciones regionales o locales en el clima, suelo, tipo de cultivos, relaciones económicas, estructura social e historia. A partir de estas configuraciones únicas regionales, Whittlesey (1936), citado por Altieri (1999: 49) propone **cinco criterios** para clasificar a los agroecosistemas de una región:

- a) La asociación (integración) de cultivos y ganado.
- b) Métodos de producción de los cultivos y ganado.
- c) Intensidad en el uso de la tierra, de la mano de obra, capital y organización, así como de la calidad y cantidad de la producción.
- d) Destino de los productos para el consumo, trueque y/o venta.
- e) Conjunto de estructuras usados para la casa y facilitar operaciones de la finca.

Y basados en estos criterios, Grigg (1974) y Norman (1979), citados por Altieri (1999): 50), proponen los siguientes **tipos de sistemas agrícolas para las regiones tropicales húmedas y cálidas**, que de manera similar plantea Spedding (1979) en su obra citada anteriormente:

- a) Sistemas de cultivo itinerante.
- b) Sistemas semipermanentes de cultivo de secano.
- c) Sistemas permanentes de cultivo de secano.
- d) Sistemas arables bajo riego.
- e) Sistemas de cultivos permanentes.
- f) Sistemas con ganado y cultivo (alternando cultivos arables con sembrado de pastos).

Altieri, en su obra citada (1999: 50), advierte que estos sistemas cambian de manera constante, forzados por algunos **factores o determinantes de los agroecosistemas**, que agrupa en los siguientes: **factores físico-climáticos**: radiación, temperatura, precipitación pluvial, agua de riego, y otros más. **Factores del suelo**: pendiente, disponibilidad de tierra, fertilidad, profundidad, etc. **Factores biológicos**: plagas, enfermedades, enemigos naturales, biota del suelo, vegetación nativa, eficiencia de la fotosíntesis, entre otros. **Modelos de cultivos**: asociación, rotación, etc. **Factores socioeconómicos**: densidad de población, organización social, economía, mercado, asistencia técnica, maquinaria y equipo, mano de obra. Y **Factores culturales**: conocimiento tradicional, creencias, ideología, división sexual del trabajo, hechos históricos.

Nuevamente, apelando a la conceptualización de sistema, donde todas sus partes están interrelacionadas con propósitos u objetivos específicos, los **sistemas de producción animal** tienen como propósito específico generar productos animales necesarios al hombre y utilizar los recursos naturales del sistema para generar productos que cubran las necesidades primarias de la población, ya sea en forma directa o bien por medio de la comercialización de estos productos (González et al, 1977, citado por Arbiza, 1977: 1). De esta manera, los sistemas de producción pecuarios se entienden como el conjunto de elementos característicos e indispensables que interactúan para lograr un objetivo (Castaldo, 2003: 47). Mientras que

Bertalanffy (1970), dice que el sistema de producción animal (y agrícola) se define como el conjunto de recursos humanos, naturales, financieros y tecnológicos, organizados desde el punto de vista normativo y metodológico para desarrollar las funciones necesarias con el fin de lograr el objetivo propuesto (citado por Castaldo, 2003: 48). En el mismo tenor, Castaldo, 2003: 49), dice que el **sistema de producción animal** o vegetal o mixto (incluido los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles), es una simplificación y una abstracción de la realidad que, a través de supuestos, argumentos y conclusiones, explica una determinada proposición o un aspecto de un fenómeno más amplio, donde, en la realidad de cada productor se adopta un modelo de producción, es decir, que aquello que aplica en su campo trate de asemejarse a un determinado sistema productivo; así se tienen modelos de engorde, modelos de cría, modelos de producción láctea, y modelos mixtos.

A diferencia de los agroecosistemas, se ha discutido y se discute si conviene o no al hombre continuar con la explotación ganadera a nivel de sistemas pecuarios o de producción animal, o simplemente aprovechar sus beneficios a nivel de ecosistema. Flores (1976), considera que toda producción pecuaria debe considerarse un ecosistema, en que los consumidores son los animales y los insumos son el trabajo, los alimentos, las medicinas, etc., y los productos la carne, leche, huevos, lana o fuerza animal. El ecosistema animal es bastante inefectivo en el aprovechamiento de la energía solar. Imolchem (1971), afirma que solamente el 1% de la radiación solar que llega cada año a la tierra se convierte, por medio de la fotosíntesis, en energía química en la materia viviente y de ellas solo el 10% directa o indirectamente (a través de los animales) ingiere el hombre. El 99% restante se desperdician en el proceso; los herbívoros al ingerir plantas, fijan solo una mínima parte, sin superar el 10% de la energía (en leche, y en carne es mucho menor). El mismo Flores (1976) resume la necesidad del manejo del ganado en sistemas de producción en seis justificaciones (citados por Arbiza, 1977: 2):

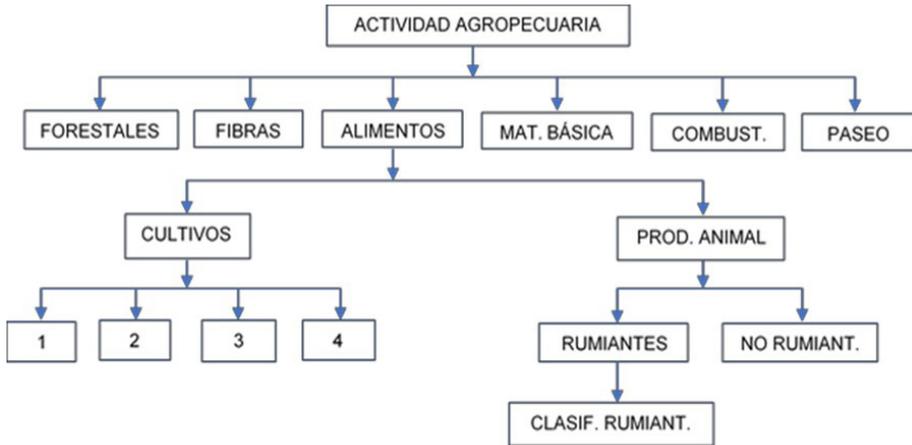
- a) La especie humana necesita de ciertos aminoácidos (lisina y metionina) que son escasos o no existen en los cultivos (excepto la soya).
- b) El hombre necesita vitamina B12 (cobalamina), que solo los rumiantes sintetizan y que los vegetales poseen de manera deficitaria.
- c) En ciertas etapas de la vida humana (gestación, lactación, desarrollo) se requieren niveles altos de proteínas y es conveniente que por lo menos la mitad sean suministradas por las de origen animal.
- d) Los gustos de las poblaciones incluyen de manera preponderante el consumo de productos animales.
- e) El mundo cuenta con grandes áreas en que la agricultura es imposible o muy aleatoria, y la producción animal es la mejor forma de utilizar esas tierras.
- f) La producción animal puede convertir en productos nobles, subproductos (fibras vegetales, desperdicios de cocina, etc.) que de otra forma se desperdiciaría.

De acuerdo con Arbiza (1977: 2-3), es casi imposible clasificar los distintos tipos de sistemas de producción animal que existen, pero distintos autores se han esforzado por ordenar estos sistemas, a saber:

- a) División basada en la intensidad de la mano de obra en la explotación, el conocimiento del productor y la inversión de capital. Cuando es mucha, el sistema se llama intensivo; cuando es escasa el sistema se llama extensivo; y entre ellos existe una gama de sistemas mixtos.
- b) Clasificación basada en el clima (regiones climáticas). Sin duda existe correlación entre las especies criadas y su manejo, y el clima.
- c) Clasificación basada en aspectos políticos: tenencia de la tierra y otros aspectos económicos como determinantes del tipo de explotación.

En la figura 11 y el cuadro 4 se aprecia un resumen de estas clasificaciones, basado fundamentalmente en la intensidad del uso de mano de obra y por especies.

**Figura 11.** Clasificación de sistemas agrarios (agropecuarios) por sus productos principales.



**Fuente:** Speding (1979: 31).

Para Arbiza (1977: 4), los **sistemas extensivos** son aquellos que se caracterizan por la poca inversión de capital y mano de obra por unidad de superficie. Se aplica generalmente a rumiantes, sean bovinos, ovinos o caprinos en zonas pastorales. Rara vez los cerdos y aves se crían en este régimen. Los **sistemas trashumantes y nómadas** son sistemas de ramoneo o pastorales, donde los animales deambulan en extensas regiones en busca de alimentos, generalmente tierras colectivas o públicas, incluso a orillas de carreteras y caminos rurales. El control sobre el sistema es demasiado laxo, tanto que prácticamente no se tiene control sobre el ganado, mientras que la inversión en capital y mano de obra es también casi nula. Los **sistemas intensivos** son aquellos que se

desarrollan en condiciones de confinamiento en los que todo manejo del sistema (alimento, medicinas, etc.) se encuentra bajo control, con gran inversión de capital para infraestructura, alimentos, manejo veterinario, mano de obra, entre otros. Todas las especies son susceptibles de ser manejadas bajo los sistemas intensivos. Los **sistemas mixtos** consisten en la combinación de las anteriores, ya sea al mismo tiempo de la vida del animal, como en tiempos distintos, por ejemplo, cría extensiva y engorda en estabulación. Por su gran flexibilidad, se consideran los sistemas óptimos en gran cantidad de áreas y minimizan los inconvenientes de los más rígidos sistemas anteriores (intensivo y extensivo).

**Cuadro 4.** Resumen de sistemas de producción animal.

Sistema	Especie	Tipo de manejo	
Sistemas extensivos	Rumiantes	Sedentario	Pastoral: natural y artificial
			Serrano, ramoneo, (cabras), bosques, pastizales
		Trashumante y nomadismo	
	Muy rara vez cerdos	Sedentario	
		Trashumante, nomadismo	
Sistemas intensivos o ganadería industrial	Rumiantes	En cría	
		Encebamiento	
	Aves y cerdos	Cría	
		Engorda	
		Huevos	
	Rumiantes	Estabulado y trashumante	
	Rumiantes	Estabulado y pastoral	
	Cerdos y aves	Estabulado y Esquilmos	
	Cerdos	Estabulado, raíces y tubérculos	
	Todas las especies	De solar o subsistencia	

Fuente: Tomado de Arbiza (1977: 3).

Pamio et al (2000), citado por Castaldo (2003: 55-56), dice que los tipos de pastoreo en Sudamérica, sobre todo en Argentina, son: **pastoreo continuo o extensivo**, que es el pastoreo en un solo lote por un tiempo prolongado (más de 90 días), utilizando la producción existente de las pasturas y los rebrotes; **pastoreo intermitente o rotativo**, donde los periodos de pastoreo son muy cortos, dependiendo de la carga animal y los descansos, de 1 a 7 días, con descansos de 30 a 45 días en primavera-verano, y de 75-90 días en otoño-invierno; **pastoreo racional intensivo**, que se realiza con una rotación permanente y racional, razón por la cual el hombre se constituye en el elemento más importante, que implica tener conocimiento sobre la flora y de la micro y mesofauna (microorganismos y otros animales pequeños como insectos), que constituyen la base de la capacidad productiva de un pastoreo, con un criterio ecologista y racional, bajo **sistemas de rotación intensivos**; y **utilización por corte o mecánico**, como método indirecto de alimentación, donde se corta mecánicamente el pasto y posteriormente se le da a los animales para su consumo. Mientras que el **sistema de producción para engorde** menciona que incluye a machos castrados (novillos como los más importantes), vaquillas de descarte o deshecho, y vacas y toros de rechazo. Mientras que varias universidades latinoamericanas en conjunto con la Comisión Europea (2011: 18-20) mencionan que los sistemas de producción animal pueden ser extensivos, intensivos y trashumantes, y las especies ganaderas más comunes son: bovinos, porcinos, aves, caprinos y ovinos.

Arbiza (1977: 4-10), menciona algunos factores determinantes de los sistemas de producción animal, como los siguientes:

- a) Clima. Es uno de los factores más importantes como determinantes de los sistemas. Tiene un efecto directo sobre el metabolismo de los animales. Solo en climas muy extremos, como el de los círculos polares, o extremadamente secos, no existe la producción animal. La máxima expansión de la explotación animal se da en los climas templados y lluviosos.

- b) Suelos y relieves. Las características edafológicas y topográficas son también factores determinantes de los sistemas de una región. En general los suelos más ricos se encuentran en las zonas templadas, y los más pobres, por baja fertilidad, en las zonas tropicales. La naturaleza de los suelos está asociada, de nuevo, al clima de la región, a la naturaleza de la roca original, la edad del suelo, su topografía y actividad a la que fue o está siendo sometido.
- c) Especies que se crían. Obviamente las especies determinan los sistemas. Los cerdos y aves, salvo excepciones, casi siempre son explotados en confinamiento. En bovinos, ovinos y caprinos, se separan en sistemas de cría y el destino de la producción puede ser el factor determinante del sistema; por ejemplo, la producción de leche siempre requerirá un sistema más intensivo que el de carne, entre otros ejemplos.
- d) Factores políticos. Entre los más importantes se pueden citar: la política agraria sobre la tenencia de la tierra, la política de precios, el mercadeo, la instalación de agroindustrias, los transportes y sus vías, etc.
- e) Nivel cultural y tradiciones. Muchos sistemas de producción en el mundo están impuestos por la cultura y tradiciones de sus habitantes. La transformación de los sistemas trashumantes por sistemas modernos debido a la colonización inglesa en Uganda, los grupos de inmigrantes en una región o país determinado, las tradiciones religiosas en la India, son ejemplos de la influencia de la cultura y tradiciones en la determinación de los sistemas pecuarios.
- f) Aspectos demográficos. Generalmente, en regiones o países de baja densidad demográfica, los sistemas de producción animal son extensivos, y viceversa.
- g) Sucesos coyunturales. Como los cambios bruscos de precios de los productos y subproductos animales, escasez repentina de mano de obra disponible, son ejemplos de la influencia de estos sucesos.

- h) Necesidades nacionales. La necesidad de fuerza de trabajo rural y de transporte, necesidad aguda de alimentos, como carne, leche, huevos, pueden obligar a los gobiernos a tomar medidas extremas de impulso a la actividad ganadera.

No se exagera al afirmar que México tiene casi todos los sistemas mencionados antes. La gran extensión del territorio y la variación de climas y suelos, explican esta diversidad de sistemas de producción. Los principales sistemas de producción animal en México, de acuerdo con Flores (1976), citado por Arbiza (1977: 18), son:

- a) Ganadería industrial. En este sistema se compra casi todo el alimento y se aplican en los corrales de engorda de ganado bovino, en granjas porcinas y avícolas, y en los establos de las ciudades.
- b) Ganadería agrícola. Los forrajes son producidos en la comunidad y solo se compran los suplementos. Este sistema es típico de los establos y las explotaciones en praderas del trópico y de clima templado con riego.
- c) Ganadería pastoril. Es la de los agostaderos y se subdivide en pastizal, bosque- pastoril, matorral, y selva baja caducifolia.
- d) Ganadería mixta-trashumante. Este tipo es de la zona templada del país y está constituida por las especies bovina, ovina, caprina y equina, que obtienen sus alimentos de los pastos de los terrenos ejidales, de los caminos, canales de riego, esquilmos, parcelas agrícolas, pajas, rastrojos, aves, etc.

La ganadería en México ha evolucionado en los sistemas de manejo y de alimentación, teniendo como consecuencia el hecho de que, una carne de excelente calidad puede ser producida en cualquier estado de la república, independientemente si son producidos en sistemas extensivos, mixtos o intensivos, en la **zona tropical**, en la **zona templada** o en la **zona árida**

y **semiárida** (las tres zonas ganaderas de México, como se observa en la figura 12); lo que importa son los **factores** que integran a cada sistema de producción: la genética, el sexo, la alimentación, tiempo de engorde, uso de promotores (hormonas) de crecimiento, así como los factores asociados al proceso de matanza y comercialización de la carne, como el bienestar del animal, la cadena de frío y el tiempo de maduración. Así, los sistemas de producción se caracterizan por: el propósito que persiguen: producción de carne, leche, pie de cría, becerros de engorde, doble propósito, etc.; este propósito hace que el ganadero opte por un tipo especial de ganado, el que sea más productivo para sus metas: cebuino (*Bos indicus*), europeo (*Bos Taurus*) o sus innumerables cruza; el sexo y edad de los animales y el mercadeo; y el sistema de alimentación (Rubio et al, 2013: 7-8).

**Figura 12.** Zonas ganaderas en México por condición climatológica.



**Fuente:** Rubio et al (2013: 17), tomado del Plan Rector, 2007.

Para terminar este apartado, vale la pena citar a Alemán et al (2007: 33-40), quienes dicen que los sistemas pecuarios en las regiones económicas de Chiapas, se pueden clasificar en los siguientes: **ganadería de montañas** (regiones Altos y Sierra), donde la ganadería regional es practicada por campesinos de escasos recursos, cuyos rebaños en general cuentan con pocos animales que son atendidos en estrecha relación con la actividad agrícola de sus pequeñas parcelas y terrenos en descanso; sus herramientas son principalmente manuales; en ambas regiones, se presenta un sistema de producción pecuario basado en animales criollos, ovinos principalmente, aunque cada vez con mayor frecuencia, algunos bovinos. El manejo es deficiente y se caracteriza por pastoreo extensivo, escasa suplementación alimenticia y nulo control reproductivo; estos sistemas son los de menor grado de desarrollo en el estado. **Ganadería de trópico húmedo** (regiones Selva y Norte, y Soconusco), donde Selva y Norte ocupan el 36.6% de la superficie ganadera del Estado, y donde los sistemas pecuarios son de carácter mixto, pues la alimentación del ganado se suplementa con residuos agrícolas como el rastrojo del maíz. Es común el desplazamiento del ganado por bosques, acahuales, áreas agrícolas y pastizales naturales en diferentes épocas del año; la producción se dirige principalmente hacia la venta de becerros que se comercializan para terminar su engorde en propiedades privadas de Tabasco y Veracruz, y en menor escala, la producción abastece el mercado local de carne; mientras que en el Soconusco solo ocupa el 3.2% de la superficie ganadera del Estado, pero sus niveles de productividad son mucho mayores, diferencia que obedece a dos factores: uno ambiental, con terrenos fluviales planos, y otro económico, fortalecido por la producción de café. Y **Ganadería de trópico seco** (regiones Valles Centrales e Istmo-Costa), En estas regiones se diferencian tres sistemas ganaderos con características productivas definidas: extensivo, semiextensivo y semiintensivo; los ranchos semiextensivos conforman la mayoría en la propiedad privada, pero en

tierras ejidales predomina la ganadería extensiva; la producción va desde la producción de becerros para engorde, de leche y de doble propósito.

## 2.2. BOSQUEJO GENERAL DEL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA EN MESOAMÉRICA.

### 2.2.1. Una breve descripción geográfica de Mesoamérica.

Mesoamérica es una región de asombrosa **diversidad geográfica y biológica**, que abarcaba desde el altiplano mexicano, actualmente desde el estado de San Luis Potosí, hasta la Costa Rica actual, incluyendo los países de Panamá, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Incluía (e incluye) zonas áridas, desérticas, donde los cactus, nopales y magueyes, conformaban la vegetación dominante; áreas de bosque tropical lluvioso con una vegetación exuberante, rica en árboles de raíces profundas y regiones de monte bajo. Abarcaba fértiles valles de aluvión, cuencas hidrológicas ricas en recursos, y dos grandes cadenas montañosas. Gran parte de su territorio estaba formado por sierras que suben desde el nivel del mar hasta más allá de los 4,000 mil metros de altura; las montañas encerraban muchos pisos ecológicos; en unas cuantas horas se podía pasar del clima cálido de la costa, a las frías alturas de los pinos, los madroños y los encinos (Wolf, 1977: 13-16; Cano, 1997: 84-85). En las figuras 13 y 14 se aprecian dos mapas político y cultural de Mesoamérica.

Sanders (1985: 33), menciona que una de las características más sorprendentes de Mesoamérica, es la variedad de medios ambientales, derivada principalmente de cuatro factores: **su compleja historia geológica regional, los rasgos específicos de su topografía, su diferente altura sobre el nivel del mar y la naturaleza monzónica de las precipitaciones pluviales**. Basado en este autor, se describirán estos factores.

Figura 13. Mapa geográfico y político-cultural de Mesoamérica.



Fuente: Atlas mundial, 2012, UNESCO, (2019: 05).

La gran diversidad topográfica de Mesoamérica, es producto de una compleja **historia geológica**. Las rocas paleozoicas de la superficie son muy abundantes en las tierras altas, desde el centro de México hasta Nicaragua, resultado de una mayor actividad tectónica, particularmente en Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Guatemala, Belice y el occidente de Nicaragua. En aquella época, el norte de México estaba aparentemente sumergido y la masa continental mesoamericana formaba una isla enorme. Durante gran parte del mesozoico, esta masa de tierra se unió a Norteamérica. Las rocas de superficie pertenecientes a este periodo son mucho más abundantes que las de la era paleozoica, aunque aparecen básicamente en las mismas regiones. El final del mesozoico estuvo marcado por el surgimiento de grandes formaciones montañosas que dibujaron los relieves centrales de la Sierra Madre Central. Durante el periodo cenozoico, esta cordillera se elevó aún más, y en el cenozoico medio se formó su compañera, la Sierra Madre Occidental.

Este proceso estuvo acompañado por la elevación gradual del altiplano central mexicano y la formación de la llanura costera del golfo, aunque la mayoría de los sedimentos actuales de esta última pertenecen al pleistoceno. La fase final del cenozoico fue un periodo de intensa actividad volcánica desde México central hasta Guatemala; durante esta época se formó la Sierra Transversal Volcánica, junto con los grandes volcanes del Nevado de Colima (4, 260 msnm), Nevado de Toluca (4, 680 msnm), Popocatepetl (5, 500 msnm), Iztaccíhuatl (5,220 msnm), Malinche (4, 420 msnm) y el Pico de Orizaba (5, 610 msnm, el más alto de todos). Este fue también el periodo en que la gran saliente caliza de Yucatán emergió del mar por primera vez (INGE, 2012, citado por SEMARNAT-CONAFOR, 2013: 40). Por último, en el pleistoceno, una gran fase de actividad volcánica añadió otros rasgos topográficos a la región, y tuvo lugar un proceso de intensa aluviación o eluviación en todos los valles altos y a lo largo de la llanura costera.

**Figura 14.** Mesoamérica y sus áreas culturales aproximadamente 2,500 A.C.-1521 D.C.



**Fuente:** Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ciencias Antropológicas, Licenciatura en Historia, 2009.

A pesar de la complejidad de la **topografía mesoamericana**, puede resumirse de la siguiente manera: dos cordilleras principales, la Sierra Madre Oriental y la Occidental, corren de noroeste a suroeste, paralelas a las costas nororiental (costas del Golfo de México y del Caribe) y suroccidental (costas del Pacífico), con altitudes de hasta 4,000 metros. La cordillera occidental termina en Jalisco, mientras que la oriental continúa hacia el sur y al oriente, hasta el Istmo de Tehuantepec; entre ellas se encuentra la meseta conocida como Altiplano Central de México, con una altitud que va de unos cientos de metros (cerca de la frontera con Estados Unidos) hasta los 2,600 metros de altitud en el centro del país. Existe una tercera cordillera más joven, la Sierra Volcánica Transversal o Neovolcánica, que corre de este a oeste a través del país, delimitando el Altiplano Central por el sur y conectando las dos cordilleras más antiguas. En el sur de México (Guerrero y Oaxaca), se encuentra una cordillera más baja y antigua, la Sierra Madre del Sur; todas estas cadenas montañosas desaparecen en el Istmo de Tehuantepec.

Las cordilleras de Chiapas y Guatemala no están geológicamente relacionadas con las del resto de México, y forman parte del sistema caribeño. En Chiapas existen dos cordilleras principales, localizadas frente a cada costa, entre las que se encuentra un valle bajo de amplias ondulaciones, llamado depresión central; mientras que en Guatemala hay tres cordilleras importantes: al norte y continuando dentro de Chiapas, está una estribación caliza, que es geológicamente la más antigua; al sur hay dos serranías volcánicas, y la más meridional es una de las más jóvenes de Mesoamérica. Las llanuras costeras del norte y del este de estas elevaciones, frente al Golfo de México y el Mar Caribe, son considerablemente más amplias y planas que la costa del Pacífico, donde las montañas llegan con frecuencia, hasta el mar. El tramo más extenso de llanura baja es el de la Península de Yucatán.

La mayor elevación de estas cordilleras es el volcán del Tacaná, que sirve como parte de la frontera entre Guatemala y México, con 4, 080 msnm (INEGI, 2012, citado por SEMARNAT-CONAFOR, 2014: 40).

La **altitud** es otra variable importante para la producción agrícola en Mesoamérica. El medio ambiente mesoamericano se ha dividido tradicionalmente en tres zonas principales, según su altitud sobre el nivel del mar: tierra fría, tierra templada y tierra caliente. Las tierras (zonas) frías están por arriba de los 2,000 metros de altitud; la tierra templada tiene elevaciones entre los 1,000 y los 2,000 metros; y la tierra caliente comprende las regiones por debajo de los 1,000 metros. Los cultivos se distribuyen en estrecha relación con estas altitudes. En la parte sur del altiplano central mexicano, casi todas las grandes cuencas montañosas se encuentran a más de 2,000 metros; en esta altitud hay una prolongada temporada de heladas, que va de octubre a marzo, y que limita la producción de cultivos prehistóricos a solo parte del año, y las principales concentraciones demográficas en las tierras altas meridionales mexicanas y guatemaltecas están situadas entre los 1,200 y 1,800 metros de altura, con sus excepciones, por debajo de la línea de las heladas.

A pesar de la considerable variabilidad de la distribución de las **precipitaciones pluviales** causada por la complejidad topográfica, el conjunto de patrones es relativamente claro. La principal característica de las lluvias en Mesoamérica, es que son de temporal, originándose, sobre todo, en el golfo de México y el mar Caribe; los vientos monzónicos empiezan a moverse tierra adentro a principios de mayo y soplan con fuerza durante todo el verano hasta fines de octubre. En las regiones altiplánicas, las lluvias empiezan en mayo, alcanzan niveles muy altos en junio, julio y agosto, tienden a disminuir durante septiembre y son de poca importancia en octubre; pero en la costa y elevaciones vecinas, las

lluvias se retrasan con frecuencia hasta junio; las máximas precipitaciones aparecen bien entrada la estación y persisten en octubre e incluso noviembre, en algunas zonas.

Así, en todas partes hay una larga temporada de seca, que va de diciembre a abril, con una considerable variación anual y regional en la cantidad de lluvia por temporada. En algunas regiones montañosas del golfo y en la vecina llanura costera, las precipitaciones durante la temporada de seca puede ser lo suficientemente abundante como para la siembra de cultivos, mientras que en las tierras altas casi no se presentan lluvias. Hacia el pacífico, las precipitaciones son menos regulares y casi siempre menores en cantidad, y mucho más variables durante el transcurso de un año y de un año a otro, comparadas con las del golfo y del caribe, con promedios semejantes a las de las tierras altas.

Además de la variación en el tiempo, las regiones difieren en la cantidad total de precipitaciones pluviales al año. Los promedios más altos se presentan en las llanuras costeras del Golfo de México y del Caribe, así como en las elevaciones cercanas. Con excepción del norte de Yucatán y de la costa norte del golfo, las precipitaciones suelen superar los 1,200 mm en toda la llanura costera, y pueden alcanzar hasta 3,000 mm en el sur de Veracruz y Tabasco. En las zonas montañosas cercanas, el promedio de precipitaciones es 50 a 100% más alto que el anterior, y llega a alcanzar la cifra máxima de 5,000 mm en las montañas del norte de Chiapas; en las tierras altas de Chiapas y Guatemala, las precipitaciones son considerablemente mayores que en las tierras altas mexicanas, debido al doble efecto de las lluvias procedentes del Caribe y del Pacífico; por ejemplo, la mayoría de los valles altos de Guatemala, tienen promedios anuales de 1,000 y 1,500 mm. Las tierras altas del centro y del sur de la región son, en general, áreas áridas o semiáridas, con promedios de

precipitación que fluctúan entre los 300 mm en el fondo de algunos valles, hasta 1,200 mm en las laderas altas de las serranías que delimitan los valles interiores. Por lo general, el promedio de precipitaciones en zonas muy pobladas va de 500 a 1,000 mm en los altiplanos mexicanos (Sanders, 1985: 34-35).}

### **2.2.2. Bosquejo general del desarrollo de la agricultura en Mesoamérica.**

Los primeros inmigrantes que llegaron a América desde hace 30,000-25,000 años A.C. entrando por el estrecho de Bering, fueron cazadores en busca de alimento. Estos antiguos pobladores del nuevo continente se dividían en dos grupos diferentes: **cazadores de grandes animales o buscadores de caza mayor; y con una orientación cultural diferente, los cazadores de animales pequeños y al mismo tiempo recolectores de granos.** Estos grupos vivieron de manera independiente, pero hacia 7,500 años A.C., se marca un periodo de cambio de clima que favoreció al segundo grupo: los recolectores de granos y de caza menor sobrevivieron, ya que su rústica alimentación básica subsistía, pero los cazadores de caza mayor desaparecieron a medida que sus reservas de alimentos disminuían, hasta desaparecer del todo.

Como todos los organismos vivientes, los cazadores y sus mismas presas dependían de las plantas: **el alimento vegetal fue y es un elemento clave en la cadena vital, por lo que los recolectores de granos ganaron esta batalla.** La recolección de granos también demostró su viabilidad en otra forma: hacia el año 6,000 A.C., algunos recolectores de granos empezaron en algún lugar de Mesoamérica, a interferir con éxito en el proceso de la plantación, germinación y cosecha de las plantas

silvestres. Este hecho le permitió al hombre primitivo dar un paso decisivo en el dominio sobre el medio ambiente: al vigilar el crecimiento y desarrollo de las plantas y de los animales, el hombre no hace más que atenerse a los procesos naturales, pero asume algunas funciones propias de la naturaleza, como el control sobre la siembra, crecimiento, maduración y cosecha de las plantas, con mínimo trastorno del suelo y la vegetación, pero con un enorme esfuerzo humano (Wolf, 1977: 55-56).

En palabras de Granados y López (1996: 94-95), citando a Neish (1970, 1972) y a Wolf (1967), dicen **que la secuencia del desarrollo hasta la aparición de la agricultura como práctica formal en Mesoamérica**, comprendió las siguientes etapas:

- a) Alrededor de los 15,000 años A.C. se instalaron en Mesoamérica buscadores de caza mayor (cazadores especializados), al lado de cazadores que asechaban animales pequeños y (que) obtenían la mayor parte de sus alimentos de plantas silvestres (cazadores-recolectores).
- b) Hacia los 7,500 años A.C. ocurrió un cambio de clima desde Utah hasta las regiones montañosas del sur de Mesoamérica; grandes llanuras se transformaron en áridos desiertos, donde sólo es posible la caza menor y la recolección de plantas aclimatadas al desierto, por lo que los cazadores especializados desaparecieron, y se favoreció la sobrevivencia de recolectores de granos.
- c) Alrededor de los 6,000 años A.C. algunos recolectores empezaron el cultivo y explotación de plantas silvestres.
- d) En el año 1,500 A.C. aparecen los cultivadores experimentados.

Granados y López (1996: 96) agregan que Neish (S/F) propone que, el área probable de la domesticación primaria de las plantas cultivadas, está en algún lugar del sur del Valle de México y noreste de Chiapas, señalando tres posibles regiones: el Valle de Tehuacán en el sur de Puebla y norte de Oaxaca; el Valle de Oaxaca en la parte sur del estado; y el río Balsas en Guerrero.

Nace así la agricultura en Mesoamérica, desarrollada al principio por grupos humanos pequeños y de carácter trashumante, y como en todas partes del mundo, su comprensión aún está en proceso, en opinión de un gran número de especialistas: antropólogos, botánicos, lingüistas, etnógrafos, entre otros. Para Wolf (1977: 57), los indicios más antiguos del cultivo de plantas no proceden de Mesoamérica, sino de su periferia septentrional, al noroeste de Nuevo México y al noreste de Tamaulipas. Sostiene este autor y otros, que **la agricultura en Mesoamérica se desarrolla independientemente a la del Viejo Mundo**, respaldando su opinión en dos hechos relevantes: **las técnicas de cultivo y las plantas cultivadas son diferentes**. Para Rojas (1988: 15), la agricultura mesoamericana, como la andina, es una antigua, independiente y distintiva “invención” de sus habitantes originales, que crearon instrumentos y formas peculiares de manejar la tierra y de organizar el trabajo, que domesticaron plantas útiles, variadas, productivas y adaptadas a la diversidad de condiciones ecológicas del complejo territorio mesoamericano, en un proceso que se inició hace varios milenios de años, y que **se desarrolló de manera independiente de la agricultura del Viejo Mundo**.

En general, en la agricultura del Nuevo Mundo se encuentran dos tradiciones o procesos divergentes: en el sur de Mesoamérica, referido al complejo andino y parte de Centroamérica, se practicaba la **vegecultura** (por esquejes o partes vegetativas de las plantas), mientras que en Mesoamérica se practicó y se practica fundamentalmente la **semicultura o granocultura**, basada en la siembra de granos, con el *sistema milpa* como referente, con lo que se obtuvieron ventajas mutuas: los seres humanos proveían a las plantas de la tierra removida en la que podrían crecer, y las plantas proveían a los hombres de los granos necesarios para alimentarse. Así, los lugares habitados por el hombre, las modificaciones del espacio ribereño por los

ríos y el clima, daban a las plantas posibilidades para adaptarse, prosperar y reproducirse; paralelamente, los hombres provocaban incendios para apresurar la captura de la caza, y estas tierras incendiadas, también servían para crear un espacio ecológico propicio para dichas plantas.

Hacia el año 1,500-1400 A.C., el cultivo de plantas útiles al hombre ya era un hecho establecido en Mesoamérica: los seres humanos eran fundamentalmente sedentarios, vivían en pueblos, construían sus casas con varas, paja, caña, recubiertas de arcilla o de lodo, a la manera de chozas o jacales; transformaban sus alimentos mediante procesos de molienda y cocido; y eran capaces de almacenar sus excedentes de cosechas para los tiempos de escasez. Los principales cultivos que constituían su dieta básica eran **maíz, frijol y calabaza** (conocida como la **santa trinidad** mesoamericana), chile, amaranto, tomate, jitomate, aguacate y quizá nopal de tuna y una serie de frutas semitropicales; los restos arqueológicos más antiguos conocidos del maíz, datan de hace 7,400-6,700 años A.C., en la cueva de Guilá, Naquitz, valle de Oaxaca y de 5,050 años A.C., en la cueva de Oxcatlán, valle de Tehuacán, Puebla; de la calabaza hace 7,000 años A. C., también en Naquitz, Oaxaca, mientras que del frijol común son de hace 4,000 y 2,300 años A.C., en Ocampo, Tamaulipas (Flannery, 1985: 264-265). Poco después se incorporan otros cultivos a su dieta, como chile, yuca, camote, entre otros, que fueron aumentando en número, gracias al intercambio con otros pueblos mesoamericanos, como los mayas, y pueblos sudamericanos.

El perfeccionamiento del trabajo agrícola se manifestaba de diversas maneras, de las cuales destacaba la atención individualizada de las plantas cultivadas: selección para la siembra, siembra, trasplantes, cultivos, cosecha y otras operaciones, ejemplar por ejemplar; la diversidad de formas y obras de irrigación y abonado; las técnicas de aprovechamiento

del agua de lluvia para la agricultura de temporal y de aguas residuales y superficiales; las obras de rescate y conservación de suelos (drenes, terrazas y bancales); las asociaciones y rotaciones de cultivos; las diversas estrategias de mantenimiento de la fertilidad del suelo; la utilización diversificada del espacio vertical y horizontal (combinación de parcelas de diferentes calidades en pendiente y en llano), etc. El perfeccionamiento biótico se encuentra expresado en la riqueza y amplitud del repertorio de plantas cultivadas, el mayor del mundo sólo después de China, en la gran cantidad de razas o variedades de las especies más importantes, en la adaptación de éstas a la diversidad de nichos y condiciones ambientales, en los altos rendimientos de muchas especies, en el uso múltiples de las plantas con aprovechamiento de casi todas sus partes, etc.

De esta manera, el desarrollo de la agricultura en Mesoamérica prehispánica se da principalmente por **la vía del mejoramiento biótico y del manejo técnico agrícola, y no por el desarrollo instrumental**. El **manejo biótico** expresado en la combinación de plantas con distintas características de requerimientos de luz, humedad, nutrición, tiempo de cosecha, entre otras, en policultivos tanto perennes como anuales, que de manera general imitan a los ecosistemas naturales; así como el **manejo técnico agrícola** expresado en el manejo del suelo, agua y plantas, a través de técnicas de conservación del suelo y agua, y aprovechamiento temporal y espacial de las tierras de cultivo, llegando a tener su máxima expresión técnica en la construcción de “islas artificiales”, las famosas chinampas (ver figura 15). El **escaso desarrollo instrumental** se ve reflejado en la sencillez de sus instrumentos de trabajo, como el hacha de piedra, la coa (que aún se usa en algunas partes de México), entre otros; y por el desconocimiento de los metales (cobre, hierro y bronce), la rueda, los arados, los animales de tiro, las carretas, etc., que no son obstáculos para el desarrollo agrícola mesoamericano (Rojas, 1988: 16-17).

**Figura 15.** Construyendo chinampas.



**Fuente:** Significados.com, <https://www.significados.com/tlatoani/>, (2019: 07).

Así, la “invención” de la agricultura permite al hombre mesoamericano vincularse con el suelo, la vegetación, el agua y los diversos agentes naturales, permitiéndole relacionarse con otros hombres, creando un complejo de relaciones sociales, económicas y religiosas. Permite su asentamiento, permitiéndoles desarrollar otras técnicas referidas al procesamiento y almacenamiento de las plantas cultivadas y sus productos, a crear utensilios para la molienda, cocción y preparación de sus alimentos de origen vegetal y animal, como el metate y el brazo del metate, vasijas, ollas y otros; a trabajar la obsidiana, el barro y la piedra; a perfeccionar sus conocimientos sobre el desarrollo de la escritura, la religión, las matemáticas, la astronomía, la arquitectura y

las artes. En síntesis, a decir de Palerm y Wolf (1980: 11) a partir de la agricultura, que permite al hombre consolidar su sedentarismo, empieza a crearse la civilización urbana, es decir, una cultura urbana, ya que, en la historia, ningún pueblo de economía no productora, ha sido capaz de crear cultura urbana.

De manera general, complementando la lista de cultivos nativos del centro de origen mesoamericano, sin la intención de ser exhaustivos, se enumeran aquí los siguientes: maíz de varios tipos, frijol de varios tipos, calabaza, chile de varios tipos, alegría (amaranto), calabacita, camote, yuca, tomate, jitomate, chaya, chíá, jícama, jamaica, maguey, nopalitos, hierbasanta, epazote, chipilín, hierbamora, chilacayote, chayote, biznaga, coyol, ejote, lengua de vaca, trispinchile, mezquite, papa, pacaya, quelite, pápalo, palmito, zapote de varios tipos, aguacate, cacao, henequén, vainilla, ciruela, girasol, cacahuete, guanábana, tabaco, algodón, guayaba, coco, papaya, piña, pepino, etc. Con estos cultivos y muchos otros, son con los que Mesoamérica y México han contribuido a la agricultura mundial, para mejorar la alimentación y la economía de la sociedad humana.

### **2.3. ALGUNOS TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MESOAMÉRICA.**

Ya se ha hecho una reseña general de la agricultura en Mesoamérica, para tener una idea del espectro agrícola y la importancia de la aportación de esta región del mundo al bienestar de la humanidad. Toca ahora el turno de hablar un poco acerca de los principales sistemas de producción agrícola, es decir, de la forma en que los pueblos mesoamericanos dieron

vida a la organización de los procesos de trabajo agrícola, toda vez que fue y sigue siendo uno de los elementos estratégicos para lograr afianzar su civilización. Vale la pena recordar los conceptos sobre sistemas y sistemas de producción discutidos anteriormente, ya que Mesoamérica es una región enclavada en un clima tropical y subtropical húmedo y cálido, y que los tipos de sistemas agrícolas citados en el presente subtema están lejos de ser los únicos en la región, sobre todo actualmente.

Palerm y Wolf (1980: 65-71), proponen una tipología que establece tres sistemas agrícolas fundamentales (de las que pueden derivarse otras, como se aprecia en el cuadro 6): **roza, barbecho y regadío** (considerando las chinampas como una forma especializada de riego). Aclaran los autores que, para su descripción, se basan en fuentes históricas y en las técnicas usadas actualmente por algunos grupos indígenas. Brevemente se describen estos sistemas.

El **sistema de roza** consiste en talar (rozar y tumbar) una sección de bosque en una época propicia para que la vegetación cortada seque a fin de quemarla. Después de la quema se siembra por medio de espeque (macana, palo o bastón plantador) y se efectúan escardas o limpieas periódicas; tras un periodo variable, generalmente breve, el rendimiento disminuye, entonces se abandona el terreno para permitir la regeneración del suelo y el bosque. Una nueva sección del bosque es talada a fin de continuar el ciclo agrícola. Este sistema aún se puede observar en algunas partes de Mesoamérica, y se le asocia con la llamada agricultura itinerante (tradicional).

El **sistema de barbecho** también se inicia con la roza, tumba y quema de la vegetación existente. La milpa establecida sobre este terreno posee una duración sensiblemente igual (superior en algunos casos) a la milpa de roza. El hecho importante es que, los periodos de descanso son incomparablemente más cortos. Basta, con frecuencia, un número de años igual al

que estuvo el cultivo establecido. La causa de esta disparidad parece ser, sobre todo, ambiental. Sostienen que actualmente existen dos sistemas de milpa de barbecho en algunas partes del estado de México: la huerta o calmil (la milpa de la casa) y la milpa propiamente dicha, de la parcela. El tiempo y rendimiento de la milpa de barbecho es igual a la milpa de roza, mientras que el calmil es de cultivo permanente, gracias a los desperdicios de la casa, que le sirven como abono y puede rendir el doble.

El **sistema de regadío** es un sistema creado por los agricultores. Se busca una fuente de agua (río, presa, lago) y se construye un canal que conduzca el agua hasta las tierras de cultivo, creando una represa para atajar y almacenar el agua, para luego distribuirla parcela por parcela. Este trabajo se logra gracias a la organización y cooperación de los involucrados, para conseguir los permisos de otros productores no cooperantes, construir y mantener en buen estado los canales de riego, incluso para el riego conjunto en las diferentes parcelas (tequio, mano vuelta), para la distribución equitativa del agua, etc. El rendimiento de la agricultura de riego justificaba y justifica los esfuerzos, siendo hasta dos veces el rendimiento por unidad de superficie en el mismo periodo, con la posibilidad de obtener más de una cosecha al año y de diferentes cultivos; las chinampas son la máxima expresión del sistema de regadío en la agricultura mesoamericana. El aumento de la productividad hace posible el aumento de la población y la creación de pueblos más grandes y más poblados, precursores de las ciudades.

De acuerdo con Rojas (1985: 132-134; 1988: 25), los criterios propuestos y utilizados para clasificar los sistemas de producción para el caso mesoamericano, responden de manera general a los criterios paleotécnicos utilizados a nivel mundial, así como a criterios específicos derivados de las características especiales de la agricultura del área. Dichos criterios, la autora los reduce a dos fundamentales: **la intensidad agrícola y las características**

**tecnológicas de los métodos agrícolas**, en especial en la forma de manejar el suelo durante el ciclo de producción-descanso de la tierra.

En el cuadro 5 se aprecian las propuestas de tres estudiosos de la agricultura mesoamericana, de acuerdo con el criterio de **intensidad agrícola**, que intentan dar cuenta de la evolución real de la agricultura, **y el de los modos en que tierra y agua son utilizados** (Rojas, 1985: 134; 1988: 27).

**Cuadro 5.** Propuestas de sistemas de producción en Mesoamérica, por tres estudiosos de la agricultura mesoamericana.

<p>BOSERUP (1965): <b>Sistemas de cultivo con descanso forestal o cultivo en monte alto.</b> 1-2 años uso: 20-25 años descanso. El descanso excede al uso. <b>Sistemas de cultivo con descanso arbustivo o cultivo en monte bajo.</b> 1-2 años uso: 6-8 años descanso. El descanso excede al uso. <b>Sistemas de cultivo con descanso en hierbazal o zacatal.</b> 1-2 años uso: 1-2 años descanso. El descanso excede o iguala al uso. <b>Sistemas de cultivo anual.</b> Cultivo continuo anual. El descanso es de unos meses. <b>Sistemas de cultivo continuo o policultivo.</b> El descanso es inapreciable o no existe, y se obtienen una o más cosechas sucesivas al año en el mismo terreno.</p>
<p>PALERM (1967, 1972): <b>a) Sistemas de roza (roza-quema).</b> 2-3 años uso: 10-12 o más descanso. El descanso excede al uso. <b>b) Barbecho.</b> 2-3 años uso: 2-3 años descanso. El descanso excede o iguala al uso. <b>Secano intensivo anual.</b> El uso es anual, con algunos meses de descanso. <b>Humedad y riego.</b> Posibilidad de obtener más de una cosecha al año, y posibles policultivos.</p>
<p>WOLF (1971): <b>Sistemas de descanso largo.</b> Variedades: selva y altiplano. <b>Sistemas de descanso sectorial.</b> 2-3 años uso: 3-4 años descanso. El descanso excede al uso. <b>c) Sistemas de descanso corto.</b> 1-2 años uso: 1 descanso. El descanso es igual o menor al uso. <b>d) Cultivo permanente o sistemas hidráulicos.</b> <b>e) Cultivo permanente en parcelas favorecidas.</b></p>

**Fuente:** Rojas (1988: 27).

En el segundo criterio para el análisis de los sistemas de producción agrícolas prehispánicos: el **tecnológico**, la autora citada dice, **primero**, que se basa en la información disponible en el momento del contacto con los españoles, y **segundo**, en las características de los métodos agrícolas propiamente dichos, especialmente en la forma de manejar el suelo durante el ciclo de producción (y eventualmente durante el descanso), así como al manejo del suelo y el agua a más largo plazo a través de la formación de terrazas, drenes, canales de irrigación, presas, etc. Estas obras, de hecho, fueron en algunas zonas una precondición del cultivo mismo, y en otras de la intensificación agrícola. Estos sistemas agrícolas son los siguientes: **sistemas intensivos agrícolas con labrado (o trabajado) de suelo, y los sistemas extensivos agrícolas con mínima alteración del suelo.**

Brevemente, en el conjunto de sistemas intensivos con labranza de suelo menciona que se trabajaba varias veces durante el ciclo de producción: al prepararlo para la siembra (rompiendo, desenzacatando, cavando, desterronando, amollentando), al condicionarlo en forma de cajetes, camellones, terrazas y otros (montones) para recibir a las semillas o esquejes de las plantas. Al menos parte de las escardas se hacían matando la hierba en una operación simultánea de deshierbe y aporque, aflojando y removiendo el suelo alrededor de las matas para desenraizar y ahogar la hierba perjudicial, y de arrimarle tierra a los cultivos, darles luz, aire y sostén. Otras veces, escardar solamente consistía en cortar las hierbas o en desenraizarlas con la mano, pero en todo caso ambas formas pudieron combinarse y hacerse en distintos momentos del ciclo productivo, y según el tipo de hierbas. Las diferencias de grado en la labranza del suelo de un sistema a otro del complejo agrícola, guardan una estrecha relación con la intensidad agrícola, con las condiciones ecológicas y con los tipos de cultivos.

En cuanto a los **sistemas extensivos**, se refieren prácticamente a los sistemas de rosa, tumba y quema. En éstos, la técnica consiste en

rosar (cortar) la hierba para despejar el terreno, tumbar los árboles que sean necesarios derribar y luego quemar las hierbas y restos de árboles cortados, para sembrar enseguida sobre el terreno despejado, **sin apenas roturar o alterar la superficie del terreno** (siembra con espeque). Casi toda la agricultura que se practica en este sistema es de temporal, generalmente con una cosecha anual, con excepción de las regiones más húmedas, como en las vertientes del Golfo de México y otras, donde se pueden obtener hasta dos cosechas, gracias a la humedad del suelo y a las lluvias invernales. Este tipo de agricultura se sigue practicando, principalmente en laderas escarpadas de tierras templadas y calientes, en las vertientes del Golfo de México, Yucatán, Guerrero, Morelos, Oaxaca y Chiapas.

Independientemente de la forma del uso del agua u otras técnicas de manejo de abonos y del suelo, como drenes, terrazas, camellones, etc., interesa destacar el manejo de cultivos, para que se tenga una idea de la enorme variedad de arreglos de las plantas en el terreno (arreglos topológicos) para aprovechar mejor el espacio y el tiempo, con la intención de obtener mayor variedad de cosechas. Rojas (1985:163-173 1988: 67; 73-94), citando a autores como Hernández X. (1976), Palerm (1967, 1972) y otros, destaca el manejo de cultivos (manejo biótico) como una de las estrategias mejor logradas por los agricultores prehispánicos; destaca los siguientes: **siembras múltiples, siembras en el ciclo otoño-invierno, siembra en almacigo y trasplante, asociación de cultivos, rotación de cultivos, asociación anual-anual, asociación anual-perenne, y asociación perenne-perenne.**

De las **siembras múltiples** dicen que, en algunas regiones, como el Golfo de México y la Maya de Guatemala, debido a la dificultad de guardar los granos por la excesiva humedad, se veían en la necesidad de sembrar en dos o tres épocas diferentes, de manera simultánea y en

sucesión, en el mismo terreno y en terrenos diferentes, tanto maíz como frijol y calabaza, para obtener hasta tres cosechas al año, para asegurar su disposición de estos granos y otros como chile, yuca, camote, entre otros. Mientras que en el caso de las siembras en **otoño-invierno**, destaca la importancia del conocimiento de los antiguos productores de los eventos climatológicos, como la temporada de sequía y el periodo de heladas en el alto altiplano (tierra fría), así como los factores siguientes: características de las plantas cultivadas, ocurrencia de heladas, características del sistema agrícola (de temporal, humedad o de riego) y de los métodos empleados (almácigos, abrigos), con la idea de obtener los máximos rendimientos en sus cosechas.

El uso de **almácigos y la técnica del trasplante**, fue y es un recurso importante para proteger sus cultivos durante el periodo de heladas, contra el sol excesivo, para prodigarles cuidados y vigilancia, en fin, para facilitar su manejo, que les permitiera obtener cosechas de especies o variedades más rendidoras y difíciles, de ciclos largos, ganarle tiempo al temporal o heladas, ahorrar espacio en terrenos ocupados por otros cultivos, seleccionar para el trasplante las mejores plantas, entre otros. Este manejo se usó fundamentalmente en regiones con riego y humedad intensivos, en cultivos anuales como tomate, jitomate, chile y flores, y en perennes como cacao, frutales y ornamentales, y otros de reproducción asexual como nopal, piña, camote, maguey, yuca, por mencionar algunos.

Rojas (1985: 28), citando a otros autores, considera necesario aclarar lo que entiende por **asociación y rotación de cultivos**, para no crear confusiones. Por **asociación** se entiende aquí la siembra o coexistencia de dos o más cultivos en una misma parcela, sean anuales o perennes, con dos formas arquitectónicas o estructurales principales: la *alternación y el mosaico*. Cuando la siembra (o plantación) en **alternación** de los cultivos se hace en un sólo momento se dice que es *concomitante*, y puede hacerse

en la misma cepa, en el mismo surco o desperdigada; pero cuando se escalona en momentos distintos se llama *imbricada*, y sólo abarca las formas en surco y desperdigada. La asociación en **mosaico** es aquella en que los cultivos se distribuyen (se hacen o siembran) en porciones diferentes de la misma parcela (quedando como subsistemas). Por **rotación** se entiende la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos, sobre un área de terreno determinada. Con estas técnicas de manejo, se podían y pueden obtener varias cosechas al año, sobre todo de maíz, frijol, calabaza y chile, y otros (camote, yuca, cacao, algodón, etc.) con disminución de riesgos por pérdidas, mejor distribución y provecho de la mano de obra, y mejor aprovechamiento del espacio vertical (en el tiempo).

La **asociación anual-anual** más comunes fueron y siguen siendo la de maíz, frijol y calabaza (la *santa trinidad*), más conocida como *milpa*, que junto con el chile y otras plantas silvestres y cultivadas, han proporcionado los elementos nutritivos y energéticos de la población mesoamericana antes de la conquista; generalmente se asocia maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-maíz, y maíz-frijol-calabaza, tanto de manera concomitante (colocando incluso ambas semillas en el mismo hoyo, cajete o cepa) como escalonada (*imbricada*) de distintas maneras. Las asociaciones de maíz-frijol-calabaza, además de proporcionar alimentos variados y en distintas épocas del año, tienen ventajas adicionales: lo frijoles, como todas las leguminosas, fijan nitrógeno al suelo beneficiando a los otros cultivos, y cuando es una variedad enredadora, trepa por la caña del maíz, captando mayor cantidad de energía solar; la calabaza cubre con su guía y amplias hojas al suelo, protegiéndolo de la acción directa de la lluvia, aminorando la erosión, la evaporación excesiva y evitando el nacimiento de hierbas indeseables; otro beneficio es que, en ocasiones, la siembra en asociación determina mayores rendimientos físicos conjuntos, que el promedio de los respectivos rendimientos si los componentes fueran unicultivos.

En la **asociación anual-perenne**, el maguey, nopal, aguacate, tejocote, y otros frutales, se encuentran en las milpas, distribuidos alrededor de los terrenos, como linderos o cercas, o distribuidos dentro del terreno cultivado de manera estratégica. Las plantas perennes sirven como retenedores del suelo, agregan variedad alimenticia y de uso a las parcelas, y a más largo plazo tienen un papel económico al rendir cosechas por varios años, incluso en aquellas abandonadas sobre todo en las de barbecho o descanso largo. Citando a Palerm (1967), dice que la **asociación perenne-perenne**, con excepción del cacao que tenía carácter comercial, estos cultivos se explotaban en huertos mixtos muy diversificados, en los que cada especie están representados por unos cuantos ejemplares. El ejemplo más común es el sistema cacao-otras especies perennes, en las regiones cálidas y húmedas, como zapote de diferentes tipos, plátanos, guanábanas, anonas, capulines, nanches, tejocotes, aguacates, chalum, caspirol, etc., dependiendo de la zona. Otros cultivos que se encontraban asociados eran los magueyes con otros típicos de la región, y nopales, en el altiplano central de México, que aseguraron la alimentación de esa área mesoamericana.

En el mismo tenor, Turrent (1980: 9-10), plantea que, en la actualidad, los productores mesoamericanos siguen practicando y mejorando los sistemas de cultivos (uno de los componentes bióticos de los sistemas de producción agrícola) y menciona algunas combinaciones, como las siguientes:

### **I. Patrones únicos de cultivos.**

**A). Cultivos únicos simples.** Un solo cultivo de maíz sembrado en hileras o al azar, en un año agrícola (doce meses); cebada sembrada al voleo, en un año agrícola, etc. La tierra queda ociosa después de la cosecha.

**B). Cultivos únicos compuestos.**

**a) Cultivo único de maíz con imbricación de trigo al voleo, en tiras alternas.**

- b) Se siembra el maíz en hileras más anchas de lo usual y ya avanzado su ciclo, se siembra trigo al voleo entre las hileras de maíz. Primero se cosecha el maíz y después el trigo. El terreno permanece ocioso por el resto del año.
- c) **Cultivo único de maíz asociado sobre la hilera con frijol de guía larga, intercalado con frijol de mata a lo largo y entre las hileras.** Se trata de un solo cultivo en el año agrícola de maíz y de frijol de guía larga asociados sobre la hilera, y además con frijol de mata intercalado, sembrado sobre las hileras y las matas de maíz y frijol de guía larga. El frijol de mata es de ciclo más corto y madura antes de que los dos primeros cubran el terreno. El maíz y frijol de guía larga se siembran y se cosechan al mismo tiempo.
- d) Cultivo único de maíz intercalado en plantilla de higuierilla a lo largo de la hilera, alternando con tiras de maíz de tres hileras. En este caso, cada tres o cuatro hileras de maíz (una tira), se siembra higuierilla además del maíz, a lo largo de la hilera. La siembra de ambas plantas se realiza en junio; se cosecha el maíz en noviembre, y la cosecha de higuierilla se hace en abril del año siguiente.

## II. Patrones múltiples de cultivos.

### A). Cultivos dobles simples.

- a) **Cultivos dobles de maíz en sucesión.** Se siembran dos cultivos de maíz, con el segundo después de cosechar el primero, mediando o no preparación del terreno. Después de la cosecha del segundo cultivo, la tierra permanece ociosa el resto del año.
- b) **Cultivos dobles en relevo de maíz y de frijol en hileras-tiras alternas.** Se conduce el cultivo de maíz y antes de su cosecha, se imbrican varias hileras de frijol (tiras) entre las hileras de maíz. El frijol se cosecha después del maíz.

### B). Cultivos dobles compuestos.

- a) **Cultivos dobles de papa en relevo a hileras alternas con la asociación sobre la hilera de maíz y frijol de guía larga.**

Después de sembrado el cultivo de papa, y antes de cosecharlo, se le imbrica en hileras alternas la asociación maíz-frijol de guía larga, los cuales se siembran a la vez, van juntos sobre la misma hilera, y desarrollan la mayor parte de su ciclo después de que la papa ha sido cosechada.

**C). Cultivos triples simples.**

**a) Cultivos de papa con hileras alternas de maíz en relevo, y sobre la hilera con frijol de guía larga en relevo.** En este caso, dentro de un periodo de doce meses se siembran tres cultivos en relevo, comenzando con la papa; tan pronto se construyen camellones para las hileras de papa, sobre uno de sus lados se siembra la hilera de maíz; después de que el maíz alcanza su madurez masosa, se siembra frijol de guía larga al pie de cada mata de maíz, el cual desarrolla cuando ya el maíz ha completado su madurez fisiológica.

**b) Cultivos triples de maíz en hileras con relevo de frijol a tiras alternas, y sucesión de maíz en hileras.** Se trata del cultivo de maíz en hileras, al que antes de cosecharse se le imbrica frijol, dos hileras de frijol (una tira) entre cada dos hileras de maíz. Después de cosechar primero el maíz y luego el frijol, se siembra maíz de nuevo, solo, el cual completa su ciclo antes que se cumpla el año agrícola de la secuencia completa.

Turrent (1980: 5-7) menciona que, por **año agrícola** debe entenderse un periodo de doce meses, en el eje tiempo; el término **cultivo** es usado en referencia a cualquier número de especies creciendo juntas la mayor parte de su ciclo, o bien que el periodo de crecimiento de la más precoz quede incluido dentro del periodo de crecimiento de la más tardía; por ejemplo, el cultivo de maíz, la asociación maíz- frijol de guía larga y haba. Sin embargo, serán dos cultivos diferentes cuando a la larga del eje tiempo se trata de reducir la interacción entre las especies o grupos de ellas: en el

trópico húmedo de México, se acostumbra el cultivo de maíz, seguido por el cultivo de frijol de semiguía, el cual se siembra poco tiempo después de realizar la “dobla” del maíz; aquí, se trata de dos cultivos, ya que hay poca interacción agronómica entre ambas especies. **Cultivos múltiples** son aquellos cuando en un año agrícola se practica más de un cultivo, a diferencia del término de **cultivo único y cultivo doble**.

Citando a Hernández (S/F), Turrent (1980: 6) define los términos de asociación, intercalación, imbricación, sucesión y relevo, en relación a un cultivo, espacio y tiempo. Por **asociación** se entiende la siembra de dos o más cultivos que se realizan juntos (en matas, corrillo, hilera o al voleo) y tienen ciclos de crecimiento afines, de tal manera que maduran juntas. Se **intercala** una o varias especies en otra u otras, cuando, habiéndose sembrado a la vez, la colocación de aquella o aquellas y/o su madurez precoz son tales que la competencia entre ambos grupos de especies es reducida en lo posible, por ejemplo cuando se intercala frijol de mata (más precoz) sobre las hileras de maíz en asociación con frijol de guía larga (ambos más tardíos), procurando que la cosecha del primero sea antes de que el follaje del maíz y frijol de guía larga cubran totalmente el terreno. Y se **imbrica** una especie o grupo de ellas en otra (s) cuando aquellos se siembran en un estado avanzado del crecimiento de las últimas. La madurez de ambos grupos de especies puede ocurrir simultáneamente o no; el estado de crecimiento de la especie (s) cuando se realiza la imbricación de otra (s), puede ser desde vegetativo hasta su madurez: se refiere genéricamente a los casos de asociación, intercalación e imbricación como casos de cultivo compuesto, a diferencia de un cultivo simple, el cual involucra a una sola especie.

Con respecto a la relación entre los cultivos, el término **sucesión** indica que la siembra del segundo cultivo se realiza después de la cosecha del primero, mediando o no roturación, y no hay interacción

entre los cultivos sembrados. Cuando se realiza la siembra del segundo cultivo, antes de la cosecha del primero, se dice que están en **relevo** (una forma de imbricación). Es necesario estar conscientes de las diferencias entre sucesión y relevo, por algunas razones: **primero**, las siembras en relevo normalmente imponen un cierto arreglo topológico subóptimo para el primer cultivo, ya que la especie imbricada requiere cierta iluminación, así como preparación del suelo, lo cual ha de hacerse con el primer cultivo en pie. En la relación de sucesión no existe tal condicionante; **segundo**, normalmente la operación de imbricar la segunda especie no se puede hacer con maquinaria agrícola, por lo que esta práctica es casi exclusiva de la agricultura campesina y no de la comercial; y **tercero**, a igualdad de condiciones, la práctica de imbricar (el relevo), permite que ambas especies sean de ciclo más largo que en el caso de sucesión.

Márquez (1981: 257-275) propone una **clasificación tecnológica** de los agroecosistemas, basado en los **ejes espacio y tiempo como criterios fundamentales**, porque los sistemas agrícolas se desenvuelven dentro de un espacio físico (la tierra como parcela, finca, región agrícola, etc.) y a través del tiempo (la estación de crecimiento, las épocas del año, los años, etc.). En este contexto es importante ver cómo se ha desarrollado tecnológicamente la agricultura en relación a la diversidad de plantas que se encuentran dentro de la parcela y a su distribución espacial (eje espacio) y al uso que se le da a ésta a través del tiempo (eje tiempo). En el eje espacio, en el contexto del desarrollo agrícola, se avanza en el sentido de mayor a menor diversidad: de asociaciones complejas de cultivos a cultivos de plantas genéticamente uniformes. En el eje tiempo, en general, se avanza de menor hacia mayor diversidad: del monocultivo a rotaciones de varios cultivos. Lo anterior, dice Márquez (1981: 258), se debe de tomar como un punto de partida general, pues en un papel dual de causa y efecto se

sobrepone al plano espacio-tiempo una tercera dimensión, la tecnología, determinada por el ambiente natural y el ambiente social.

En el **eje espacio**, se considera si en el espacio físico de la parcela solo crece un cultivo o es compartido por dos o más, creándose las categorías de **unicultivo** y **multicultivo**. Dentro del multicultivo se debe de tomar en cuenta el arreglo o disposición espacial de los cultivos, generándose dos subcategorías: la **yuxtaposición**, en la cual las plantas de un cultivo coexisten con las de otro sin entremezclarse, y la **asociación**, en la cual la distribución de los cultivos tiende más hacia una completa mezcla. En la yuxtaposición a su vez, caben dos clases: la **alternación** (también llamada intercalación) y el **mosaico**; la alternación puede ser regular cuando hay una disposición alternada de los cultivos entre los surcos o hileras, o irregular cuando la alternación es dentro de los surcos. El mosaico es el uso de la parcela por medio de una serie de subparcelas en las que se cultivan, dentro de cada una, un cultivo diferente, y que también se subclasifica según haya humedad suficiente o humedad excesiva.

Como criterio general para su subclasificación adicional dentro de las categorías, subcategorías y clases así establecidas, se tiene la **duración de la planta en el terreno para llegar a la producción y el tiempo en que ésta se sostiene**, o sea, si el ciclo productivo de la planta es de **uno (anual), dos (bianual) o más años (semiperenne y perenne)**, dado que las técnicas de explotación y la evolución misma del agroecosistema dependerán de dicha duración y también definirán la posibilidad de realizar periodos de descanso y/o de entrar en rotación con otros cultivos. Y finalmente, dentro de la **duración de la explotación** tenemos una subclasificación adicional en lo que se refiere al tipo de plantas: **herbáceas, arbustos y árboles**, pues nuevamente la forma de explotación y todo lo que ella conlleva dependerá también del hábito de la planta; por ejemplo,

los frutales arbóreos se explotan en determinada forma y tienen ciertos problemas específicos diferentes a los de los frutales herbáceos como la fresa y el melón (Márquez, 1981: 259-260).

En lo que se refiere al **eje tiempo**, se tienen **tres categorías principales**: **primera**, si año tras año o temporada por temporada agrícola en la región o en su mayor parte se explota el mismo agroecosistema definido en el eje espacio, o sea el **monocultivo**; **segunda**, si a un agrosistema le sigue otro u otros en forma más o menos sistematizada, la **rotación**; y **tercera**, si el periodo de explotación del agrosistema le sigue un periodo más o menos largo sin cultivo de la tierra, el **descanso**. En la categoría monocultivo, las subcategorías se refieren a la duración de la explotación, siendo la **anual**, la **semiperenne** y la **perenne**. En la categoría rotación, como generalmente para que tenga sentido agronómico se lleva a cabo en plantas anuales, las subcategorías se refieren a si se lleva a cabo solo entre dos cultivos, la **rotación simple**, o bien entre más de dos cultivos, la **rotación compleja**. Finalmente, las subcategorías del descanso tienen que ver con el tiempo que se deja entre los periodos de explotación de la tierra: si éste es de unos pocos meses, de un año o de unos pocos años, se tiene el **barbecho**, mientras que, si es más prolongado de manera que haya un cierto grado de restablecimiento de la vegetación natural, se tiene a la **repoblación** (Márquez, 1981: 260).

En cuanto al **eje tecnológico**, a reserva de que fuera posible clasificar la tecnología en grados bien definidos, podemos basarnos en la clasificación de **tipos de agricultura** que presenta el colegio de Postgraduados (1974), que establece tres categorías: **avanzada**, **tradicional** y **de subsistencia** (Márquez, 1981: 260).

De esta suerte, una primera aproximación a la clasificación tecnológica en los ejes espacio, tiempo y tecnología, sería la siguiente (Márquez, 1981: 261-262):

I.- EJE ESPACIO

A.- UNICULTIVO

A.1.- Anuales (1)

A.2.- Semiperennes y perennes

A.2.1.- Herbáceas

A.2.1.1.- Huerto de hortalizas (2)

A.2.1.2.- Pradera (3)

A.2.1.3.- Plantación (4)

A.2.2.- Arbustos y árboles

A.2.2.1.- Huerta de frutales (5)

A.2.2.2.- Plantación (6)

B.- MULTICULTIVO

B.1.- Yuxtaposición

B.1.1.- Alternación

B.1.1.1.- Regular

B.1.1.1.1.- Anual-anual (7)

B.1.1.1.2.- Anual-perenne (8)

B.1.1.1.3.- Perenne-perenne (9)

B.1.1.2.- Irregular

B.1.1.2.1.- Anual-anual (10)

B.1.2.- Mosaico

B.1.2.1.- Cultivo con humedad suficiente

B.1.2.1.1.- Huerto familiar (11)

B.1.2.1.2.- Riego con cántaro (12)

B.1.2.2.- Cultivo con humedad excesiva

B.1.2.2.1.- Chinampas (13)

B.1.2.2.2.- Campos drenados (14)

B.2.- Asociación

B.2.1.- Anual-anual (15)

B.2.2.- Perenne-perenne

B.2.2.1.- Herbáceas

B.2.2.1.1.- Pradera (16)

B.2.2.1.2.- Pastizal (17)

B.2.2.2.- Arbustos y árboles

B.2.2.2.1.- Huerta semicomercial templada (18)

B.2.2.2.2.- Huerta familiar tropical (19)

II.- EJE TIEMPO

A.- MONOCULTIVO

A.1.- Anual (1)

A.2.- Semiperenne y perenne (2)

B.- ROTACIÓN

B.1.- Simple (3)

B.2.- Compleja (4)

C.- DESCANSO

C.1.- Barbecho (año y vez) (5)

C.2.- Repoblación (roza-tumba-quema) (6)

III.- EJE TECNOLÓGICO

A.- Agricultura avanzada

B.- Agricultura tradicional

C.- Agricultura de subsistencia

Como ejemplo de una combinación en el plano espacio-tiempo se tienen el agroecosistema llamado imbricación, cultivo de relevo o sucesión. En este caso, por falta de tiempo para completar los ciclos de dos cultivos dentro de las épocas agrícolas del año de manera que se pudiera llevar a cabo una rotación simple, el segundo cultivo se siembra durante la última etapa del ciclo del primero, entre sus surcos. La combinación resultante es el de la alternación (eje espacio) y una forma intermedia entre el monocultivo y la rotación (eje espacio), típicos de la agricultura tradicional y de subsistencia. Como ejemplo del uso de la clasificación tridimensional podemos usar el agroecosistema, de manera general, del cultivo de maíz para ensilaje (en el original, en el Estado de México): se trata de un solo cultivo (unicultivo, en el eje espacio; monocultivo, en el eje tiempo), en una superficie de varias decenas de hectáreas, y su manejo agronómico (factor tecnológico) se basa en aplicación de riego, uso de fertilizantes, picado mecanizado del forraje, entre otros elementos que implican una explotación intensiva dentro de la agricultura que llamamos avanzada (Márquez, 1981: 263-264).

Para terminar este apartado, vale la pena citar a la SEMARNAT (2010), quien dice que los agroecosistemas son una parte importante del territorio mexicano, pero que las condiciones ambientales predominantes no son favorables para las actividades agropecuarias, el relieve abrupto, la calidad de los suelos y las características del clima limitan considerablemente la disponibilidad natural de zonas aptas para el desarrollo de sistemas productivos. No obstante, una importante superficie de ecosistemas naturales se ha transformado en agroecosistemas, es decir, ecosistemas modificados y manipulados por el hombre que involucran a la agricultura y a la ganadería con la finalidad de obtener bienes, servicios y productos de consumo humano de interés para una localidad, o para su venta en el mercado. Para el año 2007, estos ecosistemas cubrían poco más de 45 millones de ha,

es decir, cerca del 23% de la superficie nacional. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía establece los siguientes tipos de agroecosistemas:

**Agricultura de Humedad.** Se practica en terrenos que se cultivan antes o después de la temporada de lluvias, aprovechando la humedad del suelo. Incluye a los terrenos de zonas inundables o materiales amorfos que retienen agua y que aun en periodo de sequía presentan humedad, o bien aquellos que después de la temporada de lluvias soportan cultivos que desarrollan todo su ciclo, llamados comúnmente de invierno. Este tipo de agricultura se concentra en el centro del país, así como en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, México y Veracruz.

**Agricultura de Riego.** No depende de la temporada de lluvias y la duración del cultivo puede ser de meses, años o décadas. Considera los diferentes sistemas de riego, por ejemplo, la aspersión, el goteo, el agua rodada por bombeo o gravedad. La mayor parte de la superficie agrícola de riego se localiza en el norte del país a lo largo de las llanuras costeras de ambos océanos, así como en el Altiplano Mexicano hasta las estribaciones del Sistema Volcánico Transversal.

**Agricultura de Temporal.** Es aquella en la que los cultivos dependen del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener agua. Algunas superficies son sembradas de manera homogénea por un cultivo o más, pueden estar combinados con pastizales o agricultura de riego, en un mosaico complejo difícil de separar, pero siempre con la dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia. La agricultura de temporal se encuentra en casi todo el país y predomina en los estados de Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Chiapas, Chihuahua y Puebla.

**Bosque Cultivado.** Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas, sobre todo en áreas que presentan

una perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que se componen de árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas, establecidas con diferentes fines, como el control de la erosión y la recreación. Los bosques cultivados se presentan en superficies pequeñas y dispersas principalmente en el Sistema Volcánico Transversal, en el sur de la Llanura Costera del Golfo y en el estado de Campeche.

**Pastizal cultivado.** Este tipo de pastizales se introducen intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales. El pastizal cultivado es común en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada y con menor frecuencia se presentan en declives pronunciados. Se localiza a lo largo de la llanura costera del Golfo de México, en el oeste de Campeche, Quintana Roo, norte de Yucatán, Sonora y en una faja dispersa y angosta desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas.

**Acuícola.** Se refiere al cultivo de animales y plantas en el agua. En esta actividad se incluyen peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos y algas. Su utilización puede ser para alimento, recreación, estudio, obtención de productos o para su conservación y protección. Incluye las siguientes instalaciones:

Piscifactorías: instalaciones para la producción de crías o de engorda de peces de estanques, jaulas o canales de corriente rápida.

Granjas acuícolas: instalaciones dedicadas a la producción de crustáceos como el camarón. Este agroecosistema se distribuye principalmente en una franja dispersa desde el sur de Sonora hasta Sinaloa, en áreas muy pequeñas en el noreste y sur de la Península de Baja California y en los estados de Tamaulipas, Campeche y Yucatán.

**CAPÍTULO III**  
**LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**  
**EN EL DESARROLLO DE LA**  
**AGRICULTURA EN MÉXICO**



### 3.1. EL DESARROLLO CIENTÍFICO DE LA AGRICULTURA.

#### 3.1.1. Ciencia, ciencia agrícola y tecnología agrícola en México.

##### 3.1.1.1. Conceptos de ciencia, ciencia agrícola y tecnología agrícola.

**P**ara Münch y Ángeles (2011: 13), **ciencia** puede ser conceptualizada como un conjunto sistemático de conocimientos con los cuales, al establecer principios y leyes universales, el hombre explica, describe y transforma el mundo que lo rodea. La ciencia, sostienen, es un conjunto sistematizado del saber humano, está conformada por la teoría, el método y la técnica. Por **teoría** entienden al conjunto de conceptos, categorías y leyes que reflejan objetivamente la realidad, y se basa en estructuras complejas del conocimiento (leyes, cálculos, etc.) que se encuentran ligadas a la práctica, de tal manera que la teoría explica la realidad y se orienta hacia el conocimiento y la resolución de problemas. Del **método** dicen que es un medio para alcanzar un objetivo, y como método científico es un conjunto de reglas para obtener con mayor facilidad el conocimiento científico. Y la **técnica** la consideran como el conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método; así, si el método es el camino, la técnica proporciona las herramientas para recorrer ese camino.

La **ciencia** puede ser definida como un sistema de conocimientos verdaderos, que sintetizan la práctica, son obtenidos de ella y confirmados por ella, cuya especificidad consiste en que es la sintetización suprema de la práctica, que puede abarcar todos los fenómenos de la realidad, y proporciona un conocimiento verdadero de la esencia de los fenómenos y procesos que se producen, de las leyes de la naturaleza, de la sociedad y del pensamiento en una forma lógica abstracta; con una estructura compleja, pero

sus principales componentes son tres: el conocimiento empírico, obtenidos a través de observaciones y experimentos (experiencias); el conocimiento teórico (la teoría, como sistema de conocimientos); bases y deducciones filosóficas, cosmovisivas, en las que la teoría encuentra su continuación directa y su culminación, organizadas y sistematizadas por los seres humanos (investigadores), (Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 249-250).

Kédrov y Spirkin (1998: 5-6), dicen que la ciencia es un sistema de conceptos acerca de los fenómenos y leyes del mundo exterior y de la actividad espiritual de los hombres que posibilita prever y transformar la realidad en beneficio de la sociedad; es una forma históricamente constituida de la actividad humana, una “producción espiritual”, cuyo contenido y resultados son los hechos acumulados que se orientan a un fin, las hipótesis y teorías formuladas, con las leyes, recursos y métodos de investigación que le sirven de base. Estos autores agregan que la ciencia coadyuba a elaborar una concepción del mundo correcta, dialéctico- materialista; libera al hombre de supersticiones y prejuicios, amplía sus horizontes y perfecciona sus capacidades intelectuales y convicciones morales.

Para Roseblueth (1984: 10), la ciencia es el conocimiento ordenado de los fenómenos naturales y de sus relaciones mutuas, (donde) busca modelos abstractos o teóricos lógicos, que representen fielmente las relaciones funcionales invariantes que existen en la naturaleza. Estos modelos parten de experiencias pasadas y deben ser aplicables a las futuras. La ciencia empieza y acaba siempre en la naturaleza, en una realidad externa que se postula; que el conocimiento científico se ocupa de los aspectos reproducibles de la naturaleza, (y) que el hombre de ciencia quiere sistematizar y legislar la experiencia pasada y predecir y controlar la futura. La base de la ciencia es que el hombre tiene la curiosidad de conocer o entender a la naturaleza y a la sociedad humana. Tiene deseo de conocer el pasado, el presente, el futuro y la concatenación temporal (y espacial) de los fenómenos naturales y sociales.

La ciencia puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y, por consiguiente, falible, (y) por medio de la investigación científica, el hombre ha alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta. Como actividad -como investigación-, la ciencia pertenece a la vida social; en cuanto se le aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales, la ciencia se convierte en tecnología. Sin embargo, la ciencia se nos aparece como la más deslumbrante y asombrosa de las estrellas de la cultura cuando la consideramos como un bien por sí mismo, esto es, como un sistema de ideas establecidas provisionalmente (conocimiento científico) y como una actividad productora de nuevas ideas (investigación científica) (Bunge, 1978: 9).

A la ciencia se le puede analizar como sistema de conocimientos que modifica nuestra visión del mundo real y enriquece nuestra imaginación y nuestra cultura; se le puede comprender como proceso de investigación que permite obtener nuevos conocimientos, lo que a su vez ofrecen mayores posibilidades de manipulación de los fenómenos; es posible atender a sus impactos prácticos y productivos, caracterizándola como fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza. Como actividad, la ciencia se desenvuelve en el contexto de la sociedad, de la cultura, e interactúa con sus más diversos componentes.

Al hablar de ciencia como actividad no dirigimos al proceso de su desarrollo, su dinámica e integración dentro del sistema total de las actividades sociales, humanas. Desde esta perspectiva se promueven a un primer plano los nexos ciencia-política, ciencia-ideología, ciencia-producción, en general ciencia- sociedad. Es decir, “entendemos la ciencia no sólo como un sistema de conceptos, proposiciones, teorías, hipótesis, etc., sino también, simultáneamente, como una forma específica de la actividad

social dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes objetivas de la naturaleza y la sociedad; aún más, la ciencia se nos presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad. Sólo dentro del entramado que constituyen esas relaciones es posible comprender y explicar el movimiento histórico de la ciencia (Núñez, 1999: 23, 26, 27).

Tecla y Garza (1985: 24-25), dicen que la **ciencia** es una “estructura, un sistema de teorías, principios, leyes y categorías que observa tres niveles: el teórico, el metodológico y el técnico. Y de acuerdo a sus objetivos y necesidades se encuentra estratificada en un **piso estratégico (teoría)**, y en otro **práctico (aplicado) -ciencia básica y ciencia aplicada-**. Por otra parte, la ciencia como reflejo de una realidad dialéctica, estratificada e interrelacionada, se divide en un campo generalizador y en diversos campos específicos correspondientes a las ciencias particulares. Las ciencias particulares se caracterizan por el objeto que estudian y por métodos y técnicas específicas; tienen en común las leyes objetivas y los principios generales que constituyen su unidad y su base”. De manera general, la **ciencia básica o investigación básica** tiene como objetivo central conocer y explicar los fenómenos de la realidad natural y social (búsqueda de conocimiento teórico y de naturaleza explicativa), sus principios, causas y efectos, a través de preguntas centrales e hipótesis de investigación, siguiendo una metodología determinada, en función del tipo de ciencia de que se trate; mientras que la **ciencia aplicada o investigación aplicada o investigación tecnológica**, tiene como objetivo instrumental la innovación o invención de procesos (mecanismos), herramientas y aparatos para facilitar

el trabajo humano, con el fin de “medir” los alcances de la innovación o invención particular, para validarlo y aplicarlo (Tamayo, 1998; y Rojas, 1998, citados por Pacheco y Cruz, 2006: 82, 92).

Algunas características fundamentales del concepto de ciencia de acuerdo con Tecla y Garza, son (1985: 25-26):

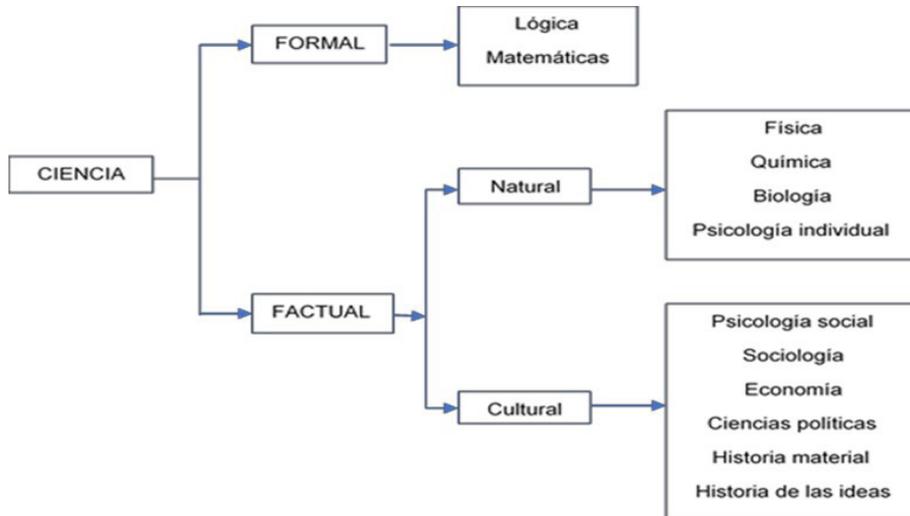
- a) Posee una estrecha relación entre la teoría y la práctica. Esta relación es de carácter dialéctico. La ciencia parte de los hechos, realiza su función generalizadora y crea modelos para modificar y transformar la realidad.
- b) Es un sistema que por su forma es subjetivo (abstracto), es decir, es un reflejo de la realidad; pero que por su contenido es objetivo, es decir, corresponde a las propiedades y relaciones de los fenómenos.
- c) La objetividad de la ciencia se comprueba en la práctica. La práctica es el criterio de la verdad. La práctica científica requiere de la creación de modelos.
- d) La ciencia posee una estructura lógica; de aquí su íntima relación entre la teoría, el método y la técnica.
- e) La ciencia es un sistema abierto: al ser un reflejo objetivo de la realidad, posee un carácter dialéctico; su veracidad es absoluta y relativa; parte de leyes y categorías comprobadas e investiga y realiza nuevos descubrimientos; afirma, niega y supera constantemente el conocimiento científico anterior. Por su naturaleza, la ciencia se contrapone al pensamiento dogmático y metafísico.
- f) Su desarrollo está sujeto a las leyes: como parte de la superestructura está determinada por la base económica, guardando una independencia relativa respecto a ésta. Su relativa independencia se caracteriza por una dinámica interna que le es propia. Como forma de conciencia social, la ciencia se encuentra íntimamente relacionada con las otras formas de conciencia social que en su conjunto constituyen la superestructura.

- g) La ciencia como un todo integral –de acuerdo con la realidad objetiva que se rige por la concatenación universal y que es también un sistema estratificado– se clasifica según su objeto de estudio. Por una parte, distinguimos a la ciencia que estudia las leyes, categorías y principios más generales (la filosofía); y por otra, toda una serie de ciencias particulares, con su objeto específico de estudio.
- h) La ciencia es concreta; o sea, es el análisis concreto de las situaciones concretas.
- i) La ciencia es predictiva: el hombre guiado por las leyes científicas puede prever situaciones futuras; y en el caso de las ciencias sociales, orientar su acción para acelerar los procesos sociales.
- j) Los fines de la ciencia están limitados por los intereses y necesidades concretas de la sociedad (...), (inmediatos o a mediano y largo plazos), siempre con una *función y fin* estrictamente científico, ligado al progreso social y al cambio revolucionario.

En el desarrollo histórico de la ciencia se pueden apreciar algunas etapas. **La primera** de ellas abarca, de manera general, desde sus inicios hasta el siglo XV (final del sistema feudal), y está ligada a las demandas prácticas fundamentalmente de la producción (agrícola, ganadera y de la construcción). El surgimiento de la Astronomía, las Matemáticas y la Mecánica fue originado por la necesidad de regar los campos cultivados, navegar y construir edificios sociales (templos, pirámides, etc.). **La segunda** etapa, empieza en las postrimerías del siglo XV (que marca el surgimiento del capitalismo), cuando en Europa nacen las ciencias naturales experimentales modernas y se desarrollan las ciencias sociopolíticas y la filosofía; implicó el aumento de los conocimientos científicos en los siglos XVI–XVIII, sobre todo de la mecánica y matemáticas, ligado directamente a la producción, navegación y el comercio; preparó la revolución industrial del siglo XVIII en Inglaterra; alcanza su máxima expresión en

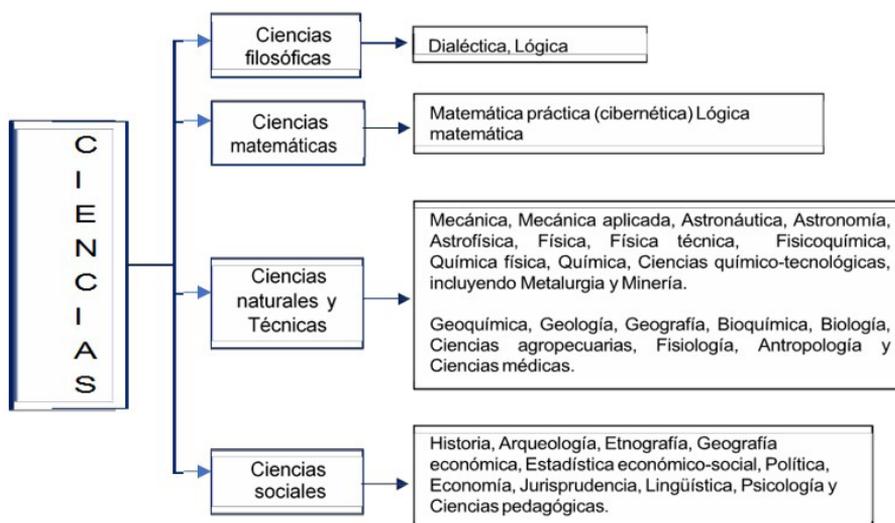
el siglo XIX con el progreso de las ciencias naturales y sociales. **La tercera** etapa, comienza en el siglo XX, con el aceleramiento constante del progreso técnico y del cambio sustancial en la correlación de la ciencia y la práctica: el desenvolvimiento de la ciencia pasa a ser el punto de arranque para revolucionar la práctica, para crear nuevas ramas de la producción, y buscar más allá de nuestro planeta, y alcanzando una enorme diferenciación (división) en las ciencias naturales y sociales. Se puede decir que una **cuarta** etapa arranca a fines del siglo XX, con el desarrollo de la cibernética, la telemática, las ciencias espaciales, la genómica y las neurociencias, promoviendo el auge y fortalecimiento de la sociedad del conocimiento. Algunas clasificaciones generales de la ciencia, de acuerdo con Bunge, y Kodrov y Spirkin, a manera de ejemplo, se observan en las figuras 16 y 17.

**Figura 16.** Clasificación de las ciencias, de acuerdo con su objeto de estudio.



**Fuente:** Basado en Bunge, citado por Tamayo (1998: 25).

**Figura 17.** Clasificación de las ciencias, según su objeto de estudio.



**Fuente:** Kedrov y Spirkin (1998: 157).

La **ciencia agrícola** se entiende como la ciencia dedicada a la agricultura, y de acuerdo con Solleiro y Pérez (1996: 151), se clasifica como ciencia **básica, aplicada y adaptativa (incluida la investigación agrícola)**: con la primera, se busca aumentar la base de conocimientos científicos agrícolas, sin perseguir necesariamente su aplicación; la ciencia agrícola aplicada busca precisamente eso: aplicar los conocimientos en las actividades encaminadas a ajustar las innovaciones tecnológicas a condiciones específicas de producción; mientras que como ciencia adaptativa, entendida como transferencia de tecnología, comprenden la validación agronómica y socioeconómica de una tecnología, así como la asistencia técnica y el extensionismo, enfocados a su difusión y adopción. La ciencia agrícola, entonces, estudia los fenómenos agrícolas en

general, con el objetivo central de aumentar la producción, la productividad, de hacer más eficiente (cuantitativamente) y eficaz (cualitativamente) el uso de los recursos productivos. Se divide en varias disciplinas científicas que han resuelto algunos problemas fundamentales de la producción agropecuaria, como plagas y enfermedades, fertilización, mejoradores de suelos, problemas mecánicos, de mejoramiento genético, sistemas para uso de energía, automatización de procesos y otras tecnologías digitales actuales, para una agricultura segura.

El desarrollo científico y tecnológico es uno de los factores más influyentes en la sociedad contemporánea. La globalización mundial, polarizadora de la riqueza y el poder, sería impensable sin el avance de las fuerzas productivas que la ciencia y la tecnología han hecho posibles. Los poderes políticos y militares, la gestión empresarial, los medios de producción agropecuarios, agroindustriales e industriales, basados en la telemática y la tecnología satelital, los medios de comunicación masiva, etc., descansan sobre pilares científicos y tecnológicos; también los ciudadanos comunes están notablemente influidos por los avances tecnocientíficos. Pero hay que tener claro que la ciencia y la tecnología son procesos sociales profundamente marcados por la civilización donde han crecido; el desarrollo científico y tecnológico requiere de una estimación cuidadosa de sus fuerzas motrices e impactos, un conocimiento profundo de sus interrelaciones con la sociedad (Núñez, 1999: 7, 9).

Para el ser humano, la **tecnología** es inherente a su condición como tal, es una forma de mediación entre el hombre y la naturaleza, una creación cultural que, además de permitirle un dominio sobre ella, también posibilita la transformación del propio hombre, de sus condiciones físicas, sociales, económicas, políticas y culturales. La tecnología se genera a partir de la experiencia del trabajo humano y se mejora por

medio de la interacción social, mediante el aprendizaje y la transmisión de conocimientos, y es condicionada por el desarrollo socioeconómico de los grupos humanos. Metcalfe (1997, citado por Flores, 2003: 44) dice que la tecnología puede definirse como la aplicación de conocimiento para la transformación de la naturaleza, como la habilidad para lograr una transformación productiva, y se manifiesta en el conocimiento de distinto tipo de productos, la forma de producirlos, y la manera en que se organiza su proceso de producción (Flores, 2003: 44).

Generalmente, se acepta que el concepto de tecnología surge de la interrelación entre los conceptos de ciencia y técnica, y se entiende como el conocimiento y manejo de una técnica, es decir, es el conocimiento de cómo hacer las cosas fundamentado sobre bases científicas; en otras palabras, se refiere a la persona que no solamente “sabe” el porqué de las cosas en determinadas áreas, sino que además “sabe cómo hacer las cosas”. La ciencia pretende comprender a la naturaleza, la sociedad y el pensamiento; la tecnología y la técnica, pretenden producir bienes y ofrecer servicios, mediante procesos prácticos. Así, la tecnología es producto de la ciencia aplicada o investigación aplicada (Tamayo, 1998: 101). El concepto de tecnología, entonces, implica equipos, métodos y sistemas, formas de organización y estructuras institucionales apropiadas para su utilización.

El concepto abstracto comprende tanto las herramientas y máquinas utilizadas por una sociedad, como también las relaciones mutuas que su uso implica, formas de organización, habilidades y conocimientos, y estructuras institucionales apropiadas para su utilización. Por lo tanto, la tecnología incluye aspectos ingenieriles y de habilidad técnica, fácilmente transferibles, como aspectos no materiales (capacidad gerencial y administrativa), así como los conocimientos y manejo de los

mercados (Sepúlveda, 1992: 52; Portillo y Sirven, 1998: 8). De acuerdo con Portillo y Sirven (1998: 9), el concepto de tecnología, que incluye la técnica, contiene un conjunto de implicaciones económicas, sociales y culturales. Es decir, se puede producir textil u otro producto agroindustrial en grandes industrias, pero las diversas tecnologías aplicadas acarrearán consecuencias sumamente peculiares en cada caso. Por ello, en el concepto de tecnología se contempla el conjunto de relaciones sociales que intervienen y son determinantes, así como la serie de implicaciones que se desprenden de un determinado uso.

Hodge (2001, citado por Guzmán, 2011: 116), dice que **tecnología** es el término que se utiliza para hacer referencia al trabajo realizado por una organización productiva, operativa, etc., que hace alusión al conocimiento, herramientas, maquinaria, información, habilidades y materiales o insumos empleados para completar tareas en las organizaciones, así como la naturaleza de sus productos o resultados. Para Solleiro y Pérez (1996: 143), la **tecnología** se entiende como el conjunto de conocimientos organizados que constituye una fuerza productiva motora del crecimiento, que modifica las características del trabajo y la naturaleza, y crea nuevas ventajas comparativas que propician la competitividad. Los mismos autores sostienen que la tecnología no es neutral: un tipo de tecnología implica ciertas consecuencias políticas y económicas, según quien lo va a utilizar y controlar, y a quien va a beneficiar.

De manera general, y para fines del presente documento, se puede decir que existen **dos grandes visiones** con respecto a la generación de tecnología. Una tiene carácter conservador: se genera fuera de las condiciones internas de un país o región determinada, generalmente en los países “desarrollados”; no se plantea la modificación de la situación vigente, y se toman del mercado internacional aquellas tecnologías que

se ofrecen, haciendo a los países pobres dependientes tecnológicos de los países ricos, quienes producen esas tecnologías; a esas tecnologías se les llama **tecnologías convencionales o externas**. La otra visión se vincula al diseño y puesta en práctica de tecnologías generadas internamente, de acuerdo a las condiciones locales o regionales de quienes lo van a utilizar, pensando en cambios sociales, económicos y ecológicos, cuya orientación debe ser en beneficio de las mayorías de los usuarios; a estas tecnologías se les conoce como **tecnologías internas**.

Hablando de la **tecnología agrícola**, se puede decir que es una combinación de todas las prácticas de manejo para producir un cultivo o una combinación de cultivos, o cultivos y ganado, o para almacenar los productos agropecuarios provenientes de estas actividades productivas, o para procesarlos. Cada práctica se define por el tiempo, la cantidad y el tipo de componentes tecnológicos utilizados, tales como la preparación de la cama de siembra, el uso de fertilizantes, el deshierbe, entre otros (CIMMYT, 1988: 3). Márquez (1981: 257) define la tecnología agrícola como las habilidades (técnicas) que el hombre ha desarrollado tanto empírica como científicamente con el objeto de hacer producir la tierra, ya sea para su subsistencia o para obtener ganancia de ella, y queda más o menos determinada por el medio ecológico y por el componente social. La tecnología agrícola es la principal herramienta para una producción eficaz y rentable, y define el modelo tecnológico del proceso productivo: abonos orgánicos, control biológico, control integrado de plagas y enfermedades, invernaderos, plásticos, riego, sustratos, nutrición, fitosanitarios, maquinaria agrícola, manejo postcosecha, organismos genéticamente modificados, etc.; estos son elementos tecnológicos indispensables que proporcionan lo necesario para la agricultura.

De esta breve reseña sobre el concepto de tecnología (obviando las tecnologías industriales, comerciales, de la información, etc., que no son de interés en este documento), se derivan una serie de **tipos de tecnologías agrícolas**, como las siguientes: tecnología agrícola moderna, tecnología agrícola tradicional (arcaica), tecnología agroecológica, tecnología sustentable o sostenible, tecnología alternativa, tecnología mecánica, tecnología química, tecnología biológica, tecnología biotecnológica, etc. Brevemente se definen algunas de estas tecnologías, material tomado de diferentes autores, citados por Guzmán (2011: 117- 120), apelando a la curiosidad científica de los posibles lectores de este documento, para que investiguen los otros tipos.

La **tecnología agrícola tradicional o arcaica** es la serie de prácticas y elementos culturales, no originados por los mecanismos modernos de ciencia y tecnología, que sirven de base para el uso de los recursos naturales por nuestra población rural, en casi la totalidad de nuestro territorio (Hernández, 1987).

La **tecnología agrícola moderna** es aquella que hace uso de los insumos modernos agroindustriales, semillas mejoradas e híbridas, agua de riego, mecanización y maquinización agrícola, entre otros, que son generados fundamentalmente en laboratorios, invernaderos y centros de investigación nacionales e internacionales (Zepeda, S/F).

La **tecnología agrícola orgánica** es aquella que se basa en el uso de composta o abonos orgánicos, rotación de cultivos, control cultural o biológico de plagas y enfermedades, y otros insumos internos locales, para obtener alimentos sanos y conservar el medio ambiente (Codex Alimentarius, FAO, 1999).

La **tecnología hidropónica** es aquella que utiliza como elemento fundamental una solución nutritiva basada generalmente en químicos

industriales, catalizadores como fuente principal de energía, y semillas modificadas genéticamente, que permite a los cultivos satisfacer sus necesidades nutritivas para la producción, utilizando como sustrato cualquier material, de preferencia inerte, que proporcione soporte a las plantas cultivadas, no necesariamente suelo agrícola o suelo cultivable (Terranova Edts., Ltda., 1995). Otra definición sostiene que la tecnología hidropónica es el método utilizado para cultivar plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola, donde las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua, con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta. Dichas plantas pueden crecer en una solución mineral únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita (<https://www.ecured.cu/Hidroponia>, consultado: 2020/08/26).

La **tecnología agrícola biotecnológica** es aquella que se basa en el manejo, utilización y manipulación de organismos vivos o de sus constituyentes, con el fin de obtener mayores rendimientos de plantas y animales cultivados, en tres dimensiones: control biológico, control químico y uso de variedades, razas o híbridos resistentes (Sepúlveda, 1992).

La **tecnología agroecológica** se basa en la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y productivos, y del medio ambiente en general, reduciendo el uso de agroquímicos, diversificación de la producción con un carácter educativo, organizativo y transformador en el manejo de los agroecosistemas, en el tiempo y el espacio, haciendo énfasis en los recursos locales, para producir alimentos sanos que mejoren las condiciones socioeconómicas y ecológicas de los productores (Fernández et al, 2006).

La **tecnología agrícola sostenible o sustentable** que se basa en, por lo menos, cuatro elementos o cualidades fundamentales:

productividad, estabilidad, sostenibilidad y equidad. Para que un sistema agrícola sea sustentable debe tener ciertas características, como: una producción más eficiente y rentable, y técnicas que conserven de mejor forma los recursos naturales y productivos; el uso de los recursos se debe contemplar de acuerdo a su capacidad de reposición; debe desarrollarse una mejor biodiversidad; se debe terminar con la dependencia de los insumos externos, aprovechando los recursos locales; eliminar las fuentes de daño al medio ambiente y a la salud humana (Díaz, S/F).

La **tecnología agrícola apropiada (adecuada)** es aquella que se genera en las condiciones agroecológicas, socioeconómicas y culturales, en las que se desarrollan los sistemas de producción de los productores (tradicionales o no), que implica cuatro dimensiones: biológica, mecánica, química y ecológica, que implica la aplicación de una tecnología particular, propia para cada ocasión, con frecuencia en términos “blandos”, que rescata prácticas ancestrales, conocimientos locales, autogestión, opciones solidarias y proyectos de vida propios (Ledezma, S/F).

Para cerrar este apartado, vale la pena recuperar algunas reflexiones de Núñez (1999: 42-47) sobre la tecnología. Este autor dice que hay **un par de imágenes** de la tecnología que limitan su comprensión: la **imagen intelectualista** y la **imagen artefactual o instrumentalista** (citando a González et al, 1996). **En la primera**, la tecnología se entiende apenas como ciencia aplicada: la tecnología es un conocimiento práctico que se deriva directamente de la ciencia, entendida ésta como conocimiento teórico, es decir, de las teorías científicas se derivan las tecnologías (aunque pueden existir teorías científicas que no generen tecnologías); en este enfoque intelectualista, de carácter ingenuo, cualquier consideración sobre los condicionamientos sociales y económicos del desarrollo tecnológico y las alternativas éticas que él envuelve, quedan fuera

de lugar. Mientras tanto, **el enfoque artefactual** aprecia las tecnologías como simples herramientas o artefactos: como tales están a disposición de todos, y serán sus usos y no ellas mismas susceptibles de un debate social o ético; así, una tecnología puede tener efectos negativos (contaminantes) o positivos (aumento de los rendimientos), pero es algo extrínseco a ella (como la política pública, por ejemplo). Con ello, según el enfoque instrumentalista, la propia tecnología y su pertinencia económica, ética, cultural o ambiental, queda fuera de la discusión, reduciendo considerablemente el ámbito de la evaluación de tecnologías.

Núñez (1999: 43), citando a Mockus (1983), dice que ofrece **una alternativa** a las imágenes anteriores. En relación con la producción industrial indica que las decisiones que ahí se adoptan dependen cada vez menos del conocimiento empírico y más de conocimientos científicos. La ciencia se encarga de la “exploración racional de lo posible”, mientras queda pendiente derivar lo real de lo posible por medio de la selección de la variante óptima. Esa es la tarea de la tecnología: **la búsqueda sistemática de lo óptimo dentro de un campo de posibilidades**. Así, la tecnología no se identifica con algunos productos ni tampoco con la ciencia aplicada. Hay decisiones y acciones propiamente tecnológicas influidas por un criterio de optimización afectado de manera inevitable por circunstancias sociales. Por ejemplo, **industrializar la agricultura** no es simplemente introducir equipos y maquinarias, es sobre todo algo que se basa en una comprensión de la naturaleza y de la acción humana sobre ella, al adoptarse decisiones que parten de racionalidades económicas y sociales, valores e intereses.

La tecnología no es un artefacto inocuo. Sus relaciones con la sociedad son muy complejas. De un lado, no hay duda de que está sujeta a

un cierto determinismo social. La evidencia de que ella es movida por intereses sociales parece un argumento sólido para apoyar la idea de que la tecnología está socialmente moldeada. Pero también es importante visualizar el otro lado de la relación entre tecnología y sociedad. Para ello hay que detenerse en las características intrínsecas de las tecnologías y ver cómo ellas influyen directamente sobre la organización social y la distribución de poder: las consecuencias políticas y sociales de la energía nuclear, las telecomunicaciones, los lugares turísticos reservados para ricos, las políticas tributarias, son, entre muchos, ejemplos del notable impacto de la tecnología en los estilos de vida, las relaciones interpersonales, los valores, las relaciones de poder, entre otros. En la civilización tecnológica que vivimos la tecnología es una red que abarca los más diversos sectores de la actividad humana, “un modo de vivir, de comunicarse, de pensar, un conjunto de condiciones por las cuales el hombre es dominado ampliamente, mucho más que tenerlos a su disposición” (González et al, 1996; Agazzi, 1996, citado por Núñez, 1999: 43-44).

Las imágenes intelectualista y artefactual de la tecnología nos llevan de la mano a una concepción de su evolución vista como un proceso autónomo ante el cual es posible asumir posiciones tecno-optimistas o tecno-catastrofistas, según sea la visión positiva o no del papel de la tecnología en la evolución social. Para ambas, la tecnología está fuera de control y sólo cabe esperar que su desarrollo termine por dominarnos completamente y deshumanizarnos (catastrofismo) o dejar que se expanda su acción benefactora y desear que nos alcance a todos (optimismo). En el primer caso el desenlace fatal habrá que evitarlo destruyendo la tecnología; en el segundo, adaptarlo todo a las exigencias de la tecnología y dejar que se imponga su racionalidad. Ambas imágenes perjudican la

adopción de posturas sensatas en términos económicos, políticos, culturales y ambientales, y respecto a temas cruciales como la evaluación de tecnologías, políticas tecnológicas, transferencia de tecnologías, entre otros. La superación de la tesis de la autonomía de la tecnología pasa por desbordar la concepción estrecha de la tecnología como un conjunto de artefactos construidos a partir de teorías científicas. La tecnología, más que como un resultado, único e inexorable, debe ser vista como un proceso social, una práctica, que integra factores psicológicos, sociales, económicos, políticos, culturales, y siempre influido por valores e intereses (Núñez, 1999: 44-45).

Pacey (1990), dice que (por su dimensión) hay dos definiciones de tecnología: una restringida, donde se aprecia sólo el aspecto técnico: conocimientos, destrezas, herramientas, máquinas; y otra general, donde se incluyen, además de los aspectos técnicos, los aspectos organizativos: actividad económica e industrial, actividad profesional, usuarios y consumidores, contenidos culturales, éticos y de comportamiento. Y propone que la tecnología sea estudiada, evaluada y gestionada en su conjunto, en general, como práctica social. González *et al* (1996), dice que la naturaleza social de la tecnología puede ser subrayada por medio de la noción de **sociosistema o socioecosistema**, en analogía con el concepto de ecosistema utilizado en ecología.

Se conoce el delicado equilibrio de los ecosistemas: la introducción o supresión de una nueva especie animal o vegetal puede provocar inestabilidades e incluso catástrofes y desaparición de otras, etc. De modo semejante, las tecnologías, entendidas como prácticas sociales que involucran formas de organización social, empleo de artefactos, gestión de recursos, están integradas en sociosistemas dentro de los cuales establecen vínculos e interdependencias con diversos componentes de los

mismos. En consecuencia, la transferencia de tecnologías, los procesos de difusión tecnológica pueden generar alteraciones en los sociosistemas semejantes a los que ocurren en los ecosistemas cuando alteramos el equilibrio que los caracteriza. La tecnología, por tanto, no es autónoma en un doble sentido: por un lado, no se desarrolla con autonomía respecto a fuerzas y factores socioeconómicos y políticos; y por otro, no es segregable del sociosistema en que se integra y sobre el que actúa: la tecnología forma parte integral de su sociosistema, contribuye a conformarlo y es conformada por él; no puede, por tanto, ser evaluada independientemente del sociosistema que la produce y sufre sus efectos (Pacey, 1990; González *et al*, 1996; citados por Núñez, 1999: 46-47).

### 3.1.1.2.- El conocimiento empírico y científico.

En la mayoría de la literatura científica conocida, el conocimiento (humano) se ha clasificado en dos tipos: **conocimiento empírico (común, espontáneo)**, y **conocimiento científico** (algunos autores mencionan el conocimiento teórico como una forma del conocimiento científico, aunque no todo **conocimiento teórico** es científico. Antes de intentar definir y caracterizarlos, citaré algunas definiciones del concepto de conocimiento, que es estudiado por la Teoría del **Conocimiento** o Gnoseología, sin afán de armar una discusión teórica filosófica sobre él, pues no es el fin del presente documento.

De acuerdo con Ibarra (citado por Pacheco y Cruz, 2006: 18), el **conocimiento** "... es un proceso histórico-social sin el cual el ser humano no podría apropiarse de la naturaleza, interpretarla y lo que es peor, transformarla...El conocimiento es la síntesis entre sujeto-objeto; síntesis o resultado de esta relación recíproca". A su vez, Pacheco y Cruz (2006: 25-26) dicen que, partiendo de las perspectivas epistemológica,

psicológica y neurológica, el conocimiento se puede definir como la “representación mental que pretende ser fiel a la realidad, resultado del proceso de interacción crítica entre el sujeto cognoscente y un objeto de conocimiento, basado a su vez en un conjunto de procesos que tienen lugar en la psique y en la conciencia del sujeto y cuyo sustrato fisiológico se encuentra en procesos neuronales electroquímicos, todo ello dentro del macroproceso de socialización en el que el sujeto se encuentra inmerso a lo largo de su vida”.

Rojas (2000: 23) dice que el **conocimiento** “es una reproducción mental de la realidad objetiva, y (ya que ésta se encuentra en continuo movimiento), (...) tiene necesariamente que ajustarse, enriquecerse o eliminarse para dar paso a otro que mejor abarque y explique la realidad objetiva”. Otra definición de este concepto, de manera resumida, es la citada por la Academia de Ciencias de la URSS (1977: 221): “El conocimiento es la asimilación espiritual de la realidad, indispensable para la actividad práctica, en el proceso del cual se crean los conceptos y las teorías. Esta asimilación refleja de manera creadora racional y activa los fenómenos, las propiedades y las leyes del mundo objetivo y tiene una existencia real en forma de sistema lingüístico”.

El concepto de **conocimiento** tiene algunos elementos que lo caracterizan y definen, más o menos contemplados en las definiciones citadas, a saber:

- a) Existe una interacción entre un sujeto cognoscente y un objeto por conocer;
- b) Depende, en mayor medida de la actividad práctica (con independencia relativa), de ahí su carácter sociohistórico;
- c) Es una asimilación espiritual (abstracta) de los objetos (de la realidad, expresada en el pensamiento), es decir, el conocimiento es ideal con respecto al objeto, y se distingue de éstos;

- d) Se expresan y existe en forma de signos y símbolos lingüísticos, que tienen como significación la imagen cognoscitiva de los objetos y fenómenos de la realidad objetiva;
- e) Debe ser verdaderamente objetivo (verdad objetiva), entendiendo como tal el conocimiento cuyo contenido no depende del sujeto, no depende del hombre ni de la humanidad;
- f) Debe ser verificable (criterio de veracidad), es decir, primero, debe tener un carácter sensorial-material que sea capaz de llevar al hombre del terreno del conocimiento (ideal, espiritual) al mundo material, y segundo, desde la perspectiva de la ciencia, debe ser universal.

Entonces, adelantándonos un poco, se puede decir que, en la construcción del conocimiento científico, es necesario que el investigador vincule la teoría y la práctica como única forma de alcanzar un conocimiento más profundo y completo de los objetos y fenómenos de la realidad. Esquemáticamente, se puede apreciar de la siguiente manera (figura 18):

El conocimiento no existe en la cabeza del hombre desde el comienzo mismo, sino que lo va adquiriendo en el transcurso de su vida, como resultado de su actividad práctica. Así, al proceso de enriquecimiento del hombre con nuevos conocimientos se le llama **cognición**. El proceso del conocimiento humano se inicia cuando entran en contacto los órganos de los sentidos con el mundo exterior, es decir, a través de la práctica diaria que tenemos los seres humanos. Éste primer tipo de conocimiento se le llama **conocimiento común o empírico-espontáneo**, y permite acumular valiosas y variadas experiencias a lo largo de nuestra historia. El otro es el **conocimiento científico**, que se adquiere mediante la acción conjunta de los órganos sensoriales y del pensamiento del sujeto cognoscente, apoyada en la reflexión teórica y guiada por una serie

de principios y reglas con el fin de descubrir lo que el conocimiento empírico-espontáneo no puede captar: la esencia de los procesos, acontecimientos, fenómenos y objetos, lo que implica conocer las causas y relaciones por los cuales éstos surgen, se desarrollan y modifican, es decir, el conocimiento de las leyes del desarrollo de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, con el fin de transformar la realidad y obtener nuestros satisfactores económicos, sociales y culturales (materiales y no materiales), (Rojas, 2000: 27).

**Figura 18.** Interacción de la teoría, la práctica y el investigador en la generación de nuevos conocimientos.



**Fuente:** Construcción propia, basado en Rojas (2000) y Acad. de Ciencias de la URSS (1977).

Para penetrar en el conocimiento de la naturaleza, de la sociedad y del mismo pensamiento, es necesario trascender el conocimiento empírico, para lo cual es necesario que el investigador se arme de medios tanto teórico-metodológicos (conceptos, categorías, hipótesis, leyes, teorías) como técnicos (instrumentos, aparatos), vinculados ambos a una

práctica científica (observaciones sistematizadas, experimentos, mediciones, etc.) con el fin de alcanzar un conocimiento cada vez más profundo y complejo de la realidad objeto de estudio. Pero para crear conocimiento científico (objetivo), es necesario una imaginación creativa y espíritu de perseverancia; la creatividad no se logra simplemente de la nada, aparece cuando existe capacidad razonadora, **conocimiento teórico** científico sobre todo del objeto de estudio, compromiso social, entre otras cosas.

Aquí resalta la importancia del conocimiento teórico, entendido como aquel resultado de la investigación científica, formulados en forma de teorías, leyes, conceptos y categorías y sus interrelaciones, que el pensamiento humano elabora con base en la investigación de la realidad concreta, para explicar su existencia, desarrollo y transformación; y de la capacidad humana de abstracción de la realidad objetiva para descubrir su esencia y relaciones ocultas al conocimiento empírico, mediante el cual el investigador se arma de un plan basado en teorías, metodologías y técnicas que considera suficientes y adecuadas para realizar determinada investigación. Así, la relación teoría-práctica debe demostrarse en el terreno concreto de los hechos, en donde las reflexiones y el análisis sobre dicha relación se ajustan, enriquecen o se cambian o modifican en un proceso que nos acerca cada vez más a un conocimiento más amplio y exacto de la realidad (Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 222).

Los hombres primitivos ya disponían de conocimientos en forma de datos útiles transmitidos de generación en generación, hábitos, experiencia empírica y fórmulas productivas; sabían hacer muchas cosas y sus habilidades se fundaban en sus conocimientos. Tanto los conocimientos de la vida diaria, como los precientíficos como los científicos, se basan en la **práctica**. Todos los tipos de conocimiento son (o intentan ser) un fiel reflejo de las cosas; no obstante, los conocimientos científicos

se distinguen radicalmente de los de la vida cotidiana y de los precientíficos. Los conocimientos cotidianos o empíricos, *se reducen por lo general a constatar los hechos y a describirlos. Los conocimientos científicos presuponen no sólo constatar y describir los hechos, sino también explicarlos, comprenderlos dentro del sistema de conceptos de la ciencia correspondiente.* El conocimiento cotidiano se limita a constatar lo que está en la superficie, cómo tiene lugar uno u otro acontecimiento; el conocimiento científico no sólo da respuesta a las preguntas de cómo, sino también de por qué dicho acontecimiento tiene lugar precisamente de ese modo (Kedrov y Spirkin, 1998: 7).

La esencia del conocimiento científico reside en la exacta generalización de los hechos, en que tras lo casual se encuentra lo necesario, lo que está sujeto a leyes; y tras lo singular, lo general. Y sobre esa base se realiza la previsión de los distintos fenómenos, objetos y acontecimientos. Todo el progreso del conocimiento científico se halla ligado al crecimiento de la previsión científica, pues ésta posibilita *controlar* los procesos y *dirigirlos*. El conocimiento científico permite no sólo prever el futuro, sino también su formación consciente. El sentido vital de cualquier ciencia puede ser caracterizado así: *conocer para prever, prever para actuar.* Un rasgo esencial del conocimiento científico es su sistematización, es decir, su organización, ordenado según determinados principios teóricos. La reunión de conocimientos aislados que no están unidos en un sistema concatenado no constituye aun una ciencia. La base de los conocimientos científicos son determinadas tesis y leyes iniciales que permiten agrupar los conocimientos correspondientes en un sistema único: los conocimientos se transforman en científicos cuando la recopilación de hechos con un cierto fin y su descripción llega al nivel en que puedan ser incorporados a un sistema de conceptos y formar parte del cuerpo de una teoría (Kedrov y Spirkin, 1998: 8-9).

En otras palabras, el conocimiento científico busca regularidades en la naturaleza, se ocupa de los aspectos dinámicos reproducibles de los fenómenos naturales: se trata de establecer relaciones entre objetos o fenómenos, que son invariantes en el tiempo y en el espacio. Se afirma que, si estas relaciones existen hoy, existieron también ayer y existirán mañana. Ahora bien, la probabilidad de que un fenómeno dado se reproduzca en su totalidad es nula: es seguro que no ha habido, ni habrá jamás dos situaciones idénticas en todos sus aspectos; por eso, el conocimiento científico se ocupa de los aspectos reproducibles de la naturaleza (Rosemblueth, 1984: 8-9).

Rojas (2000: 27-32) puntualiza las características básicas del conocimiento empírico y el conocimiento teórico en la construcción del conocimiento científico, citadas a continuación, de manera resumida:

- a) El **conocimiento empírico** cotidiano se obtiene a partir de la exposición de los órganos sensoriales al mundo exterior (sensaciones y percepciones) y permite orientar a los individuos en su práctica diaria. El conocimiento empírico (los resultados de las observaciones sistematizadas, los experimentos y las mediciones) que **sirve de base para la construcción del conocimiento científico** se extrae también del contacto con la realidad, pero su adquisición, a diferencia del cotidiano, se realiza con base en métodos e instrumentos debidamente seleccionados y estructurados de acuerdo con los lineamientos que proporcionan las teorías (conocimiento teórico) y, más concretamente, las hipótesis planteadas.
- b) El **conocimiento empírico es la base del conocimiento científico**, pero éste no se queda en el nivel de los datos proporcionados por el contacto inmediato con el mundo exterior que sólo proporcionan las apariencias, los fenómenos (fenoménico) que encubren la verdadera realidad. Es necesario por ello, recurrir a la teoría para resolver el problema de la esencia. El conocimiento

empírico, por lo tanto, sólo cobra pleno sentido cuando se le enmarca en un cuerpo teórico a partir de las generalizaciones que se efectúan con los materiales empíricos.

- c) La información teórica obtenida de la realidad objetiva a través de la práctica científica (experimentos, observaciones sistematizadas, etc.) es la única que puede, en última instancia, corroborar, ajustar o rechazar las teorías e hipótesis científicas. Esto es debido a que, para el materialismo, la realidad está en constante movimiento, por lo que la teoría requiere de una confrontación constante con ella para explicar los nuevos procesos que surgen en determinada parcela de la realidad.
- d) **La teoría**, a través de las hipótesis, **dirige el contacto con la realidad** (observaciones, experimentos) a fin de “arrancarle” a ésta los datos empíricos suficientes y necesarios para su comprobación; el conocimiento empírico, a su vez, puede servir de base para la construcción de nuevos conocimientos al proponer hipótesis que guíen futuras investigaciones.
- e) **La teoría** rebasa los hechos empíricos al abarcar a otros que no se tomaron en cuenta y los cuales son comprendidos por medio de las generalizaciones que se realizan con base en los elementos teóricos y los datos empíricos; **esto permite explicar y predecir otros fenómenos insertos dentro de determinada parcela de la realidad.**
- f) **La teoría** parte, para su formulación, **de hechos empíricos, pero se apoya en otras formulaciones teóricas** que permitan al pensamiento tener una visión de conjunto de la realidad y no quedarse sólo con elementos fragmentados de la totalidad. Sólo así cobra sentido el análisis de los procesos y fenómenos que han sido abstraídos de la totalidad para su estudio intensivo.
- g) **El conocimiento empírico y el conocimiento teórico** no son dos niveles situados mecánicamente en extremos opuestos o que se encuentren aislados uno del otro en el proceso de conocimiento.

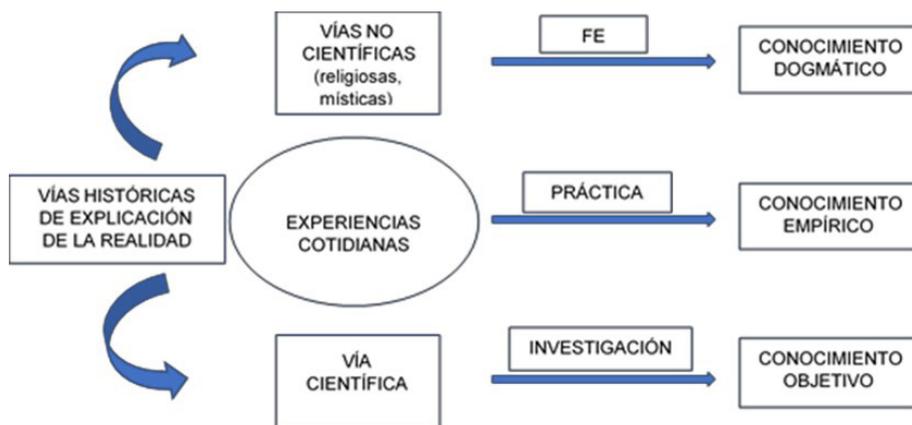
Entre ellos existen varios niveles de intermediación, resultado de los diferentes niveles de abstracción y concreción por los que atraviesa el proceso cognoscitivo. Hay conceptos e hipótesis más empíricos (más cercanos a la experiencia sensible) que otros ya que en su construcción están presentes representaciones empíricas que pueden ser observables y medibles en forma más directa.

- h) El conocimiento teórico puede desarrollarse con cierta autonomía respecto de la información empírica** recabada a través de la práctica científica, **pero ésta es la que, en última instancia, decide la certeza o el error de las concepciones teóricas.** Es importante señalar que la teoría y su propio desarrollo se encuentran vinculados, de una u otra forma, con los hechos empíricos, de manera directa o indirecta.
- i) La relación entre el conocimiento teórico y el empírico es dialéctica y compleja,** ya que en la construcción del conocimiento científico las teorías, a través de las hipótesis, se confrontan permanentemente con el material empírico disponible -en un proceso que siempre tiende a la superación de los conocimientos- y, cuando los datos empíricos se analizan, deben ubicárseles mentalmente en el marco teórico de referencia y en las hipótesis formuladas a fin de darle pleno significado a la información derivada de la investigación empírica para poder alcanzar verdades más precisas y completas sobre la zona de la realidad que se estudia. De esta forma se evita absolutizar a uno u otro conocimiento en la construcción de la ciencia, pues sólo esta relación permanente permite no perderse por sendas poco fecundas para el desarrollo del conocimiento científico en cualquier disciplina.

Esta capacidad de acumulación y generación de conocimiento, aunado a la capacidad de transmitirlo y aumentarlo de manera constante, ha permitido a los seres humanos trascender más allá del resto de los animales

y cambiar y transformar la faz de la tierra. De acuerdo con Pacheco y Cruz (2006:11), el hombre ha tratado históricamente de explicar la realidad a través de dos vías: no científicas y científicas, que se aprecian en la figura 19. Estas vías se plantean también con la propuesta evolutiva de las fuentes generadoras de conocimiento objetivo, como se ve en la figura 20.

**Figura 19.** Vías históricas de explicación de la realidad.

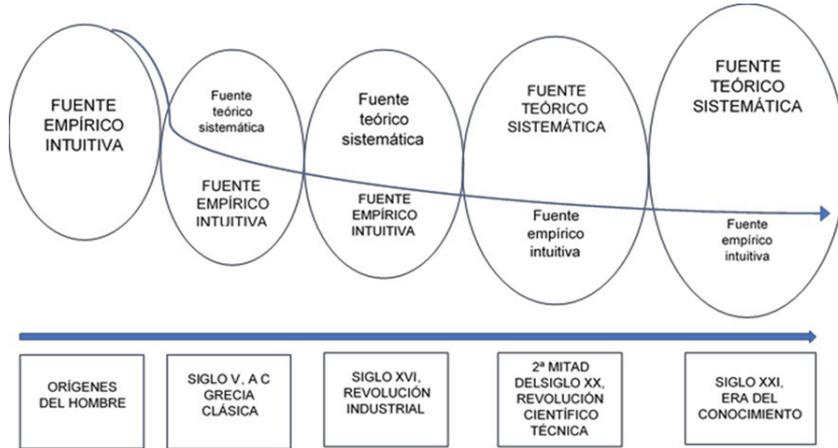


**Fuente:** Pacheco y cruz (2006: 11).

### 3.1.1.3.- La investigación científica y el método científico.

Como se podrá comprender, para hacer ciencia generalmente se sigue un proceso, que se le conoce como **investigación científica**. Una de las principales características de los seres humanos es su tendencia a tratar de comprender y explicar el mundo que lo rodea y a buscar el sentido de las cosas. Y esta capacidad innata, tendiente a la búsqueda de la verdad y la razón de ser de la existencia, constituye el motor que ha impulsado a los seres humanos a lograr avances en la ciencia (básica, aplicada y adaptativa).

**Figura 20.** Evolución de la importancia de las fuentes generadoras de conocimiento objetivo.



**Fuente:** Pacheco y Cruz (2006: 29).

Así, la investigación es una actividad inherente a la naturaleza humana; la investigación científica (en el campo cuantitativo y cualitativo) se puede definir como una serie de etapas a través de las cuales se busca el conocimiento mediante la aplicación de ciertos métodos y principios (Tecla y Garza, 2003: 27). Para Ander- Egg (1995: 57), la **investigación científica** “es un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad descubrir o interpretar los hechos y fenómenos, relaciones y leyes de un determinado ámbito de la realidad”.

De acuerdo con Rojas (2011: 37-38), el **objetivo principal** de la investigación científica es la **descripción, explicación y predicción de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, es decir, la búsqueda de nuevos conocimientos**. A decir de Münch y Ángeles (2011: 26-27), existen **otros objetivos implícitos** en este objetivo principal, como los siguientes: ampliar y desarrollar los conocimientos de un tema; profundizar y precisar

acerca de tesis o argumentos científicos; llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en el diseño de una investigación científica; interrelacionar y sintetizar, encontrar el sentido último de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad mediante la integración de teorías ya existentes; establecer principios generales para ofrecer solución a problemas prácticos; e identificar los factores centrales en relación con un problema.

Algunas **características o requisitos** que debe reunir la investigación científica son los siguientes (Münch y Ángeles, 2011: 26):

- a) **Sistematización y exactitud.** Debe realizarse partiendo de un plan en el que se formulen el problema y la hipótesis, se recopilen datos y se ordene y analice la información.
- b) **Objetividad y lógica.** La investigación debe describir y explicar los fenómenos, eliminando criterios subjetivos y basándose en el método científico, además de utilizar todas las pruebas necesarias para controlar la validez y fidedignidad de los datos.
- c) **Delimitación del objeto de conocimiento (de estudio).** Al explicar las causas o razones de fenómenos específicos, la investigación debe enfocarse en temas delimitados con precisión.
- d) **Enfoque sistémico.** Los datos del fenómeno que se van a investigar, que inicialmente se encuentran dispersos, se integran, mediante el proceso de investigación, en un todo con sentido y significado.
- e) **Fundamentación en la metodología.** La investigación científica siempre se vale del método y la técnica.
- f) **El proceso de investigación no es lineal.** Las etapas del proceso de investigación no tienen una secuencia mecánica ni rígida. Las fases que proponen los distintos diseños de investigación en la metodología deben ser adaptadas por cada investigador según los requerimientos del estudio, sin olvidar que existen criterios generales que deben observarse.

Para Ander-Egg (1995: 58-59), las características generales que debe reunir la investigación científica son:

- a) Es una forma de **plantear problemas y buscar soluciones** mediante una indagación o búsqueda que tiene un **interés teórico o una preocupación práctica**.
- b) De manera general, se llama también **investigación a la adquisición de conocimientos acerca de un aspecto de la realidad** (situación problema) **con el fin de actuar sobre ella**
- c) **Es una exploración sistemática a partir de un marco teórico en el que encajan** los problemas o las hipótesis como encuadre referencial.
- d) Requiere de una **formulación precisa del problema que se quiere investigar y de un diseño metodológico** en el que se expresen los procedimientos para buscar la o las respuestas implicadas en la formulación del problema.
- e) Exige comprobación y verificación del hecho o fenómeno que se estudia mediante la confrontación empírica.
- f) Trasciende las situaciones o casos particulares para hacer inferencias de validez general.
- g) **Utiliza una serie de instrumentos metodológicos que son relevantes** para obtener y comprobar los datos considerados pertinentes a los objetivos de la investigación.
- h) La investigación se registra y expresa en un informe o estudio.

Vale la pena reflexionar sobre la función de las ciencias que estudian a la sociedad, así como otras ramas del conocimiento humano, sobre todo en la actualidad, en este mundo globalizado. Cada vez más la ciencia en general es utilizada por grupos que dominan el capital y la política mundial para investigar hechos y fenómenos que corresponden a intereses particulares, en detrimento de la sociedad en general, lo que

provoca cada vez más diferenciación social, económica y política, y recientemente, problemas de carácter ecológico. Se requiere pues, repensar las políticas, estrategias y acciones de gobiernos y grupos dominantes para reorientar las estrategias de desarrollo a nivel mundial y regional. Así, los científicos tienen como alternativas, dentro del contexto productivo, socioeconómico, ecológico y político actual, realizar investigaciones comprometidas con la mayoría de la población mundial, sobre todo con los más vulnerables, que coadyuven a la solución de la problemática técnica-productiva, económica, social y política, que permita una mejor convivencia en armonía dentro de la sociedad y con el medio ambiente.

Tamayo (1998: 52-56), anota que los tipos de investigación difícilmente se presentan puros, que generalmente se combinan entre sí y obedecen sistemáticamente a la aplicación de la investigación; y, citando a Abouhamad (S/F), dice que tradicionalmente se presentan tres tipos de investigación (entre otros), “que se desprenden de la gama de estudios que trajinan los investigadores”, a saber: **investigación histórica, investigación descriptiva e investigación experimental**. La primera trata de la experiencia pasada, en una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos pasados; se aplica no sólo a la historia, sino también a las ciencias de la naturaleza, al derecho, la medicina, etc. La segunda comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos; trabaja sobre realidades (de hechos y fenómenos) y su característica principal es presentar una interpretación correcta. La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones controladas, con el fin de estudiar y describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Bien, como se ha venido manejando, la investigación científica no está determinada o definida de manera rígida ni mecánica, y se tiene que construir en función del tema u objeto de investigación, respetando algunos criterios o características generales. Sin embargo, para realizar la investigación científica es necesario construir o armar un proceso que debe ser definido más o menos claramente, es decir, un procedimiento que indique el “camino” que se debe seguir para alcanzar los objetivos de la investigación; ese “camino” se le conoce generalmente como **método científico**.

El método científico (Ander-Egg, 1995: 41), se define como “el camino a seguir mediante una serie de operaciones, reglas y procedimientos fijados de antemano de manera voluntaria y reflexiva, para alcanzar un determinado fin que puede ser material o conceptual”, mientras que Tamayo (1998: 36) dice que “es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos del trabajo investigativo” y citando a Pardinas (S/F), “el método de trabajo científico es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o, en otras palabras, para comprobar o desaprobar hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos, desconocidos hasta el momento”.

Tecla y Garza (1985: 27), dicen que, en su sentido más general, el método se define como la manera de alcanzar un objetivo, o bien como determinado procedimiento para ordenar la actividad; en el sentido especialmente filosófico, se define como medio de cognición, es la manera de reproducir en el pensar el objeto que se estudia. Mencionan que los métodos universales de conocimiento son el Materialismo Dialéctico y el Materialismo Histórico, cuyos principios son comunes a todos los métodos particulares, tanto para los hechos y fenómenos naturales

como para los sociales. Aclaran que los métodos dialéctico e histórico no suplantán los métodos de las ciencias particulares, sino que constituyen su base filosófica común y se presentan en calidad de instrumentos del conocer en todas las esferas de la realidad, y sobre esta base cada ciencia en particular elabora sus propios métodos y técnicas adecuados a su objeto de estudio.

Bunge (1979), citado por Tamayo (1998: 36) dice que el método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada, pero no es infalible ni autosuficiente; al contrario, es falible y puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que se llega por medio del análisis directo; y no es autosuficiente porque no puede operar en un vacío de conocimientos, sino que requiere conocimientos previos para luego reajustarse y elaborarse. Pero debe hacerse énfasis en que el método científico debe estar apoyado en técnicas de investigación adecuadas, precisas, que permitan la contrastación de las hipótesis, la cualificación y cuantificación de los fenómenos, que permitan trascender lo fenoménico para llegar a lo esencial, esto es así porque la investigación se realiza sobre una realidad concreta que requiere ser aprehendida, analizada, interpretada y reconstruida en el pensamiento conceptual, de acuerdo con el material que proporcionan las técnicas e instrumentos de investigación, seleccionados y elaborados con base en la teoría y el método general de conocimiento.

Los autores citados coinciden en que no existe un método único para todas las ciencias, y que pueden existir tantos métodos como disciplinas científicas existan, porque cada una tiene problemas y fenómenos de estudio específicos, aunque existen procedimientos generales que se pueden adaptar entre diversas ciencias, cuando sus campos de estudio son afines. Así, se reconoce, entonces, que los métodos de investigación científica

son sistemas más o menos complejos de procedimientos elementales, que sirven para someter a un estudio mental previo los objetos y fenómenos a investigar, conseguir un conocimiento empírico primario y desarrollar el conocimiento adquirido.

Los **elementos o características del método científico** son, para Münch y Ángeles (2011: 14-15):

- a) **Verificación empírica.** Utiliza la comprobación de los hechos para formular y resolver problemas.
- b) **Experimentación controlada.** Define, mide y controla las variables del problema a resolver, para obtener soluciones científicas.
- c) **La búsqueda de generalizaciones más amplias.** La solución práctica de un problema es sólo un medio y no un fin del método científico.
- d) Se fundamenta en generalizaciones ya existentes y busca crear nuevos conocimientos.
- e) **Va más allá de los hechos.** Parte de los hechos tal y como son para encontrar causas, efectos y algo más.
- f) **Es objetivo.** Busca la verdad independientemente de la escala de valores y creencias del investigador.
- g) En él existe una **estrecha relación entre la teoría y el método.**
- h) Y es **fáctico:** siempre se refiere a los hechos o fenómenos.

Para Tecla y Garza (1985: 29), los **rasgos del método científico** son:

- a) Estrecha unidad entre la teoría y el método.
- b) En su sentido más general es el **medio para alcanzar un objetivo; determinado procedimiento para alcanzar una actividad.**
- c) Desde el punto de vista filosófico, es la manera de reproducir en el pensar el objeto que se estudia.
- d) El método **es objetivo y apropiado si corresponde al objeto que se estudia.**

- e) **El método universal de conocimiento es la dialéctica materialista** y sirve de base a los métodos de las ciencias particulares. En la base de todos los métodos de conocimiento se encuentran las leyes objetivas de la realidad.
- f) Existen **métodos especiales para las ciencias concretas** por cuanto estudian sus objetivos específicos.
- g) El método científico está **constituido por principios, leyes y categorías**, y tiende a la elaboración de hipótesis y de modelos.
- h) La **hipótesis y los modelos son explicativos** e incluyen el criterio de la predicción.
- i) La dialéctica es, por tanto, **el método o instrumento para la transformación del mundo**. El método dialéctico, científico, se halla contrapuesto a la dialéctica idealista y a la metafísica.

Para Ander-Egg (1995: 42-43), **las características** del método científico son:

- a) **Es fáctico**, en el sentido de que los hechos o fenómenos son su fuente de observación, información y de respuesta.
- b) **Trasciende los hechos y fenómenos**, en el sentido de que el científico no se queda con las apariencias, sino que va más allá: se trata de conocer, describir, comprender y explicar los hechos y fenómenos para crear nuevo conocimiento.
- c) **Atiende a reglas metodológicas formalizadas**, pero atiende también a la imaginación e intuición.
- d) **Se vale de la verificación empírica** para formular respuestas a los problemas planteados y para apoyar sus propias afirmaciones, exigiendo una constante confrontación con la realidad que lleva a la problematización aún de lo ya admitido.
- e) Es **autocorrectivo y progresivo**, gracias a esa permanente confrontación. Es autocorrectivo en cuanto que va rechazando, corrigiendo o ajustando sus propias conclusiones en la medida en que nuevos datos demuestran la existencia de errores u

omisiones y se crean nuevas teorías. Es progresivo ya que, al no tomar sus conclusiones como infalibles y finales, está abierto a nuevos aportes y a la utilización de nuevos procedimientos y de nuevas técnicas.

- f) Sus **formulaciones son de tipo general**. No se trata de que ignore la “cosa individual o el hecho aislado”, puesto que sus enunciados son de carácter universal y expresan el comportamiento o relación que guardan determinados fenómenos de manera regular e invariable.
- g) Es **objetivo** en la medida en “que busca alcanzar la verdad fáctica”, independientemente de la escala de valores y las creencias del científico.

Los métodos científicos, o de estudio, o de conocimiento, se pueden clasificar de acuerdo a la naturaleza del fenómeno a estudiar, en métodos cuantitativos y cualitativos. Entre los primeros se incluyen el método estadístico y el experimental; mientras que en los segundos se citan los métodos descriptivo, histórico, comparativo, estudio de caso (Münch y Ángeles, 2011: 16). Los más reconocidos y mencionados por la mayoría de los autores citados, son los siguientes: dialéctico, histórico, experimental, analítico, estadístico, matemático, inductivo, deductivo, sintético, entre otros.

Los autores citados son muy cuidadosos en proponer “pasos”, “etapas” o “reglas” que se deben seguir en la aplicación del método científico, por lo ya mencionado en párrafos anteriores, sobre la generalidad y particularidad de los hechos y fenómenos naturales y sociales, y sobre la especificidad de los campos y objetos de estudio de cada ciencia en particular. Sin embargo, a manera de ejemplo se citan algunas proposiciones generales, considerando que el lector sabrá tomar en cuenta estas precauciones.

Tamayo (1998: 39-40), propone las siguientes **etapas**, pensando en la conjugación de la inducción y deducción, es decir, en el pensar reflexivo:

- a) **Percepción de una dificultad.** El individuo encuentra un problema que le preocupa, y se halla sin los medios para llegar al fin deseado, con dificultad para determinar el carácter de un objeto o no puede explicar un acontecimiento inesperado.
- b) **Identificación y definición de la dificultad.** El individuo efectúa observaciones que le permiten definir su dificultad con mayor precisión.
- c) **Soluciones propuestas para el problema: hipótesis.** A partir del estudio de los hechos, el individuo formula conjeturas acerca de las posibles soluciones del problema, esto es, formula hipótesis.
- d) **Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas.** El individuo llega a la conclusión de que, si cada hipótesis es verdadera, le seguirán ciertas consecuencias.
- e) **Verificación de las hipótesis mediante la acción.** El individuo pone a prueba cada hipótesis, buscando hechos observables que permitan confirmar si las consecuencias que deberían seguir se producen o no. Con este procedimiento puede determinar cuál de las hipótesis concuerda con los hechos observables, y así hallar la solución más confiable para su problema.

Bunge (2001), citado por Münch y Ángeles (2011: 19), considera que las **reglas más representativas del método científico, son las siguientes:**

- a) **Formulación precisa y específica del problema.** Si se está efectuando un estudio sobre factores que incrementan la productividad en los empleados, no se debe preguntar genéricamente ¿Qué es la productividad?, sino plantear preguntas específicas y bien definidas como ¿Qué factores inciden en la productividad del personal, los sistemas de salarios-incentivos o las condiciones de trabajo?

- b) Proponer hipótesis bien definidas y fundamentadas.** Definir tanto las hipótesis como las relaciones entre las variables de una manera rigurosa, evitando ambigüedades y confusiones y verificando que los términos sean operativos, fidedignos y válidos.
- c) Someter las hipótesis a una comprobación rigurosa.** No conformarse con comprobar la hipótesis, sino someterla a nuevas y diferentes condiciones para asegurarse de la fiabilidad y validez de la misma.
- d) No declarar verdadera una hipótesis hasta confirmarla satisfactoriamente.** Si para el caso que nos ocupa se han obtenido generalizaciones acerca de los factores motivadores en la productividad, hay que someter la hipótesis a nuevas pruebas para confirmarla plenamente.
- e) Analizar si la respuesta puede plantearse de otra forma.** Se debe hacer un intento por explicar la resolución del problema no sólo con base a los resultados obtenidos, sino a partir de leyes o principios más profundos.

### **3.1.2. Reseña del desarrollo de la ciencia y la tecnología agrícola en México.**

#### **3.1.2.1.- El desarrollo de la ciencia agrícola en México.**

Se reconoce de manera tácita que, desde que el hombre empieza a manipular el medio ambiente y a plantas y animales de su interés, inicia una selección artificial de dichos organismos, consciente o no, para obtener de ellos los mejores resultados. Esta manipulación va aumentando de complejidad conforme el hombre va conociendo mejor esos organismos y va, asimismo, aumentando su acervo en otras áreas del conocimiento humano. Así, llega un momento, generalmente situado a mediados del siglo XIX, en que **se pasa de la producción agrícola basada en los**

**recursos naturales** (suelo, plantas, medio ambiente), **a los sistemas de producción basados en la ciencia** (tecnologías biológicas, químicas, mecánicas, agronómicas, de postcosecha, incluida el agua de riego como condición tecnológica), con la clara intención de que las innovaciones tecnológicas agrícolas incrementaran la producción y productividad, iniciada en los países llamados “desarrollados”, principalmente Inglaterra, Alemania y Francia, más tarde en Estados Unidos. En México, considerado país “en desarrollo”, esta transición empieza en la primera década y con mayor énfasis a mediados del siglo XX, con la creación de las Estaciones Agrícolas Experimentales (EAE), la Oficina de Campos Experimentales (OCE) y la Oficina de Estudios Especiales (OEE), ésta auspiciada por la Fundación Rokefeller en 1943 (Márquez y Almaguer, 2010: 38-39).

A consecuencia de la segunda guerra mundial, los países industrializados suspendieron por un tiempo el papel industrial que se habían asignado dentro de la división internacional del trabajo. México aprovechó esta coyuntura para emprender el camino de la industrialización, mediante el impulso de ramas cuyos bienes habían sido tradicionalmente importados. Este modelo se conoce con el nombre de “Modelo de Sustitución de Importaciones”, en el cual se plantean los siguientes objetivos en la política económica nacional (Guillaumin, 1985: 3):

- a) Un alto ritmo de crecimiento del Producto Nacional Bruto (PNB);
- b) Impulso a las actividades industriales sustitutivas de importación de bienes esenciales; y
- c) Apoyo a la agricultura comercial generadora de divisas, que habrían de financiar la importación de bienes intermedios y de capital, necesarios para desarrollar la industria nacional.

En esta perspectiva, dentro del modelo por sustitución de importaciones, y ya con la influencia de la OEE, se genera el **Modelo de Desarrollo Integral por Cuencas Hidrológicas o Modelo de Desarrollo Hidroagrícola** en 1947, basado en la experiencia del Valle del Tennessee, en Estados Unidos, creándose siete comisiones de desarrollo regional, como parte de la política agrícola mexicana, con el objetivo de adaptar la producción agrícola a las necesidades del desarrollo industrial, cuyos objetivos eran (Guillaumin, 1985: 3-5):

- a) Uso eficiente de los recursos hidrológicos hasta entonces desaprovechados;
- b) Apertura de nuevas tierras a la producción agrícola y a la colonización;
- c) Atracción de la industria hacia las cuencas;
- d) Consolidación de una infraestructura productiva adecuada;
- e) Dotación de equipamiento social; y
- f) Planificación de las actividades económicas que deberían conducir a un desarrollo autosostenido en las regiones involucradas.

Este modelo fue el punto de partida que sustentó la investigación y modernización agrícola en México, donde se consolidaron las instituciones y centros de investigación que apoyaron la concretización del **modelo occidental**, mejor conocido como **Revolución Verde**, en el que el riego es una condición tecnológica, imponiendo un patrón tecnológico basado en el uso de variedades mejoradas e híbridas de alto rendimiento, agroquímicos en general, fertilizantes químicos, mecanización agrícola y energéticos como combustible, como parte de una política deliberada de creación debería garantizar la autosuficiencia de alimento barato y un excedente exportable, requeridos para lograr la acumulación de capitales industriales (...) iniciado con la producción de granos básicos en distritos

de riego y zonas de buen temporal bajo el auspicio y control del Estado (Hewitt, 1988, citado por Guzmán, 2011: 54-55).

Queda establecida la estrategia metodológica de investigación o generación y transferencia de tecnología agrícola en el país, con el modelo clásico presentado en la figura 21.



**Fuente:** Volke y Sepúlveda (1987: 17).

A raíz de la implementación sistemática de este modelo, a decir de Solleiro y Pérez (1996: 144), las tendencias genéricas de la innovación tecnológica en la agricultura se fundamentan en cinco tipos de tecnologías:

- a) Tecnología mecánica. Producción y uso de maquinaria, equipo de transporte y todo tipo de implementos.
- b) Tecnología química. Producción y uso de fertilizantes y pesticidas, así como la producción y aplicación de nuevos materiales para aumentar la producción (hormonas y otros productos químicos).
- c) Tecnología biológica. Por medio de la cual se generan nuevas variedades e híbridos de plantas, se mejoran diferentes razas de animales y se elaboran promotores de procesos biológicos.
- d) Gestión agronómica. Aquí se agrupan las diferentes técnicas de producción y la gerencia de la empresa o unidad de producción agrícola, pecuaria o forestal, incluida la formación de los agrónomos.

- e) Tecnología de postcosecha. Se relacionan con todos los procesos para la conservación, procesamiento, transformación y comercialización de los productos (mercancías) agropecuarios.

Queda definido así el modelo general de investigación y difusión de la tecnología agrícola en México, donde el proceso de desarrollo o generación de las nuevas tecnologías tiene una orientación verticalizada y exógena, siguiendo el modelo occidental, generada “aguas arriba”, en los centros de investigación, para que sea adaptada y adoptada “aguas abajo”, es decir, por los agricultores.

La primera estación experimental en México surge en 1906, como parte de la Escuela de Agricultura “Hermanos Escobar”, más de medio siglo después de fundada la primera estación experimental en Europa. Dos años más tarde, la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), actualmente Universidad Autónoma Chapingo (UACH), funda la suya. En 1910, se abrieron las estaciones de Oaxaca, Oaxaca; Río Verde, San Luis Potosí; y San Juan Bautista, Tabasco. Su acción fue limitada por la lucha revolucionaria y para 1921 ya habían desaparecido. Los esfuerzos para continuar la investigación científica agrícola en México continúan, y se concentran en la Sección de Campos Experimentales, en la Dirección General de Agricultura, a mediados de la década de los veinte. A principios de la década de los treinta, con el Ing. Edmundo Taboada Ramírez al frente, se empezó a trabajar con los **cultivos de mayor interés socioeconómico** para mexicanos y muchos seres humanos en el mundo, encabezados por el trigo, que se importaba de Argentina, pues éramos autosuficientes en la producción de maíz (Márquez y Almaguer, 2010: 38).

En 1940 se integró la Oficina de Campos Experimentales, dentro de la entonces Secretaría de Agricultura y Fomento, con el Ing.

Taboada como director. Los primeros diez campos experimentales fueron: El Yaqui, Sonora; Llera, Tamaulipas; Pabellón, Aguascalientes; Briseñas, Michoacán; León, Guanajuato; Querétaro, Querétaro; Tlalnepantla, Estado de México; Zacatepec, Morelos; El Palmar, Veracruz; y Rosario Izapa, en el Soconusco, Chiapas. Su acción estuvo limitada por la carencia de recursos económicos. En el campo experimental de León se creó la primera variedad mejorada de maíz de polinización libre, “Celaya”, la cual fue ampliamente usada por los productores por varias décadas. Posteriormente, se liberaron otras dos variedades para Guanajuato, una para Jalisco, dos para el valle de México y una para el noreste del país. En el caso del trigo se obtuvieron las variedades Laguna y Anáhuac para el norte, y en arroz, las variedades Jojutla y Colima. A partir de la Oficina de Campos Experimentales, en 1947, se crea el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), con el Ing. Taboada como su director, con la idea de seguir creando variedades “estabilizadas” de maíz, para que los productores pudieran elevar su productividad y seguir utilizando la semilla cosechada, a diferencia de los híbridos promovidos por la OEE. A partir de la influencia estadounidense con la OEE, se privilegia la tecnología de alto uso de insumos y altos rendimientos, así como la manipulación genética, en el proceso de la investigación agrícola en México (Díaz y Rochin, INIA, 1895, citados por Márquez y Almaguer, 2010: 38-39).

De acuerdo con muchos autores, de los cuales se citan algunos en este documento, uno de los más importantes acontecimientos de la agricultura en los últimos 100 años, ha sido el incremento en los rendimientos de varios cultivos a partir de la obtención de variedades de alto rendimiento (VAR), éxito agronómico promovido por el modelo de la **“Revolución Verde”**, en cinco cultivos principalmente: trigo,

maíz, arroz, caña de azúcar y soya. Al respecto, el primer gran avance se dio en los años veinte, cuando los fitomejoradores liberaron variedades de alto rendimiento en caña de azúcar; posteriormente, genetistas norteamericanos, utilizando líneas de maíz con un alto grado de endogamia, produjeron nuevos híbridos también de alto rendimiento. El amplio uso de híbridos de maíz significó el comienzo de la tendencia hacia el monocultivo, aplicada inicialmente en estados unidos y después en el resto del mundo.

México jugó un papel importante en esta especie de “revolución”, con el convenio de cooperación con la OEE, iniciada en 1943, con Norman E. Bourlaug al frente del programa de experimentación triguera, iniciando el programa con los cultivos de trigo y maíz, con el frijol en 1949, la papa en 1952, hortalizas en 1953; sorgo, cebada y leguminosas en 1954 y la ganadería en 1956. El enfoque de investigación se basó en el **modelo occidental (Revolución Verde)**, sin considerar las diferencias entre el agro mexicano y el estadounidense, con la suposición de que la agronomía y la tecnología podían y pueden trasplantarse sin adaptación a la naturaleza (agroecológica) y circunstancias socioeconómicas de los agricultores (Ardito, 1970; Hewitt, 1984, citados por Márquez y Almaguer, 2010: 40). La aplicación de los resultados de la investigación en trigo de la OEE fue impresionante (aumento de los rendimientos hasta el triple por hectárea), y se empezó a notarse a principios de los años cincuenta. En 1952, 60 % de la superficie triguera de Sonora y Sinaloa, y 87 % de Guanajuato, estaban sembradas con variedades mejoradas (Hewitt, 1984, citada por Márquez y Almaguer, 2010: 42); por lo que, entre 1952 y 2006, se tuvo un promedio de incremento anual de 3.4 %, con lo que los rendimientos se quintuplicaron (506 % en total). Todo este movimiento culmina con la creación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz

y Trigo (CIMMYT), a principios de la década de los 60. Los beneficiarios de esta tecnología fueron y son los productores que pueden costear los costos de semilla y agroquímicos, y que cuentan con la superficie adecuada para mecanizar e irrigar, los que se localizan principalmente en el noroeste y el bajío.

Además de los beneficios de las **innovaciones tecnológicas** ya comentadas en México, plasmada con la creación de las instituciones y centros de investigación ya mencionados, otro factor muy importante que explica el aumento de la producción agrícola es: el **reparto agrario**, que alcanza su máximo nivel con Lázaro Cárdenas. Esta enorme apertura de tierras permite también aumentar la producción nacional de alimentos básicos, conformando los dos elementos centrales para alcanzar la autosuficiencia alimentaria, iniciada en la década de los 50: la **producción intensiva y extensiva en la agricultura**, dando origen al famoso “milagro mexicano”. Esto le permitió a México alcanzar la autosuficiencia alimentaria en las décadas de los cincuenta, sesenta y setenta, pero polarizó aún más las diferencias económicas y sociales entre los agricultores, relegando a la mayoría al nivel de subsistencia, debido a que, al mismo tiempo que la investigación se dedicaba a fomentar la agricultura intensiva, también lo hacía el gobierno, dedicando los recursos de las instituciones y dependencias, como asistencia técnica, crédito, seguro agrícola, etc., a ese tipo de agricultura.

De esta manera, se consolidan las instituciones y dependencias relacionadas directamente con el proceso de generación y transferencia de tecnología agrícola en México, hasta llegar al estado actual, con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) vigente, que marca la ruta de dichos procesos, y que vale la pena discutirla en este apartado. Para hablar del Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA) en México,

es necesario hacer una división temporal: antes y después de la LDRS. Interesa conocer el proceso de investigación y transferencia de tecnología antes del 2001, para entender la lógica institucional de organización y planificación de la investigación y transferencia tecnológica, de la que parte la situación actual con el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica contenida en la LDRS para promover el Desarrollo Rural Sustentable.

El SNIA es el sistema impulsor de la investigación y transferencia tecnológica en México, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) el que asume esa responsabilidad, y en cooperación con otras instituciones y dependencias oficiales y privadas, universidades, colegios, etc., conforman la red nacional de investigación y transferencia tecnológica, con un proceso que implica las siguientes **fases: investigación, validación, de resultados de investigación, difusión intensiva y adopción por los productores.**

A propuesta de Solleiro y Pérez (1996: 149-153), esta división del trabajo de investigación y transferencia sigue la ruta siguiente: la **investigación básica** la realizan las escuelas y facultades agropecuarias y forestales, entre las que destacan las que dependen de la SAGARPA: el Colegio de Posgraduados, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y la Universidad Autónoma Chapingo; en menor medida otras instituciones de la UAM Xochimilco y de la UNAM, el CINVESTAV y el Centro de Investigaciones de Yucatán, así como los centros disciplinarios y campos experimentales del INIFAP.

La **investigación aplicada** se concentra en el INIFAP, el cual concentra el 60 % de estas actividades, mientras que el resto recae en universidades, escuelas y colegios de agricultura; algunos centros de investigación del sistema SEP- CONACYT, sobre todo en el campo de

la química; el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), las empresas semilleras y de agroquímicos, y otros centros de carácter agroindustrial.

La validación de conocimientos, su difusión y adopción por parte de los agricultores (**investigación adaptativa**), de tecnologías de producción y de metodologías, actividades orientadas a las pruebas de campo y adaptación de las tecnologías a las circunstancias del productor, son responsabilidad principalmente del INIFAP y de los Distritos de Desarrollo Rural de la SAGARPA (actualmente Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER). Otras escuelas, facultades, colegios y otras, participan en menor medida, y generalmente siguiendo, sobre todo, objetivos institucionales más específicos. La formación de los profesionistas agropecuarios queda a cargo de la red de instituciones, colegios y centros de investigación del país, mientras que la capacitación de los técnicos y productores agropecuarios corre a cargo del Instituto Nacional de Capacitación Agrícola (INCA Rural).

Dado que la SAGARPA, el INIFAP y el INCA Rural son instituciones centrales en el proceso convencional de generación y transferencia de tecnología agrícola, conviene caracterizarlas. El INIFAP nace en agosto de 1985, con la fusión de los Institutos Nacional de Investigación Forestal (INIF), Agrícola (INIA) y Pecuario (INIP); es un órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, actualmente SADER); su función es generar y divulgar conocimiento, así como desarrollar, adaptar, validar y divulgar las tecnologías agropecuarias y forestales que posibiliten, económicamente, el incremento de la productividad de los recursos naturales y productivos (Diario de la Federación, 1985).

Al principio, el INIFAP estaba conformado por los Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria (CENID), la Redes de Investigación y los Centros Estatales de Investigación Forestal y Agropecuaria

(CIFAP); para los 90 cambia su estructura y función, constituyéndose por un nivel central con funciones de planeación indicativa, organización, normatividad y dirección, integrada por el Órgano de Gobierno, una vocalía Ejecutiva, un Comité técnico, tres divisiones: norte, sur y centro, y la Dirección de Administración y Finanzas. El nivel foráneo está formado por 5 Centros de Investigación Disciplinaria (CID), 8 Centros de Investigación Regional Forestal y Agropecuaria (CIRFAP), 32 unidades de coordinación y vinculación (Fundaciones Produce) y 87 Campos Experimentales. Además, con el proceso de privatización del servicio de extensión agrícola, el gobierno autoriza la integración de despachos agropecuarios privados (asesores externos) para proporcionar la asistencia técnica. Con estos cambios y reacomodos institucionales, en 1994, la SARH (actualmente SADER)), afirma que la generación y transferencia de tecnología tiene el siguiente proceso metodológico:

- a) **Instituciones de Investigación.** Universidades, INIFAP. La función de las universidades es formar profesionistas y realizar el 5 % de la investigación agrícola. El INIFAP realiza el 95 % de la investigación y participa en capacitación a extensionistas y asesores técnicos. Ambas instituciones utilizan métodos de investigación y parcelas de validación.
- b) **Instituciones de Extensión o Transferencia.** SARH-Extensión y Asesores Externos. SARH Extensión divulga tecnología agrícola, supervisa a asesores externos, y capacita a extensionistas y asesores externos; utiliza parcelas de validación y de demostración. Los asesores externos tienen como función otorgar servicio integral, intensivo y concertado a los productores, mediante previo contrato a través de despachos agropecuarios o de manera individual; utilizan parcelas de demostración.

- c) Productores.** Tienen como objetivos aumentar sus rendimientos y reducir sus costos de producción. Reciben del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) estímulos y apoyos, y de las instituciones de investigación y de divulgación, asesoría y capacitación, así como de los asesores externos, con quienes contraen contratos de asesoría técnica.
- d) Retrocomunicación o retroalimentación.** Se plantea este proceso para que productores, asesores externos, extensionistas e investigadores entren en contacto, para tratar de mejorar todo el proceso metodológico de generación y transferencia de tecnología agrícola.

Basta una mirada rápida para darse cuenta que el proceso de investigación y difusión de tecnología agrícola (figura 21) no ha cambiado, tan sólo se ha agregado en este nuevo esquema la participación de los asesores externos. Este esquema se sigue repitiendo a partir de la aprobación de la LDRS y hasta la actualidad.

Con el “Programa Agropecuario y de Desarrollo Rural 1995-2000”, aprobado por decreto (Diario Oficial de la Federación, 1997) cambia sus objetivos, quedando como sigue: fortalecer la investigación estratégica y adaptativa, a fin de generar opciones de producción para los pequeños productores; intensificar la investigación sobre las restricciones ecológicas, biológicas y técnicas de la producción vegetal y animal, a efecto de incrementar la productividad del sector; estimular la investigación sobre el manejo apropiado de los recursos naturales y proteger el ambiente, a fin de mantener la base productiva; impulsar la validación y transferencia de tecnología agropecuaria que se genera en el exterior, con las siguientes líneas de acción: promover la creación de un Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal, buscando que las metodologías científicas conduzcan a incrementos de la producción con

sostenibilidad, que beneficie hasta al más modesto de los campesinos; utilizar a las fundaciones PRODUCE para la transferencia de tecnología, establecidas en esta administración en cada entidad del país, que sirvan como puente entre la investigación y la producción, y que encaminen sus esfuerzos a detectar demandas y generar oferta de tecnología, acelerar la transferencia de tecnología, elaborar y ejecutar programas a nivel estatal, priorizando líneas de investigación; cubrir la demanda gubernamental, considerando la estrategia de aumento de la productividad, reducir la pobreza y conservación de los recursos naturales.

Los “buenos deseos institucionales” cifrados en los objetivos citados antes, no han dado resultados, por algunos aspectos a considerar. **Primero**, desde 1992 se inicia una tendencia privatizadora del servicio de extensión rural, que se desfasa con los objetivos de investigación planteados en el “Programa Agropecuario y de Desarrollo Rural 1995-2000” y porque los más pobres no pueden pagarlo; **segundo**, por la descoordinación institucional, que no asumen la parte de la responsabilidad que les corresponde, a nivel de investigación y de transferencia tecnológica; **tercero**, por el número de investigadores y extensionistas en el país, que son muy pocos; **cuarto**, por el nivel técnico-científico de investigadores y extensionistas, que sigue decayendo por falta de capacitación en los centros especializados; **quinto**, por su formación técnica empresarial, que contrasta con la diversidad agroecológica y socioeconómica de los agricultores en general; sexto, porque la asesoría técnica se orienta a los cultivos más rentables, que son muy difíciles de cultivar por los agricultores más pobres, por sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas, etc. De acuerdo con Castillo (1991), citado por Guillén (2000: 93-94), otras razones explicativas del bajo nivel de adopción de tecnología generada por los Centros de Investigación, son las siguientes:

- a) La programación de la investigación es elaborada por los investigadores, con escasa o nula participación de los productores.
- b) Existe un evidente antagonismo entre los deseos del investigador (por ejemplo: aumentar el rendimiento) y las necesidades del productor (por ejemplo: reducir riesgos).
- c) La formación académica de los investigadores y técnicos es mayoritariamente de naturaleza biológica especializada, con muy escasa participación de las ciencias sociales (sociología, psicología, antropología, economía, pedagogía, etc.)
- d) El enfoque analítico y reduccionista impulsa al investigador a profundizar en el análisis, desechando todo aquello que él considera accesorio, es decir, no relacionado con su especialidad.
- e) Los organismos responsables de la extensión, asistencia técnica, capacitación, infraestructura, no han cumplido adecuadamente con la misión que se les ha encomendado.

En el 2001, el proceso de generación y transferencia de tecnología agropecuaria tiene un giro, con la aprobación de la LDRS, al proponerse una estrategia diferente: pasar de una estrategia vertical, piramidal, de toma de decisiones para la investigación y difusión tecnológica, a una visión endógena, horizontal, democrática, de toma de decisiones, en la que los productores involucrados serán parte importante de estos procesos: sus necesidades y demandas serán prioritarias. Asimismo, se crean los órganos y sistemas que regularán, vigilarán y aplicarán las nuevas políticas de investigación y difusión tecnológica: los Consejos Locales, Regionales, Estatales y Nacional de Desarrollo Rural Sustentables, la Comisión Intersecretarial, Despachos Privados de Asistencia Técnica y el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.

El proceso de investigación y transferencia de tecnología, y de capacitación y asistencia técnica, se encuentra sustentado en el título tercero

de la LDRS, que habla del fomento agropecuario y desarrollo rural sustentable. La política de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria lo integran la Comisión Intersecretarial y el Consejo Mexicano de Desarrollo Rural Sustentable, y su operatividad está a cargo del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable, coordinados por la SAGARPA (hoy SADER), donde deberán participar todas las instituciones públicas, privadas y sociales de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria y forestal, y todos los productores, bajo la coordinación del Estado, a través de la Secretaría, donde deben participar los tres órdenes de gobierno y los sectores productivos, en forma permanente en los diferentes niveles de desarrollo y consolidación productiva y social.

Las principales funciones, objetivos y líneas de acción del modelo de generación y transferencia de tecnología agrícola en México, sustentado en la LDRS, son: su **función** es impulsar la investigación básica y el desarrollo tecnológico (...) cuya responsabilidad es la investigación agropecuaria, socioeconómica y la relacionada con los recursos naturales, así como el apoyo a particulares y empresas para la validación de tecnología aplicable a las condiciones del país que se genere en el ámbito nacional e internacional, consistentes con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

Sus **objetivos** son: cubrir las necesidades de ciencia y tecnología de los productores; promover la generación, apropiación, validación y transferencia de tecnología agropecuaria; impulsar la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico; promover y fomentar la investigación socioeconómica en el medio rural; propiciar la vinculación entre los centros e instituciones de investigación y los de docencia; promover la vinculación entre el sistema de investigación y el de capacitación;

fortalecer las capacidades regionales y estatales, propiciando su acceso a los programas de investigación y transferencia de tecnología.

Mientras que sus **líneas de acción** son las siguientes: la política nacional de investigación y transferencia tecnológica será responsabilidad del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable, y de la capacitación y asistencia técnica el Sistema de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral; las acciones en torno a la investigación, difusión, capacitación y asistencia técnica, se formularán y aplicarán en función de los criterios de la sustentabilidad, integralidad, inclusión y participación; deberá promoverse un desarrollo rural sustentable, de carácter endógeno y horizontal, para lo cual se crean los Comités de Desarrollo Rural Sustentable y una estrategia de abajo hacia arriba.

Sin embargo, en la práctica, a más de 17 años de vigencia de la LDRS y su propuesta, el proceso de generación y transferencia de tecnología agropecuaria, en el INIFAP y los otros centros de generación de tecnología agropecuaria, sigue teniendo los mismos patrones. No ha habido voluntad política para realizar los cambios en los hechos, y la propuesta de la Ley ha quedado en el papel, aunque aprobado jurídicamente, no ha servido para promover el desarrollo rural, y menos el desarrollo rural sustentable. La investigación, como generadora de conocimientos, como formación de recursos humanos, así como la transferencia de los conocimientos generados, aplicados por profesionales comprometidos, y la política agrícola entendida como conductora de la aplicación de los conocimientos científico-técnicos para el mejoramiento de la sociedad en general, se han visto desarticuladas y desmanteladas dentro del sector oficial, sin que otras instituciones cubran estas deficiencias; y la investigación generada en las escuelas y facultades se queda

a nivel de tesis, y aunque con buenas perspectivas tecnológicas, se generan con una visión de corto plazo, y generalmente no llegan hasta los productores.

### **3.1.2.2.- Análisis del modelo de generación y transferencia de tecnología agrícola en México.**

Conviene ahora tratar de entender la manera en que se organiza y planifica, generalmente, la política de investigación y transferencia de tecnología agrícola en México. Primero se aclara por qué, en este documento, se emplea siempre los conceptos de investigación (o generación) y transferencia de manera conjunta, y es porque se desea dar la idea de que existe una interrelación entre ellos, que no se pueden o no se deben separar, pues en la realidad, los dos procesos ocurren de manera conjunta, conscientemente o no, sobre todo por la forma en que se generan nuevos conocimientos agrícolas en nuestro país: de manera centralizada, en los centros de investigación por antonomasia, y en las escuelas y universidades agrícolas del país, es decir, se investiga y se crean innovaciones agrícolas sin tomar en cuenta las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de los productores, sobre todo de los más pobres.

Bien, iniciemos el recorrido sobre este tema. En el terreno de la investigación y transferencia tecnológica agrícola (y obviamente en otros tantos), existen dos grandes visiones, o estrategias o polos, en su organización, planificación y ejecución: una **visión vertical y exógena** y una **visión horizontal y endógena**. Se entiende por **visión vertical y exógena**, la estrategia en la que el gobierno y sus instituciones agrícolas, conjuntamente con el capital privado nacional y trasnacional, son los que deciden qué investigar, cómo, cuándo, dónde, con quienes, para qué y por qué, sin tomar en cuenta a los productores en general y sus organizaciones,

en cuanto a sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas, y sus objetivos de producción. **Vertical** porque son las instancias de “arriba” (el gobierno y sus instituciones, y el gran capital) los que toman las decisiones para los de “abajo” (los productores, sobre todo los de subsistencia); **exógena**, porque las propuestas o sugerencias sobre el qué investigar y los “paquetes tecnológicos” que se crean y adoptan (compran) de otros países, vienen de “afuera”, es decir, la decisión de investigar y transferir un tipo de tecnología determinada, no es producto de la discusión y análisis con y para los productores, ni de sus condiciones específicas de producción, sino del gobierno y sus instituciones, y los intereses de las grandes empresas transnacionales.

El polo opuesto (la otra visión) de la visión vertical y exógena, es la estrategia **horizontal y endógena**. Visión que se basa en que los propios productores, organización social o miembros de la comunidad, sean los protagonistas, los que tomen la iniciativa y la decisión del qué, cómo y con quienes, etc., investigar, adaptar y adoptar una tecnología determinada o parte de esa tecnología, a sus procesos productivos, en función de sus condiciones socioeconómicas, agroecológicas y de sus objetivos de producción, con la idea de mejorar sus condiciones de vida de una manera integral. **Horizontal**, porque se considera que es el grupo social o de productores involucrados, los que deben discutir y analizar su problemática, y tomar las decisiones correspondientes de manera consensada o democrática, de manera libre y consciente; **endógena**, porque es en el seno de la comunidad o de la organización social o grupo de productores, al interior, donde se toman las decisiones, tomando en cuenta, ahora sí, sus condiciones intrínsecas de producción, y de manera autogestiva promover el mejoramiento de su nivel de vida. Incluso, actualmente, este modelo horizontal y endógeno se encuentra sustentado

en la LDRS, donde, como ya se dijo anteriormente, se estipulan las instancias correspondientes de organización y planificación, así como los programas que pueden hacer posible el desarrollo rural sustentable, a partir de la investigación y transferencia de tecnología agrícola.

Con base en la discusión anterior, y dado que la política de investigación y transferencia tecnológica agrícola en México es organizada, planificada y ejecutada desde el gobierno y sus instituciones, con la participación de las empresas privadas, queda más o menos claro que dicha política tiene un carácter vertical y exógeno (Muro, 2000; Mata, 2000, citados por Guzmán, 2011: 22-23). Esta situación tecnológica necesariamente trae consecuencias para los productores, por desgracia siempre en detrimento de los más pobres. Del Valle y Lina (2000: 52-55), así como otros autores, dicen que los niveles de decisión para la generación de tecnología agrícola en México, es el siguiente: el **primer nivel** corresponde a los países llamados desarrollados, fundamentalmente Estados Unidos y algunos de la Unión Europea, desde donde México importa tecnología. El **segundo nivel** corresponde al Estado (el gobierno), para decidir qué tipo de tecnologías se “reproducirán” en las diferentes regiones del país. El **tercer nivel** corresponde a los diferentes centros de investigación: el “quehacer científico” de validar y demostrar las bondades de dicha tecnología, en parcelas de validación y de demostración respectivamente. Por último, **cuarto nivel**, los investigadores reportan sus resultados experimentales en condiciones controladas, que pueden o no, llegar hasta los productores. El tiempo que transcurre desde la primera decisión hasta la última fase de este proceso puede variar desde dos hasta veinte años, en función del tipo de tecnología de que se trate.

Las consecuencias de semejante proceso de decisión, en ese modelo vertical y exógeno, basado en el modelo de la revolución verde (modelo

occidental), donde se suplanta a la gran mayoría de los verdaderos protagonistas del campo (los campesinos) no se hacen esperar, pues se ha generado tecnología sólo para una minoría de productores, con lo que se han acrecentado las diferencias económicas, sociales, políticas y culturales en el sector rural. Así, este tipo de política de investigación y transferencia tecnológica agrícola, ha tenido éxito en el mejoramiento de la agricultura comercial e industrial (empresarial), de riego y de buen temporal, pero en las regiones con condiciones edafoclimáticas menos favorables, las tecnologías modernas han tenido poco o nulo impacto sobre el desarrollo agrícola y económico de la población rural (ASMI-FAP, A.C., 2000: 165).

Por lo tanto, la alternativa puede ser voltear nuestra mirada hacia los modelos endógenos y horizontales, que hablan de la necesidad de replantear nuestra relación con la naturaleza, visiones de vida donde la productividad se mide a partir del bienestar social y no del crecimiento económico; defendiendo el concepto de economía como producción de sustento y satisfacción de necesidades; sustituyendo los conceptos de productividad, eficiencia y crecimiento, por los de equidad, solidaridad y dignidad; en otras palabras, creando sus propias reglas en un campo de juego marcados por los mismos productores; depositando sus propias utopías e imaginando sus propios futuros, de manera endógena, democrática, sostenible, participativa y permanente. Con la intención de que los mismos productores den respuesta a su problemática, donde quepan como parte inalienable e inherente, de manera orgánica, donde participen activamente y sean ellos mismos los que tomen sus propias decisiones, con base en sus intereses y necesidades tecnológicas. Estos modelos, poco a poco van tomando fuerza, impulsados por los mismos productores, buscando participar activamente en la discusión y toma de

decisiones, en la construcción de sus propios proyectos colectivos, donde se expresen sus perspectivas y su visión de futuro, sus aspiraciones como seres humanos. En esta discusión del replanteamiento del cambio de visión exógena y vertical a una de tipo endógena y horizontal, el Estado (gobierno) no debe ni puede soslayar su responsabilidad en la promoción del desarrollo de la investigación y transferencia de tecnología agrícola; al contrario, debe consolidar un proceso serio de desarrollo “incluyente”, por parafrasear al gobierno de la república, pues el concepto incluyente forma parte de su jerga oficial, ya que está sustentado en la famosa LDRS.

### **3.1.3. Otra visión en el proceso de generación y transferencia de tecnología agropecuaria.**

Se ha argumentado que el enfoque modernizador (y neo-modernizador planteado en la LDRS) del modelo tecnológico convencional de generación y transferencia de tecnología agropecuaria y forestal predominante en México, no ha respondido a las expectativas esperadas de promover el desarrollo rural, y menos de un desarrollo rural sustentable e integral, como bien se pregona a partir de la LDRS, debido a que se ha generado y se sigue generando en los centros de investigación, estaciones experimentales, invernaderos y laboratorios, y principalmente porque ha obviado las condiciones socioeconómicas, agroecológicas y tecnológicas de los productores de subsistencia.

Los modelos tecnológicos convencionales en la agricultura, que hacen uso de la tecnología moderna industrial, requieren altas cantidades de energía, transporte mecánico, plasma germinal mejorado, mecanización e insumos agroindustriales, proceso que hace dependiente técnica y

económicamente a los productores, que ha sido una forma de controlar al campesinado; provoca también la ruptura de un patrón cultural, que se va desintegrando con el paso del tiempo, que lleva a la pérdida de conocimientos, así como a la pérdida de plasma autóctono (erosión genética y cultural).

Esta reflexión debe conducirnos a repensar nuestra acción de investigación y transferencia, repensar la tecnología apropiada o adecuada o alternativa para la producción campesina, que debe ser generada en las mismas condiciones agroecológicas, socioeconómicas y tecnológicas de los productores tradicionales (o no), y ya que estos productores también están inmersos en la dinámica de la economía capitalista, deben procurar minimizar los costos de producción, deben procurar utilizar insumos internos para romper esa dependencia externa, deben preocuparse por el cuidado del medio ambiente y los recursos productivos, y procurar la participación activa de los productores involucrados. Y es que las tecnologías no deben verse aisladas del sistema económico y sociopolítico en que se encuentran enmarcadas, y menos de la realidad de los productores de subsistencia, quienes no les conviene optar por la tecnología moderna por los diferentes objetivos que tienen con respecto a la agricultura empresarial y otras causas de tipo estructural ya mencionadas (estructura agraria, relaciones de intercambio desigual, escasez de medios de producción, falta de capital propio, y poco o nulo acceso al crédito, etc.).

El saber tecnológico autóctono articula o relaciona el conocimiento propiamente técnico con todo un sistema de ideas, saberes, percepciones y capacidades de innovación dentro de contextos geográficos, ecológicos, económicos, sociales y culturales específicos, y debe reconocerse que la capacidad de adaptación de los campesinos deriva de años de experimentación y coevaluación de sus prácticas tradicionales con las transformaciones del medio. Así, la reapropiación del saber no sólo

contribuye a elevar la producción comerciable, sino que se articula con un conjunto de objetivos socioculturales, tales como el fortalecimiento de la identidad campesina e indígena, la cohesión social y el sentido de autoconfianza, que deben determinar la capacidad de autogestión en la vida de los productores (Leff, 2004: 373).

En esta perspectiva, vale la pena rescatar el modelo o enfoque de investigación-acción participativa, que involucra actividades de investigación y transferencia de tecnología agrícola para el desarrollo, con los productores. El modelo es perfectamente compatible para construir una guía metodológica para construir propuestas concretas, en función de los contextos específicos de los agricultores de subsistencia (o no), pues no se trata de proporcionar “recetas”, dada la heterogeneidad productiva, agroecológica, tecnológica, socioeconómica y cultural de los campesinos y sus familias.

De actuar de manera contraria, estaría cometiendo el mismo error que el Estado y sus instituciones han cometido por años. Sin embargo, vale la pena destacar algunos rasgos relevantes que se deben tomar en cuenta para construir estrategias concretas: la organización autogestiva e independiente de los productores; la participación activa e incluyente; el desarrollo participativo de la investigación y extensión en las condiciones concretas (contexto) de los productores involucrados, donde los investigadores y extensionistas deben ser facilitadores y dejar la toma de decisiones en manos de los campesinos; la capacitación participativa, dando lugar a la construcción de un proceso de campesino a campesino; y la comunicación participativa, destacando el contexto, el discurso y la relación de sujeto a sujeto.

¿Qué debemos entender por **investigación-acción participativa**, por organización autogestiva, por participación activa, comunicación y capacitación participativas? Dada la magnitud de los conceptos, trataré brevemente de caracterizarlos, nuevamente confiando en la capacidad de investigación de los posibles lectores de este documento.

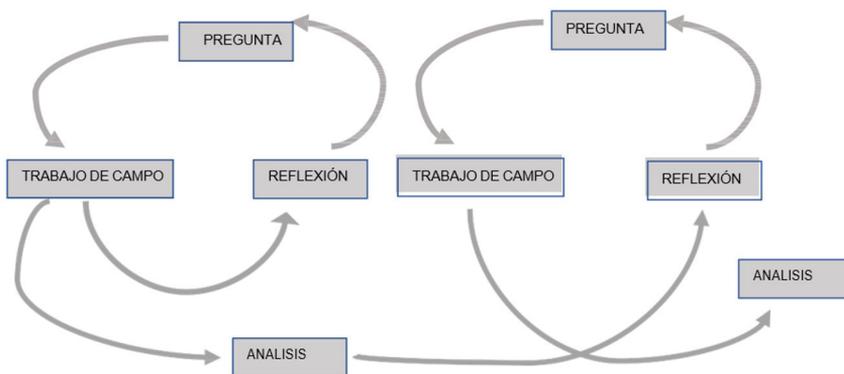
El modelo de investigación acción participativa no es una técnica que se pueda incorporar a cualquier programa o proyecto, sino un enfoque o estrategia general de intervención que se puede plasmar en muchas prácticas concretas que dependerán de la creatividad de los protagonistas y de las circunstancias presentes en cada caso, con la intención de potenciar los recursos disponibles, tanto materiales como a nivel de conocimiento y de acción. Es, sobre todo, una propuesta metodológica de acción, que involucra a sus beneficiarios en la producción de conocimientos. Es una acción de investigación, de aprendizaje y acción fundamentalmente cualitativa; considerado como un método educacional y un poderoso instrumento de concientización. Tiene como características: la participación activa de la población en la definición de problemas, formulación de acciones, interpretación, evaluación y planificación permanente de las acciones; pone más énfasis en el aprendizaje que en la enseñanza; es un proceso dialéctico y dialógico; los investigadores y promotores tienen una participación efectiva teórica y práctica en las acciones de la comunidad en un contexto con dimensiones históricas y estructurales; libera el potencial creador de los productores; la investigación participativa se elabora con un enfoque “desde dentro y desde abajo”; fomenta el estudio de la problemática en sus interrelaciones históricas estructurales y en el contexto de la sociedad global que contrarresta visiones parciales, sectorizadas o individualizadas.

Así, el proceso de investigación-acción participativa es: formulación de propuestas provisionales de temas que puedan responder a problemas y necesidades de la comunidad o región; preparación de la participación (diagnóstico situacional); delimitación de la zona de trabajo; investigación de campo, donde se delimitan objetivos y estrategias, procesos, actualización de conocimientos del grupo, acciones, análisis e interpretación de

resultados, y programación de nuevas acciones (Muro, 2000: 46). De esta manera, el modelo se convierte en un proceso de espiral dinámica (dialéctica) de: planificación-acción- observación-reflexión (primera fase), para continuar nuevamente con la planificación-acción-observación- reflexión (segunda fase), y así sucesivamente (figuras 21 y 22).

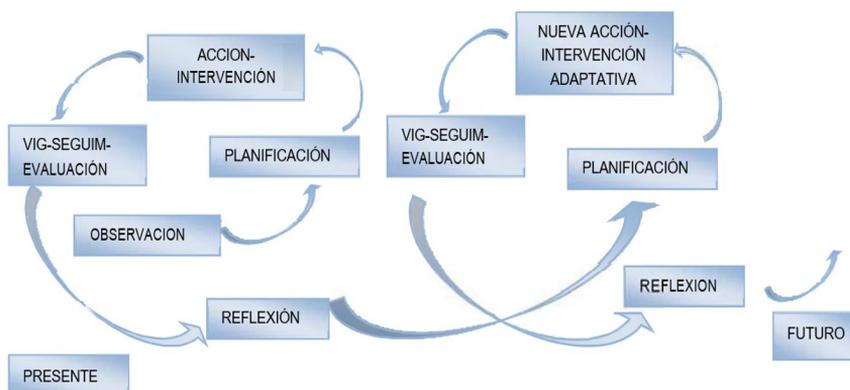
Una **organización** es una unidad social coordinada, constante, compuesta por dos o más personas que funcionan con relativa constancia a efecto de alcanzar una meta o una serie de metas comunes, como los campesinos, que funcionan regularmente para alcanzar una serie de objetivos comunes en la producción, y para resolver otras necesidades del grupo; mientras que por **autogestión** debe entenderse como el proceso que permite la toma en sus manos, y a todos los niveles, de todos los asuntos como ejercicio permanente de los poderes de decisión política y de control de quienes lo ejecutan, que los grupos sociales decidan su destino de manera consciente y comprometida, para gestar por sí mismos las acciones que les permita mejorar su nivel de vida. En este tenor, la **organización autogestiva** es aquella que, como concepto, considera no necesariamente la propiedad colectiva, abarca idealmente diversos ámbitos de la vida en sociedad, que trasciende acciones aisladas, donde el ser humano es el centro de desarrollo, que implica la organización horizontal y la disciplina y responsabilidad colectiva, que debe apoyarse en procesos educativos y promocionales en tres niveles: humanístico, capacitación técnica y concientización política, para asumir y decidir el destino de los involucrados de manera consciente y comprometida, poner las reglas del juego en todas las expresiones de la vida, y permitir a los hombres (del campo) gestar por si mismos las tareas y acciones necesarias para su beneficio, la toma de decisiones en los asuntos políticos y económicos locales y regionales, que les posibilite avanzar en su propio desarrollo (Mata, 1994: 106-107).

**Figura 22.** La investigación (dinámica) como ciclo de espirales.



**Fuente:** Basado en Henderson (2006), citado por Guzmán (2011: 236).

**Figura 23.** Fases de la investigación-acción participativa.



**Fuente:** Prabhu et al (2006), citado por Guzmán (2011: 237).

Por definición, el término de participación debería crear un espacio para la participación real, activa, de las diversas partes involucradas en los procesos de investigación y transferencia de tecnología agrícola, así

como en la administración y uso de los recursos naturales y productivos. Ésta debería ser una **participación colegiada y transformativa**, entendiendo por **participación colegiada** aquella en que los diferentes actores colaboran como colegas o socios, donde la propiedad y la responsabilidad se distribuyen por igual entre socios, y las decisiones se toman mediante acuerdos o consensos entre los actores participantes; y por **participación transformativa** aquella que permite el empoderamiento del grupo, para fortalecer sus capacidades para la toma de decisiones y para la acción, para decidir y actuar por ellos mismos, con un dinamismo continuo (Vernoy, 2006: 10; Fajber, 2006: 8). De acuerdo con Geilfus (2001: 76), la participación no es un estado (o momento) fijo, sino un proceso mediante el cual la gente puede ganar más o menos grados de participación en el proceso de desarrollo, y lo llama “escalera de la participación”, para indicar cómo se puede pasar de una participación pasiva a una participación activa, es decir, al control de su propio proceso de desarrollo, donde el grado en la toma de decisiones es lo que determina realmente la participación activa de la gente; Geilfus lo llama **participación interactiva**, donde los grupos locales participan en la formulación, implementación y evaluación de sus proyectos, lo que implica procesos de aprendizaje sistemáticos y estructurados, y la toma del control en forma progresiva del desarrollo de sus proyectos.

La **comunicación** es un proceso natural, un fenómeno social, un arte aplicado, donde suceden intercambios de experiencias y conocimientos entre los individuos participantes, que de alguna manera busca un cambio de conducta en al menos uno de los participantes; para Piccini y Nethol (2003: 36), es la acción de hacer participar a un individuo o un organismo situado en una época, en un punto dado, en las experiencias del contexto de otro individuo, situado en otra época o en otro lugar, utilizando los conocimientos que tienen en común, donde se destaca la

supremacía del que comunica con respecto al que es comunicado. La **comunicación participativa** puede definirse como una actividad planificada, basada, de un lado, en los procesos participativos, y del otro, en los medios de comunicación interpersonal, que facilitan el diálogo entre las diferentes partes interesadas, alrededor de un problema o meta común de desarrollo y de investigación, con el objetivo de impulsar y ejecutar un conjunto de actividades para contribuir a su solución o realización, y que apoya y acompaña esta iniciativa colectiva (Bessette, 2006: 1).

Mientras que la **capacitación** es un proceso para solucionar problemas concretos para la población rural, donde pretende crear o proporcionar conocimientos, habilidades y destrezas a los miembros de una comunidad. La capacitación se conceptualiza como la actividad mediante la cual una persona adquiere conocimientos, habilidades y actitudes para responder a una necesidad específica de la empresa o institución u organización, a la vez que incide en su desarrollo integral, y se concibe como parte de un proceso educativo, que toma a la pedagogía como un apoyo para su sistematización. La **capacitación participativa**, entonces, es aquella que se basa en un proceso de reflexión y análisis sistemático y permanente, que busca y promueve la participación activa de los campesinos y demás miembros de la población rural, quienes aportan sus ideas, experiencias y conocimientos, en coparticipación con los investigadores y extensionistas y otros actores involucrados (que deben actuar como facilitadores), para la construcción de nuevos conocimientos, que compensado y aprobado, permita generar propuestas y alternativas para transformar su realidad hacia mejores condiciones de trabajo y de su vida en general (López ,1992; citado por Guzmán, 2001: 189).

Así conceptualizado, el modelo de investigación-acción participativa puede ser parte de la estrategia que cambie la óptica del proceso de

investigación y transferencia de tecnología agrícola, pensando en los productores más necesitados, que constituyen la enorme mayoría del campo mexicano. En las figuras 21 y 22 se intenta presentar una idea articulada de investigación-acción participativa, basado en Henderson, (2006) y Prabhu, et al, (2006), citados por Guzmán (2011: 235), donde quepan todos los elementos que sean compatibles con una propuesta coherente, dinámica, dialéctica, que queda reflejada en una espiral continua, donde cada eslabón o espiral representa una fase estratégica y las subsiguientes indican fase superiores, indicando que se va avanzando en la construcción de una estrategia cada vez más acabada, superando conflictos, problemas y encontrando las soluciones adecuadas a la problemática de los productores involucrados, con una visión sistémica, integral (figura 22). Lo que nos lleva a la idea de la investigación-acción participativa también como un ciclo de espirales para contemplar sus principales fases (figura 23):

Este planteamiento metodológico debe marcar la pauta para la investigación y transferencia de nuevos conocimientos, para promover el cambio tecnológico y el desarrollo rural, con los productores, participativo, que dé respuesta a la problemática de los campesinos, respetando principios que permitan continuar con la reflexión y la acción participativa, como los siguientes (Vernoy et al, 2006: 7-8):

- a) Los recursos naturales son a menudo usados por una variedad de usuarios directos e indirectos con criterios e intereses diferentes y a veces opuestos o conflictivos. Esto es particularmente cierto en ambientes agroecológicos sumamente diversos, complejos y frágiles, pero incluso en aquellas condiciones más o menos similares. Y para empezar a construir y organizar con miras al manejo sostenible, se deben identificar estas “voces” diferentes y ser conscientes de las respuestas diferenciales de los campesinos al cambio.

- b) La investigación en acción o investigación-acción puede contribuir a la construcción de “foros” para el análisis, la discusión y la negociación donde se pueda hacer un intercambio de ideas y planificar nuevas iniciativas. Aquí se puede apreciar la importancia de crear oportunidades para una participación significativa, ya que el aumento de la confianza y autoconfianza es esencial. Estos procesos de organización a menudo implican luchas por la definición de nuevas reglas y normas internas, y con otros actores institucionales, privados y sociales.
- c) Se requiere hacer un seguimiento y evaluación de los procesos de investigación y transferencia, así como del uso de los recursos a nivel local para asegurar el cumplimiento y reglamentación. Para lograr mejores prácticas de manejo de los recursos y de las acciones emprendidas mediante la cooperación, reglas y sanciones, los habitantes locales y quienes cooperan con ellos deben tener una buena comprensión de la dinámica de éstos (del suelo, del agua, de los nutrientes, de las plagas, de la comercialización, etc.). El seguimiento y evaluación ayudará a esclarecer a los encargados de tomar las decisiones locales sobre la interdependencia de los recursos y, si se lleva a cabo conjuntamente, puede crear fácilmente conocimientos, habilidades, confianza y credibilidad.
- d) Aumentar la vinculación entre las comunidades locales y las instituciones nacionales y los políticos puede ayudar a que los actores locales demanden servicios y agendas de influencia política. Esto incluye la integración de los funcionarios del gobierno, de las instituciones de investigación y de extensión, y de ser posible otros actores externos, en la planificación local, para dinamizar procesos de desarrollo incluyente.

Tomando en cuenta estos principios generales, se torna más viable un proceso de desarrollo rural sustentable, integral, incluyente, ya que se parte de y con los campesinos, y de su contexto. Además, en este enfoque

de investigación- acción participativa, en el manejo de los agroecosistemas campesinos y de los recursos naturales, se debe reconocer y tener conocimiento que se trabaja con sistemas complejos que interactúan con otros sistemas complejos (ecosistemas, sistemas económicos y sociales, y sistemas políticos e institucionales), que pueden denominarse complejos sistemas multidimensionales; para abordar esas complejidades se requiere múltiples tipos de conocimiento y experiencia, y la investigación y extensión participativas necesitan captarlos e integrarlos en un nuevo conocimiento; los efectos de las acciones en estos sistemas complejos deben tener efectos de retroalimentación (es decir, relaciones no lineales), donde la investigación y extensión participativas deben ser vistos como ciclos espirales, holísticos, para romper los procesos lineales, mecanicistas, atomistas (o atomicistas) y disciplinarios; y donde investigadores y extensionistas deben reconocerse como parte de las estrategias de investigación-acción participativas (y no externos a ellas), debidamente integrados, interactivos y comprometidos; y donde el nuevo conocimiento coproducido sea usado y aplicado con relativa facilidad, eficiencia y eficacia por los campesinos involucrados y otras partes interesadas en ellos, para que se puedan amarrazar los beneficios esperados en ese proceso de cambio tecnológico.

Sólo así se pueden tener consideraciones sobre los principales componentes del contexto donde se desenvuelve la vida campesina, a saber: naturaleza y dinámica de la generación, adopción y adaptación del conocimiento externo y local sobre el medio ambiente; procesos de experimentación, de difusión, y estrategias de seguridad de sus medios de subsistencia; sobre la heterogeneidad social, económica, análisis y conflictos locales y regionales; sobre gobernabilidad, formulación de políticas y el papel del gobierno, y sus relaciones con los campesinos; sobre las interacciones micro y macro de las comunidades locales; y sobre la cultura, percepciones, significados e instituciones (Verney et al, 2006: 8).

## 3.2. APORTES DE LA CIENCIA A LA AGRICULTURA.

### 3.2.1. Intensificación de la producción agrícola: tiempo, espacio y tecnología.

En este apartado se intentará interrelacionar los conceptos de tiempo, espacio y tecnología, con la intención de que se comprenda cómo la investigación en tecnología agrícola y el conocimiento humano ha propiciado enormes cambios en la vida de la sociedad y cómo ha contribuido a la conquista de la naturaleza, aumentando el potencial económico de muchos seres humanos. Para ello es necesario despojarse de algunos prejuicios mentales y abrir la mente para dejar volar la imaginación, para hacer un recorrido por el mundo del conocimiento y la tecnología agrícola, en el proceso de formación profesional agronómica.

No hay que olvidar que el espacio y el tiempo, como conceptos teóricos, son productos sociales, pero tienen existencia propia, desde luego mucho antes de la aparición del hombre sobre la tierra; mientras que la tecnología es un producto social creado por el hombre. Como introducción conviene recordar partes del capítulo uno y dos, donde se plantea que estos tres conceptos han venido relacionándose a través de la historia de la agricultura, desde mi punto de vista, más o menos de la siguiente manera: **primero**, en el “nacimiento” de la agricultura, el espacio se usaba de manera natural, recolectando plantas y cazando animales comestibles, sin que el tiempo fuera de mayor importancia, trasladándose a otros lugares cuando los hombres lo consideraban necesario; **segundo**, cuando se formaliza la actividad agrícola, con ciertos elementos tecnológicos, el tiempo empieza a jugar un papel importante, sobre todo en la determinación de los calendarios agrícolas y manejo incipiente de las plantas (y animales) cultivadas, fortaleciendo

el sedentarismo; **tercero**, con la creación de tecnología avanzada (aprovechamiento de las fuerzas naturales, tecnología moderna, etc.), el uso del espacio y del tiempo parecen igualarse en importancia, para hacer más eficiente y eficaz el aprovechamiento de los recursos productivos, hasta fines del siglo XX; **cuarto**, con la creación de nuevas tecnologías agropecuarias (biotecnológicas, hidropónicas, etc.), el uso del espacio y el tiempo en la producción agropecuaria se ha potenciado, siendo el tiempo el que, en muchos casos lleva la delantera, como se intentará explicar.

Con el inicio de la invención de la agricultura, con la intervención humana en el cultivo de plantas y cría de animales, da inicio una carrera tecnológica que, con el paso del tiempo se ha acrecentado enormemente. Pasamos del simple aprovechamiento de los recursos naturales, a la producción más o menos controlada de plantas y animales para nuestro consumo y otros beneficios, intensificando el uso del suelo, del agua y otros recursos; para muchos autores citados en este documento, nos encontramos actualmente ante **dos sistemas de producción agrícola generales: el sistema de explotación extensivo (sistema arcaico o tradicional) y el sistema de explotación intensivo (sistema moderno industrial)**, ya mencionados de manera general en el tema 2.3, con un enorme abanico de posibilidades de combinación entre ambos polos, que se acercan o se alejan de ellos en función de la combinación de los recursos de la producción principales: tierra, trabajo y capital; con los costos de producción, que juegan con el espacio y el tiempo, con una determinada combinación de tecnología agrícola.

Para ubicarse en este contexto, se tratará de explicar los conceptos de sistema extensivo y de sistema intensivo en la producción agrícola. **Un sistema de explotación extensivo** se entiende como el proceso de producción agrícola donde el recurso tierra es aprovechado en función

de los recursos productivos, las posibilidades naturales y de conocimiento que poseen los productores para cultivar su tierra, y algunos pocos elementos adicionales que se agregan a ese proceso de producción agrícola, de tal manera que la intervención tecnológica tiene poco impacto en el aprovechamiento de esos recursos. Por ejemplo, en las zonas de temporal para el cultivo de maíz y otros cultivos anuales (ajonjolí, frijol, soya, sorgo, etc.), donde se depende del recurso agua a través de la precipitación pluvial, sólo es posible obtener una cosecha al año de ese cultivo, o dos en zonas de buen temporal, quedando esa superficie sin producir por el resto del año; en este caso sólo se invierte en semilla, mano de obra y quizá algo de fertilizante. Para la explotación ganadera, la característica principal de una explotación extensiva, es el libre pastoreo en una superficie determinada, generalmente sin ningún control u otro tipo de inversión por parte del ganadero, más que en la compra del ganado y el pago de la mano de obra (que generalmente es propia). El uso de la tecnología en la explotación extensiva es equivalente a la que posee el productor, y que ha heredado y adquirido por experiencia.

Como se podrá notar, en este tipo de explotación extensiva, están presentes los tres ejes ya mencionados: **espacio, tiempo y tecnología**. El espacio, referido a su dimensión geográfica, física, es la superficie cultivada (una o más hectáreas). El tiempo, referido a su dimensión temporal, físicamente como tiempo medido, incluye el ciclo vegetativo del cultivo y el año productivo (anual). La tecnología, referido al conocimiento y la experiencia productiva del productor, para este caso, se considera tradicional, toda vez que no ha mediado una educación formal técnica-científica en su formación. Este sistema de producción se ha venido practicando desde los albores de la agricultura hasta nuestros días, sobre todo con los agricultores de subsistencia, que constituyen la enorme mayoría en México.

El **sistema de explotación intensivo** (sistema moderno agroindustrial) es el polo opuesto al sistema extensivo, y se refiere al uso intensivo de los recursos o medios de producción: tierra, trabajo y capital, en relación con nuestros tres ejes ya mencionados: espacio, tiempo y tecnología. Brevemente, utilizando los ejemplos anteriores, para el cultivo de maíz implica ya el uso, quizá, de agua de riego, maquinaria y fertilización adecuada, que permitiría obtener tres o más cosechas al año, con la posibilidad de aumentar la densidad de población por hectárea y la sucesión de cultivos; o el uso de agua de riego y una variedad mejorada o un híbrido de maíz; o agua de riego, un híbrido de maíz, fertilizantes y maquinaria para la preparación del suelo, etc., para aumentar el rendimiento físico por hectárea de maíz. Para el caso de la explotación intensiva de ganado, existe la posibilidad tecnológica de estabular el ganado bajo engorda (ceba), con alimentación a base de concentrados, instalaciones automatizadas, para aumentar la producción de carne. En este caso, desde el punto de vista del productor, el recurso tierra deja de ser el factor más importante en la producción, y la mayor contribución al proceso lo hacen los recursos de capital (tecnología) bajo la forma de insumos y equipo agropecuario adquiridos en el mercado (fertilizantes, maquinaria, concentrados, combustible, etc.); los recursos tierra y trabajo (mano de obra) como factores de costos tienen una reducida participación en los costos totales de producción. En este tipo de explotación, inmediatamente la tecnología se convierte en un elemento productivo diferenciador, para combinar los recursos de la producción (tierra, trabajo y capital) que permite aprovechar eficientemente a los otros dos, espacio y tiempo, es decir, que en la misma superficie y en el mismo periodo de tiempo, se consiga una mayor productividad.

Ahora, tratemos de jugar a combinar o asociar los tres ejes, con la intención de aprovecharlos de manera más eficiente y eficaz. ¿Cuántas

posibilidades podríamos encontrar en ese juego? Las primeras ideas de estas combinaciones, ya fueron brevemente esbozadas en el tema de sistemas de producción y sus diferentes tipos, con el aprovechamiento del recurso tierra (en espacio, tiempo y tecnología) de maneras diferentes en cada sistema de producción, pasando por los monocultivos hasta los policultivos y sus diferentes combinaciones. Además (Alonso, 1995a: 125-126), a los sistemas de producción extensivos e intensivos, todavía es posible pensar en otra alternativa de producción más flexible: el **sistema de producción trashumante** (agricultura y ganadería trashumantes. Recordar el subtema 1.2.2.2, capítulo uno). En este tipo de sistema, aparte de la inversión en semilla (cuando se compran) o ganado y de gastos mínimos en el manejo sanitario, no hay otros costos de capital, ni de tierra como aporte del productor, sino sólo de mano de obra familiar. En México, es el caso de muchos productores en diferentes regiones, incluido Chiapas, que no disponen de tierra o poseen muy poca, y siembran maíz, ajonjolí o frijol, o pastorean sus animales en los bordes de los caminos, carreteras y tierras de propiedad públicas, por cuyo aprovechamiento no pagan ninguna cuota, y con un mínimo de insumos; el casi único costo, desde el punto de vista del productor, es el trabajo empleado en sembrar, limpiar y cosechar, o en cuidar a sus animales, o ambas cosas. Este tipo de sistema de producción prevalece a lo largo y ancho del planeta tierra, con la agricultura y ganadería trashumante (por ejemplo, en Brasil, Argentina, Perú, Colombia, en países africanos y asiáticos).

Estos tres ejemplos de sistemas de producción, conforman los vértices de un triángulo, casos límites de toda una gama infinita de posibles combinaciones de los factores tierra, trabajo y capital, espacio y tiempo con una tecnología determinada. Pero, en la realidad y para fines prácticos, las posibilidades son finitas, con un número relativamente

pequeño de combinaciones de dónde escoger: aquellas desarrolladas (o identificadas), ya sea a través de la experiencia de los productores (ensayo y error) o por medio de procedimientos sistemáticos de búsqueda (investigación científica). Como es lógico suponer, dentro de la gama de posibilidades de alternativas tecnológicas disponibles, la elección para un caso concreto, estará determinado en gran medida por la abundancia o escasez relativa de recursos y conocimientos del productor: los criterios de racionalidad económica indican que, siempre que sea posible, el beneficio económico del productor (medido de alguna forma) aumentará cada que se pueda sustituir un recurso escaso (y costoso) por otro relativamente abundante (menos costoso) sin cambiar la cantidad total de producto obtenido. Si se busca alcanzar determinadas metas de producción, la decisión del productor (el punto donde se ubique el productor dentro del triángulo) estará orientada (sesgada) en la dirección del uso preferencial de aquellos recursos relativamente más abundantes (con menores costos) (Alonso, 1995a: 126; Alonso, 1995b: 1136-138).

En la figura 23, se presenta un ejercicio del triángulo propuesto por el autor citado. Las flechas representan la dirección que han venido siguiendo la evolución de estos sistemas, en función del avance de la tecnología agrícola. Esta propuesta se complementa con otra, también sostenida por autores citados aquí, cuando clasifican la agricultura por la tecnología que utilizan. Dicha clasificación es la siguiente: **agricultura arcaica o tradicional, agricultura orgánica, agricultura moderna o industrial, agricultura agroecológica, agricultura sostenible**, entre otras, que analizaremos al final de este capítulo. Para fines del presente, la agricultura arcaica o tradicional, y la agricultura orgánica, con sus diferencias, presentan enormes similitudes con el sistema de producción agrícola extensivo citado previamente, y practicado sobre

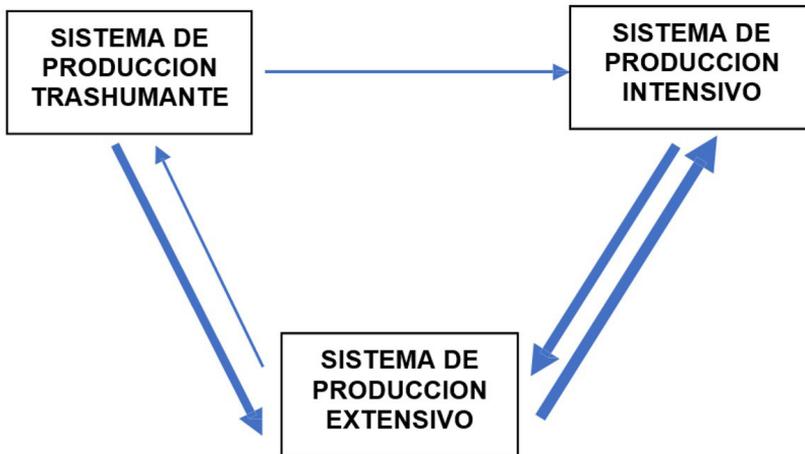
todo por campesinos; mientras que la agricultura moderna tiene relación directa con el sistema de producción intensivo, en sus diferentes modalidades; y la agricultura agroecológica y sostenible (para algunos autores, la agroecológica es una variante de agricultura sostenible), son tipos de agricultura alternativa, que median entre las dos primeras mencionadas, que empieza a cobrar fuerza entre los diferentes productores, predominando a la fecha entre los pequeños productores y campesinos.

El proceso de la investigación que conduce a la generación de nueva tecnología, generalmente busca aumentar la productividad de la agricultura, lo que en esencia significa que, con una misma cantidad total de factores de producción se pueda obtener mayor cantidad de producto o, alternativamente, que las mismas necesidades de producción puedan ser satisfechas con menor uso de factores, maximizando la rentabilidad y ahorro en los costos de producción. Sin embargo, este aumento en la productividad no afecta por igual a todos los factores de la producción, y según la forma como afecta la productividad de los factores, las tecnologías pueden clasificarse, a grandes rasgos, como **tecnologías ahorradoras de tierra** (aquellas que aumentan la productividad de la tierra, es decir, los rendimientos físicos por hectárea), **tecnologías ahorradoras de mano de obra**, **tecnologías ahorradoras de capital**, **tecnologías ahorradoras de agua**, etc. De igual manera se puede hablar de varios tipos de productividad: productividad de la tierra, del capital, del trabajo, del agua, de la semilla, etc.; **la productividad más importante** en un contexto determinado, es el del recurso más escaso en los momentos críticos, es decir, **la del recurso que tiende a constituirse en el factor limitante** (Alonso, 1995a: 128-129).

Como se intenta dar a entender en la figura 24, la tendencia tecnológica moderna industrial está encaminada a fortalecer los sistemas de producción intensivos (pasando de los sistemas trashumantes y/o extensivos

a los intensivos), incluido los sistemas que usan tecnología alternativa, con la finalidad siempre de hacer más eficientes (mayores rendimientos físicos por hectárea) y eficaces (mayor rentabilidad y/o ahorro en costos de producción) los factores de la producción. Las modas tecnológicas actuales, que han potenciado la producción agropecuaria, se refieren a tecnologías biotecnológicas, usos de plásticos, la telemática, agricultura protegida y segura, entre otras (de la que se hablará más adelante). Con estas nuevas innovaciones tecnológicas, el espacio y el tiempo también han sido potenciados.

**Figura 24.** Sistemas de producción propuestos por Alonso (1995a: 126; 1995b: 139), y otros autores, en función de la tecnología y los recursos de la producción (tierra, trabajo y capital).



**Fuente:** Construcción propia, basado en Alonso (1995a: 126, 1995b: 139).

El tiempo de producción de plantas y vegetales se ha “acortado” con la producción de plantas más precoces en los cultivos anuales, reduciéndose hasta en cuatro meses o menos en cultivos como maíz, trigo, arroz, etc., teniendo genotipos actualmente de tres a cuatro meses desde

la siembra a la cosecha; en frutales y otros cultivos de plantación, como mango, papaya, banano, entre otros, se ha logrado romper el ciclo normal de cosecha, adelantando el ciclo y aumentando los rendimientos con el uso de hormonas naturales y sintéticas; y el “achaparramiento” de las plantas y árboles para poder aumentar la densidad de población por hectárea, es decir, la posibilidad de hacer más eficiente el uso del espacio geográfico (de la tierra de cultivo) al poder tener mayor cantidad de plantas o árboles por hectárea; y el tiempo, al aumentar la posibilidad de obtener mayores rendimientos físicos y en periodos más cortos y continuos. En la producción pecuaria, el uso de hormonas ha elevado los rendimientos en menor tiempo, sobre todo en ganado bovino, aviar y piscícola, acortando el ciclo de producción para el mercado; por otro lado, a través de la tecnología conocida como Superevolución y Trasplante de Embriones (SOTE) y el uso de hormonas, se ha hecho posible la producción múltiple de embriones en vacas genéticamente superiores (y con semen de toros también genéticamente superiores), que luego son implantados (por inseminación artificial) hasta en cincuenta vacas receptoras, que puedan gestar y parir crías de calidad seleccionada, en el mismo plazo que una sola madre, de la calidad genética deseada (Cubero, 2018: 795).

En ese mismo tenor, las tecnologías de punta han hecho posible redimensionar el espacio de la producción agropecuaria. Las primeras estrategias de potenciar el espacio productivo fueron las rotaciones, asociaciones y sucesiones de cultivos, además de combinar cultivos perennes con cultivos anuales. Actualmente, el espacio es multiplicado no sólo por las especies que tienen un ciclo productivo más corto y de menor tamaño o arquetipo, lo que permite aumentar el número de veces la cosecha de esos cultivos en un espacio geográfico específico, como monocultivo o con sus diferentes combinaciones; también se ha modificado el uso del

espacio y tiempo a través del uso de maquinaria agrícola que permiten realizar hasta tres o cuatro labores al mismo tiempo (surcar, sembrar, aplicar herbicidas preemergentes, etc.), de invernaderos, agricultura protegida y de precisión, y la hidroponía. Esta última ha llevado al extremo el uso del espacio, utilizándolo de manera vertical, redimensionando la producción agrícola en una agricultura por demás intensiva, apoyada en el cultivo de tejidos o micropropagación. Y ya existe el cultivo en rascacielos creados para ese propósito: los pisos son superficies sin tierra con manejo hidropónico, donde se pueden cultivar toda clase de especies con iluminación adecuada para cada una; un sistema cerrado de circulación del agua permite recuperarla y regenerarla; es evidente que se requieren genotipos adaptados a tales condiciones, pero solo es una barrera temporal, ya que pueden producirse; el sistema requiere una buena dosis de energía, y este es un talón de Aquiles: un fallo en el suministro de agua o electricidad podría acabar con todo (Cubero, 2018: 796). Con estas posibilidades tecnológicas, se potencia el uso del espacio y el tiempo, dando un ultimátum a la teoría malthusiana sobre el crecimiento de la población y de la producción de alimentos, discutido en el punto 4.2.2.

Por el momento, los cultivos han de mantenerse con sistemas de ahorro de agua, nutrientes y fitoquímicos, para evitar la contaminación de suelos y aguas. La labor de investigación es absolutamente necesaria para conseguir genotipos más eficaces en la absorción del agua y nutrientes, con resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades que permitan, sino la supresión de los tratamientos, sí su disminución significativa; asimismo tolerancia al estrés ambiental (calor, frío, sequía, suelos salinos, alcalinos, ácidos, etc.). Si hay plantas termófilas, calcícolas o calcífugas, halófitas, etc., es que hay genes para obtener otros genotipos con esas características, lo que hace más relevante la conservación de los recursos naturales y

crear la tecnología que lo haga posible (Sepúlveda, 1992: 142-143). Espero que el lector se interese en profundizar en estos conocimientos ya que, en el presente documento, donde lo importante es tratar de entender la relación de la naturaleza y la agricultura como parte de ella y como producto social, y la sociedad, es prácticamente imposible ampliar este tema tan importante en la formación profesional agronómica.

Debido a la orientación de la investigación agrícola en nuestro país, basada en el modelo de la revolución verde (el modelo occidental), se ha privilegiado la investigación y difusión de las tecnologías ahorradoras de tierra, que presuponen que ésta es el factor más limitante en la producción agropecuaria, lo que no siempre es cierto. Este presupuesto tiene consecuencias para aquellos productores cuya principal limitante no es la tierra, pues la tecnología ofrecida no responde a sus necesidades, situación que conduce a bajas tasas de adopción; por otro lado, alcanzar el objetivo de ahorrar tierra aumentando su productividad, implica orientarse en la dirección de tecnologías que generalmente exigen altas inversiones de capital, especialmente en forma de insumos y equipos comprados en el mercado (nacional e internacional), tales como fertilizantes, pesticidas, semillas, equipos de riego, combustibles, maquinaria, etc. Por el contrario, para el caso de agricultores de subsistencia, se observa con frecuencia que, a pesar de poseer una pequeña cantidad de tierra (en términos absolutos), ésta no es la limitación más seria a la expansión de su producción, sino más bien la **escasez de capital propio y el limitado o nulo acceso al crédito y sus altos intereses** (capital de operación), los que se constituyen en los verdaderos “cuellos de botella”.

Entonces, la política de generación y transferencia de tecnología agrícola debe tomar en cuenta estos factores y sus limitaciones en función del tipo de productor. Por ejemplo, en Estados Unidos, el factor

limitante por mucho tiempo ha sido la mano de obra escasa y cara, por lo que el desarrollo tecnológico se orientó con énfasis a la mecanización con altas inversiones de capital para ahorrar mano de obra; en Japón, el recurso más escaso era la tierra con abundancia de mano de obra: allí el desarrollo tecnológico se orientó hacia las innovaciones ahorradoras de tierra, y se tradujo en una agricultura con uso intensivo de fertilizantes y mejoramiento genético en las plantas, capaces de aprovechar más eficientemente grandes cantidades de fertilizantes.

La diversidad de condiciones agroecológicas bajo las que se desarrolla la producción agropecuaria, y la diversidad de condiciones en cuanto a la disponibilidad, absoluta y relativa, de recursos con que cuenta el productor (condiciones socioeconómicas), son factores importantes para el diseño de programas de investigación. Otro elemento importante es para quién va dirigida la tecnología, ya que hablamos de diversidad de productores: lo correcto sería crear una tipología de productores, para generar y difundir tecnología apropiada para esas condiciones diferenciadas de los productores.

### 3.2.2.- La "artificialización" en la producción agrícola.

Con este tema se quiere marcar al menos, basado en diferentes autores como Sepúlveda (1992), Cubero (2018), Silva y Victorino (2010), Victorino (2010), entre otros, **cuatro momentos históricos o etapas históricas** en el desarrollo de la agricultura, en lo que se refiere a la manipulación de los componentes vivos (plantas y animales) de la producción agropecuaria, con la intención de aumentar su productividad, al uso de insumos agroquímicos, maquinaria y manipulación genética, a lo que se le está llamando "artificialización". El **primer momento** empieza

desde el inicio de la agricultura, con la selección de las plantas (y animales) con características útiles y apropiadas para satisfacer las necesidades de los seres humanos, hasta el inicio de la selección en campos de agricultores y campos experimentales, por investigadores especializados (siglos XVIII-XIX), lo que da origen a las primeras variedades mejoradas, sin que medie aún la selección artificial por hibridación; el **segundo momento o etapa** empieza con la polinización cruzada artificial, también en centros experimentales y en campos de agricultores, por expertos en experimentación genética (siglo XX); el **tercer momento** se caracteriza por la obtención de organismos genéticamente modificados (OGM), hasta la clonación animal (siglos XX-XXI); un **cuarto momento** estaría marcado por la aplicación de nuevas ciencias a la agricultura, como la agricultura de precisión, con la telemática, incluidas las tecnologías de posicionamiento geográfico (GPS) y de información geográfica (SIG), que no se considera en el presente documento (siglo XXI).

Cada etapa va acompañada de determinados equipos e insumos agropecuarios que modifican, de alguna manera, el comportamiento y los rendimientos físicos de las plantas y animales en explotación. Aclaro que esta división, un tanto arbitraria, sólo es con fines de análisis histórico, pues esos momentos o etapas, en la realidad coexisten traslapadas, es decir, en algún momento de la historia, han compartido y comparten espacio y tiempo.

La **primera etapa**, por razones obvias, es la más larga pero también la más simple: la selección de plantas (y animales) se hacía basándose fundamentalmente en características fenotípicas relevantes, que pudieran satisfacer las necesidades alimenticias, de abrigo, de refugio, estéticas, etc., de la sociedad humana (releer el punto 1.3). Las cruas genéticas sucedían (y suceden) en la naturaleza de manera natural, sin intervención humana,

o al menos sin intervención intencionada de los hombres; se debe recordar que los primeros intentos de manipulación genética de las plantas y animales empiezan en el siglo XVII y XVIII, tiempos que marcan también la finalización de esta primera etapa. La importancia de reconocer esta primera etapa, como también ya se discutió en el capítulo uno y dos, estriba en que el desarrollo de la agricultura permite la consolidación de la sociedad humana en la tierra; asimismo, con la disponibilidad de tiempo, permite el desarrollo cultural de la sociedad humana: arte y ciencia.

La **segunda etapa histórica**, que de manera arbitraria estoy marcando con el inicio del mejoramiento genético artificial de plantas y animales domésticos (realizadas por el hombre), a partir del siglo XVIII, hasta la década de los sesenta del siglo XX, basado en la literatura citada en este documento, da origen a cientos de especies, variedades e híbridos que entran a la carrera por la producción de alimentos y otros usos, que proporcionen mayores comodidades a la creciente sociedad humana. En este periodo, marcado por la incursión de la ciencia en la agricultura, se generan algunos componentes que se agregan al proceso de trabajo agrícola, como: maquinaria e implementos agrícolas, uso de agroquímicos industriales, agua para riego, generación de nuevos genotipos de plantas y animales que redimensionan la actividad agropecuaria, intensificación del tiempo y del espacio en la producción agrícola gracias a las innovaciones tecnológicas, el afianzamiento del mercado mundial y del capital financiero internacional. Hay que recordar que en este periodo (siglo XIX) se crean las primeras universidades agrícolas y los primeros centros de investigación y transferencia de tecnología agrícola.

En México, como se ha referido en el desarrollo histórico de la ciencia agrícola en nuestro país, la influencia occidental, sobre todo de Estados Unidos, se hace sentir a principios de la década de los cuarenta del

siglo XX, dando origen a la famosa Revolución Verde, con todas sus tecnologías, y principalmente con la creación de nuevos genotipos de maíz, trigo, arroz, caña de azúcar, sorgo y soya, y más tarde de tomates y otros cultivos mejorados para manejo y cosecha mecánica; y en ganadería, con la creación de nuevas razas en ganado vacuno, gallinas, ovejas y cabras, que potencian sus rendimientos a escala nunca vistas. En esta etapa se ponen de moda el uso de grandes maquinarias agrícolas con sus respectivos implementos, que permiten ejecutar dos o más trabajos al mismo tiempo, como surcar o rallar el terreno, sembrar, aplicar herbicidas preemergentes, etc.; o cosechar, trillar y empacar los granos y pasto de corte. De igual manera, se inicia el empleo sistemático de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas, hormonas sintéticas y otros agroquímicos, cuyas consecuencias ambientales y en la salud humana ya no están en tela de juicio.

Con **la tercera etapa o momento histórico**, se desea destacar fundamentalmente la manipulación genética de plantas y animales domésticos, creando los organismos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos y clones en los animales, y redimensionando por segunda vez la producción agrícola. El hombre incursiona con éxito en esta nueva fase de la agricultura en la década de los setenta del siglo XX, pero tiene su principio a mediados de la década de los cuarenta de éste, cuando se descubre la composición (ADN Y ARN) y estructura molecular de los genes, y la capacidad de cada célula de contener la información genética completa de todo el organismo (totipotencia). Ya en la década de los setenta se inicia con la manipulación in vitro del ADN (ADN recombinante), dando inicio a la ingeniería genética, conocida como Biotecnología (Fischer, 1990, citado por Sepúlveda, 1992: 75; Muñoz, 2012: 29), con la ayuda de otras ramas científicas como la citología, bioquímica,

biometría, etc. A diferencia de las cruzas genéticas artificiales entre individuos de la misma especie, con la biotecnología, se crean individuos con ciertas características deseables que de manera natural no sería posible. Algunas técnicas biotecnológicas son las siguientes: producción de hibridomas, fusión de protoplastos, micropropagación, variación somaclonal, técnica enzimática, la superovulación y trasplante de embriones (SOTE), etc.

La Biotecnología (la nueva o avanzada, porque ya en la antigüedad, el hombre ya utilizaba de manera empírica agentes biológicos para la producción, por ejemplo, de fermentaciones, entre otros usos) es una “...multidisciplina cuyo objetivo es el manejo y utilización de organismos vivos o de sus constituyentes para producir bienes y servicios con una utilidad económica y social” (Quintero, 1986, citado por Sepúlveda, 1992: 75), que implica la conjugación de la biología molecular y celular, la química, la bioquímica y la ingeniería y otras más; también se puede definir como el conjunto de técnicas que involucran la manipulación de organismos vivos o sus componentes subcelulares, para producir sustancias, desarrollar procesos y proporcionar servicios (Newell y Burke, 2000, citados por Ortiz, 2010: 311). Muñoz (2012: 31) considera a la biotecnología de una manera amplia, y la define como una actividad basada en conocimientos multidisciplinarios, que utiliza agentes biológicos para hacer productos útiles o resolver problemas. Esta definición engloba muchas de las actividades practicadas por ingenieros, químicos, agrónomos, veterinarios, microbiólogos, biólogos, médicos, abogados, empresarios, economistas, etc.

Con dicha tecnología, a través de la tecnología del ADN recombinante, se ha logrado transferir genes de un organismo a otro radicalmente diferente, como de hombre a bacteria (para la fabricación de insulina

humana), o de bacteria a maíz (para producir resistencia al barrenador), o para silenciar un gen indeseable. Los organismos transgénicos contienen uno o muy pocos genes procedentes de otro u otros organismos, independientemente de la posibilidad de cruzamiento sexual ordinario. Aparte de su importancia en la investigación agronómica, la biotecnología se ha integrado con facilidad a la industria farmacéutica, alimentaria y química. Vale la pena tener en cuenta que una variedad (por ejemplo, maíz) a la que se haya transferido un gen (bacteriano, por ejemplo), puede ser ya incorporada a la mejora genética tradicional, y que ese gen puede ser eficaz en cualquier otra especie; esta situación ha levantado una enorme discusión bioética en torno a los organismos transgénicos, debido a su potencial peligrosidad, que se discutirá más adelante. Sin embargo, la manipulación genética no es la única herramienta disponible. La biotecnología abarca hoy un área amplia del conocimiento que surge de la ciencia básica (biología molecular, microbiología, biología celular, genética, etc.), de la ciencia aplicada (técnicas inmunológicas y bioquímicas, así como técnicas basadas en la física y la electrónica), y de otras tecnologías (fermentaciones, separaciones, purificaciones, informática, robótica y control de procesos). Se trata de una red compleja de conocimientos donde la ciencia y la tecnología se entrelazan y complementan (Muñoz, 2012: 32).

### **3.2.3. La manipulación genética de plantas y animales domésticos: pros y contras.**

La tecnología del ADN recombinante tiene varios usos, uno de éstos es el desarrollo de Organismos Genéticamente Modificados (OGM); un grupo de estos OGM abarca los transgénicos, en los que la modificación genética incluye la transformación de su genoma mediante

la inclusión de secuencias de ADN de otras especies, mediante métodos físicos y biológicos (Ortiz, 2010: 312,314). Con la creación de los transgénicos y los clones en animales, a través de la biotecnología, se llega a una de las fases o etapas históricas que han redimensionado la producción agropecuaria, por un lado, y por otro, a una revaloración bioética, económica y social. Los logros más espectaculares de la biotecnología agrícola en el mundo se han conseguido en Estados Unidos, Japón, seguidos por Alemania, Inglaterra, Francia, Italia, Suiza, y otros países industrializados.

Regal (1994, citado por Ortiz, 2010: 315-317) y López (2018: 41-43), reconocen que **existen diferencias importantes por considerar, entre la selección tradicional empleada durante la creación de plantas y animales domesticados, y las técnicas de ingeniería genética utilizadas para producir organismos transgénicos, así como de la interpretación que de la biotecnología moderna se hacen desde las ciencias sociales.** Estos autores basan su análisis principalmente en los cultivos agrícolas. **Por lo general**, la selección tradicional involucra únicamente la recombinación genética de atributos entre individuos de una misma especie o entre especies que están cercanamente relacionadas, capaces de reproducirse entre sí en la naturaleza: el entrecruzamiento es posible porque su información genética es similar. En cambio, la ingeniería genética, mediante el uso de las técnicas de ADN recombinante, posibilita transferir genes entre organismos por completo diferentes, con características muy distintas (ya se mencionó, por ejemplo, entre una bacteria y una planta); esto ofrece oportunidades únicas de crear poblaciones de organismos con características nuevas que, generalmente, son benéficas para algún uso o servicio. Sin embargo, la nueva tecnología dificulta nuestra capacidad de poder predecir el

efecto de los genes insertados sobre el resto del material genético del organismo receptor, dado que los genes insertados y el genoma receptor no comparten una historia evolutiva reciente. Además, aún no están del todo claros los efectos que, a largo plazo, pueden tener la inserción de varios cientos o miles de pares de nucleótidos funcionales en un contexto genómico totalmente diferente, y tampoco sabemos con certeza qué efecto tendrá el uso de esta nueva tecnología sobre las tasas de mutación, o durante la recombinación de material genético que ocurre, en forma habitual, durante la reproducción.

**Otra diferencia importante entre la selección tradicional y el uso de la tecnología del ADN recombinante es** que, mientras las prácticas de selección tradicional comúnmente involucran la sustitución de alelos o formas alternativas de un gen que ya se encuentran entre la población, favoreciendo que se reproduzcan organismos con las características que satisfacen las necesidades de los agricultores; la ingeniería genética, por su parte, **involucra la inserción de nuevos genes, no la sustitución de formas alternativas de un gen.** Este evento tiene implicaciones ecológicas y evolutivas, ya que se facilita la posibilidad de generar cultivos con características útiles, que además mantendrán características que posibiliten su capacidad de sobrevivir y reproducirse en el ambiente. Esto es nuevo porque, la mayoría de los cambios en los organismos seleccionados por métodos convencionales disminuyen su capacidad de sobrevivir y reproducirse en un ambiente natural, sin la ayuda del hombre (López, 2018: 42).

**La selección tradicional y la ingeniería genética difieren, además, en el tipo de variación genética a la que pueden acceder.** La selección tradicional se ha restringido, en forma habitual, a las características morfológicas que varían siguiendo las leyes de Mendel. Muchas

características son funcionalmente monomórficas, es decir, que aunque estén bajo control genético no presentan variación; es obvio que para estas características no pueden seleccionarse distintas formas o fenotipos mediante la selección tradicional; en cambio, **la ingeniería genética posibilita insertar de manera sistemática variaciones nuevas en los organismos, y también posibilita la reprogramación de funciones que, por lo regular, son inaccesibles a las técnicas tradicionales de mejoramiento genético.** Las diferencias entre ambas, no significa que la ingeniería genética y las técnicas de ADN recombinante sean automáticamente peligrosas, sino que su uso amerita un enfoque distinto al que hemos utilizado hasta ahora. Los científicos y quienes regulan el uso de cultivos transgénicos deben entender con claridad los atributos biológicos que cambian durante el proceso de domesticación y cómo podrían verse alterados por la introducción de nuevos atributos mediante técnicas de ADN recombinante (Ortiz, 2010: 315-316).

En México, los logros son escasos, por los esfuerzos aislados de algunas instituciones y empresas privadas. Al no existir una política que los organice e integre, se trabaja fundamentalmente en cultivos hortícolas, frutícolas y en algunos cultivos agroindustriales, pero poco o nada se ha realizado en cultivos básicos. En ganadería, se ha elaborado la técnica SOTE, ya mencionada, y la utilización de esquilmos agrícolas para el desarrollo de proteína unicelular, levadura que enriquece en proteínas las dietas para rumiantes y monogástricos, bioformel para nutrición, biogás producido por el metano, abonos, mejoramiento genético en salmón y truchas, entre otros. Mientras que en el terreno forestal se han trabajado en la propagación clonal de especies importantes y en el mejoramiento del henequén; se están creando bioinsecticidas en cultivos básicos, semillas artificiales en cultivos como papa, caña de azúcar,

dietas especiales para peces de interés comercial y alimenticio, entre otros (Sepúlveda, 1992: 85-87; Ortíz, 2010: 317).

Si se piensa en la clasificación agronómica de la superficie mexicana, encontramos los siguientes datos: el 63 % se clasifica como zonas áridas; el 31 % son semiáridas; el 5 % son semihúmedas; y el 1 % son húmedas. Esto da como resultado un aproximado de 21 millones de hectáreas de tierras agrícolas cultivadas actualmente (de un total estimado de 26.9 millones de hectáreas), y una frontera potencial agrícola de 30 millones de hectáreas. De esta superficie agrícola actual, aproximadamente 6 millones son de riego, con casi la mitad con problemas de salinidad; se estima que el 70 % de la superficie mexicana tiene vocación forestal (137 millones de hectáreas), y se pierden actualmente alrededor de un millón de hectáreas anuales; mientras que con vocación ganadera son aproximadamente 40 millones de hectáreas (Atlas agroalimentario, 2016: 10, reporta que a la ganadería se dedicaron en ese año 109.8 millones de hectáreas, restándole superficie a la considerada zona forestal y agrícola).

Ante esta realidad nacional, **la biotecnología ofrece posibilidades, sobre todo para los agricultores más pobres**, de incrementar los rendimientos, disminución de pérdidas por plagas y enfermedades en campo y postcosecha, producción de semillas artificiales mejoradas, adaptación de variedades a suelos salinos, a zonas áridas, a excesos de humedad y heladas, disponibilidad de plantas para especies de lento crecimiento y reproducción vegetativa, plantas autofertilizables, etc.; sobre todo porque aproximadamente el 75 % de las personas afectadas por el hambre y la pobreza vive en zonas rurales y obtiene de la agricultura sus medios de subsistencia (Mena y Ramírez, 2014: 201). **En la actividad ganadera** se estima que los principales “cuellos de botella” son los siguientes: alimentación, sanidad, calidad genética del hato, y el

manejo del hato, así como de los productos y subproductos que se obtienen de esta actividad productiva; la biotecnología también tiene que ofrecer en este campo: nuevas fuentes de alimentos, mejoras en la digestibilidad de los alimentos tradicionales, mejoramiento genético paterno y materno, mejor manejo sanitario, etc. (Sepúlveda, 1992: 89-90).

En la Conferencia sobre las Biotecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo, en 2011, se llegó a las siguientes conclusiones sobre las bondades de la biotecnología, sobre todo para los más pobres (Mena y Ramírez, 2014: 204):

- a) Las biotecnologías agropecuarias pueden ayudar a reducir el hambre y la pobreza, contribuir a la adaptación al cambio climático y mantener la base de recursos naturales.
- b) Las diversas aplicaciones de las biotecnologías agrícolas no se han utilizado ampliamente en muchos países en desarrollo y no han beneficiado suficientemente a los pequeños agricultores y productores ni a los consumidores.
- c) La investigación y el desarrollo en materia de biotecnologías agrícolas debería centrarse en mayor medida en las necesidades de los pequeños agricultores y productores.
- d) Los gobiernos tienen que elaborar su propia visión y política nacional sobre el papel de las biotecnologías.
- e) Se necesitan estrategias de comunicación y participación efectivas con el público.
- f) El esfuerzo de las asociaciones entre los países y dentro de éstos facilitará el desarrollo y el uso de las biotecnologías.

Por otro lado, las herramientas biotecnológicas permiten conseguir varias ventajas para el mejoramiento genético vegetal, con la meta clara de producir semillas de nuevas variedades que contribuyan a resolver los problemas de adaptación y producción de los cultivos para obtener más y mejores alimentos. Entre las principales ventajas se encuentran las siguientes:

- a) *Rapidez*: Son más rápidas que los métodos convencionales, por ejemplo, en una retrocruza, la incorporación definitiva de un gen en una variedad (introgresión), lleva de seis a ocho generaciones, mientras que, mediante marcadores moleculares se consigue a mitad del tiempo, esto es, en tres o cuatro generaciones.
- b) *Heredabilidad alta*. Cuando se selecciona una característica de interés para el cultivo que se pretende mejorar, se determina su “heredabilidad”, parámetro que mide el porcentaje de influencia de los genes y el complemento de influencia del ambiente. Con el uso de marcadores moleculares prácticamente se excluye la influencia del ambiente sobre la característica, pues se conoce directamente y de manera clara el comportamiento de los genes en la herencia de la característica en cuestión.
- c) *Mayor información genética*. Los marcadores moleculares permiten obtener mayor información en menos tiempo de los genes y sus combinaciones en un genotipo que la que se obtendría por métodos convencionales; además, es más clara y precisa. El referente obligado es la eficiencia, de modo que es evidente que con el uso de los marcadores moleculares se gana eficiencia en el avance de los proyectos de mejoramiento genético, como también es cierto que si se calcula la relación beneficio-costos, tal vez la eficiencia no sea tan alta, pues las técnicas de laboratorio que se requieren son costosas.

De acuerdo con Morales y Amaro (2019: 11-12), desde las perspectivas de las revoluciones tecnológicas, la biotecnología, junto con otras tecnologías emergentes como la nanotecnología y la genómica, podrían ser la revolución tecnológica que permita, a través de su insumo clave -el ADN- romper el ciclo del capital productivo y lograr el crecimiento sostenido mediante el abaratamiento de las materias primas o la creación de insumos biotecnológicos que permitan redefinir a las industrias

existentes y crear nuevas (...). Si bien, en términos amplios, consideran que la biotecnología podría representar ventajas para México, también se plantea la importancia de formular el análisis en un contexto global que permita dilucidar objetivamente esas oportunidades.

A pesar de los beneficios potenciales que la biotecnología representa en términos agrícolas, alimentarias, medioambientales e industriales, también expresa una gran desigualdad en el ámbito económico y social, con respecto al acceso, uso y explotación de los recursos naturales y productivos. Los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) han establecido reglas del juego a nivel internacional que limitan el acceso a las invenciones y a los desarrollos innovadores, al generar espacios de poca competencia, es decir, áreas industriales con fuerte presencia dominante de un pequeño grupo de empresas que, a nivel mundial, son los jugadores dominantes. La concentración de poder a través de los DPI es un hecho innegable, que obliga a los pequeños jugadores a adaptarse a las reglas impuestas desde las grandes corporaciones, las cuales, usualmente, las sitúa en posiciones desventajosas frente a la capacidad de un grupo de empresas internacionales que dominan mercados, tecnologías, capital y oportunidades (Morales y Amaro, 2019: 13; González y Castañeda, 2019: 187).

Algunas reflexiones teóricas de Ulrich Beck (2004, citado por González y Castañeda, 2019: 188), señalan que la eficacia del capital radica en que está orientado a nivel mundial y constituido tecnológicamente, sustraído del control del Estado y establecido en el ámbito del poder de los actores económicos y científicos. El papel del Estado legitima la expansión del gran capital a nivel internacional, lo cual posibilita no sólo su circulación global, sino que le permite evadir su función estatal de garante de desarrollos tecnológicos sustentables, que prevean los riesgos de las nuevas tecnologías. El Estado, durante las tres últimas décadas,

vela por la competitividad y la eficiencia y no por garantizar tecnologías inocuas. A pesar de que intenta ser un modelo -biotecnológico- que integra todas las formas de cooperación entre los sectores público y privado, no obstante, también se estima que se trata de una noción que no considera el **conflicto de intereses histórico** que existe entre el Estado (y el capital) y la sociedad civil (González y Castañeda, 2019: 189).

Lo expuesto hasta aquí nos permite identificar un primer conflicto de intereses: el que existe entre las grandes empresas agrobiotecnológicas, que intentan expandir su producción a nivel internacional, con el apoyo de las políticas de desarrollo tecnológico de los países más industrializados, y la riqueza en diversidad biológica característica de muchas naciones de la periferia, como México, que ocupa el cuarto lugar a nivel mundial. Otro conflicto de intereses se encuentra en la polarización económica que provoca este tipo de tecnologías; y un tercero se refiere a la accesibilidad que tienen los diferentes productores agropecuarios a los productos de la biotecnología agrícola, debido a diferencias de conocimiento, a capacidad económica, a objetivos de producción, y a diferencias culturales (González y Castañeda, 2019: 201-202)

El papel del Estado en México en torno a la regulación de los cultivos genéticamente modificados ha priorizado la autorización para la comercialización de los mismos y ha dejado de lado el **principio precautorio** que debiera regir en una región que es centro de origen y de diversidad biológica. Sin embargo, es heterogéneo y la participación de secretarías y entidades públicas es múltiple y diversa. De esta forma el papel, por ejemplo, de la Conabio, ha tendido más hacia el análisis de riesgos y, por lo tanto, se ha acercado en mayor medida al principio precautorio, mientras que el rol de la Sagarpa y de Cibiogem se ha orientado sobre todo hacia la aprobación de la liberación de los OGM (Cáceres, 2018: 43).

El tema de la bioseguridad en México es delicado, ya que se alberga una cantidad inigualable de variedades nativas de plantas que pueden ser afectadas con una producción invasiva de cultivos GM, principalmente maíz y soya, y la miel de abeja. Por este motivo, las medidas y normas de bioseguridad no deben ser laxas y flexibles. Es necesario revisar los puntos débiles de la Ley de Bioseguridad de los OGM (LBOGM) para disminuir los riesgos que traería consigo la liberación de este tipo de tecnología. La regulación en bioseguridad relativa a los cultivos GM en la agricultura, además, no ha seguido seriamente el criterio del principio precautorio al que nos comprometimos en el Protocolo de Cartagena, en el 2000. En este protocolo se establecen los principios generales universales, que deberían regir las LBOGM, que se refieren a lo siguiente: principio de justicia (social), principio de autonomía (de las nuevas generaciones, para existir libremente, sobre todo), principio de responsabilidad y principio de cooperación (social, internacional); además, en 2011, se agrega el principio de precaución (social, económico, ambiental, etc.) (González y Castañeda, 2019: 185, 188, 196 y 197)

El lado bueno (pros) de la biotecnología se ve ensombrecida por los contras (riesgos) que se han venido manifestando a lo largo de los años en que se ha establecido e implementado la biotecnología moderna, y vale la pena estar conscientes de estos probables riesgos, de los que nos alertan científicos, técnicos, ONGs y otros representantes de la sociedad civil. Ya desde los primeros años de su aplicación, ha enfrentado reclamos, que de una u otra manera, tenemos que tomar en cuenta.

De acuerdo con Mena y Ramírez (2014: 201), en el caso de países en desarrollo como México, las “preocupaciones” sobre el uso de la biotecnología se centran en:

- a) Los efectos que esa tecnología puede tener en la producción agrícola a pequeña escala, y las dificultades de los productores de menos recursos para tener acceso a la misma.
- b) El riesgo que representa para la biodiversidad y la práctica agrícola, su utilización extensiva y la complejidad regulatoria que implica su uso seguro.
- c) La centralización que está ocurriendo en el mundo en la producción de alimentos, el papel de las empresas privadas en ese proceso y los criterios utilizados para el desarrollo de sus innovaciones.
- d) La forma de compartir los beneficios de su utilización de quienes la poseen con los usuarios potenciales (en su gran mayoría comunidades de países de menos desarrollo).

Los riesgos del uso de la biotecnología son de carácter ecológico, social y económico. Para (Sepúlveda, 1992: 84-85), entre los **riesgos ecológicos** más importantes se encuentran los siguientes:

- a) **Pérdida de germoplasma:** la introducción y uso de variedades transgénicas con características específicas deseables, reemplazará lenta pero inexorablemente a una gran cantidad de variedades en uso, pero con menor capacidad de competencia frente a las nuevas.
- b) **Incremento de niveles de fitotoxicidad:** el trasplante de genes de resistencia a plagas y enfermedades en algunas plantas, así como los de producción de toxinas insecticidas ha ocasionado, como efecto secundario, mayores niveles de sustancias tóxicas que pasarían al hombre directamente o a través de la cadena trófica.
- c) **Contaminación del suelo:** se ha logrado clonar a algunas plantas resistentes a herbicidas, lo que puede ocasionar que se requieran cantidades más grandes de herbicidas, con sus riesgos contaminantes para otras plantas.

- d) Incremento en la virulencia y proliferación de plagas:** el éxito en la incorporación a las plantas de factores de resistencia genética a plagas conocidas en los cultivos, puede provocar, al igual que el incremento de letalidad en los insecticidas, selección natural en los insectos dañinos actuales que lo hagan más virulentos, o bien mutaciones que incrementen su peligrosidad, y en el caso de la bacteria anticongelante ya desarrollada (*Pseudomonas syringae*), que hace resistente a las plantas a las heladas, parece ser que también hace resistente a los insectos y facilita su proliferación.
- e) Efectos en el hombre por el uso de hormonas específicas:** las nuevas hormonas biotecnológicas que se usan en plantas y animales para incrementar su desarrollo y productividad, pueden ser transferidas a los seres humanos en los alimentos, con efectos negativos de consideración; un ejemplo es el uso de la hormona del crecimiento en ganado de carne en Inglaterra, que provocó efectos indeseables en las glándulas sexuales de niños y jóvenes.
- f) Riesgos de accidentes con microorganismos:** en todas las áreas de trabajo biotecnológico constantemente se están modificando bacterias y virus; una liberación accidental de este tipo de microorganismos podría tener consecuencias totalmente imprevisibles sobre otros organismos con los que estuvieran en contacto, incluyendo a los seres humanos.

En general, el uso de OGMs en un ambiente contenido (controlado) no representa mayor problema, tomando las medidas de bioseguridad necesarias; en cambio, la liberación al ambiente de OGMs, en particular los cultivos, implica una serie de retos diferentes. Para el caso de cultivos transgénicos, algunos de los peligros que se han identificado son los siguientes (Ortiz, 2010: 317-318):

- a) Efectos sobre los organismos benéficos o que no están contemplados.

- b) Evolución de resistencia de plagas, creación de malezas y supermalezas.
- c) Erosión genética, y extinción de especies silvestres.
- d) Efectos no esperados.
- e) Flujo genético a variedades criollas y parientes silvestres.

Este último riesgo implica que, en un contexto ambiental donde exista mayor diversidad biológica -y genética-, y donde además se encuentran los centros de origen y los centros de diversidad genética de los cultivos genéticamente modificados, el manejo de riesgos se vuelve más complejo. Por lo anterior, antes de liberar un organismo transgénico, se debe evaluar de manera muy rigurosa cuáles son los efectos del uso de cultivos genéticamente modificados en centros de origen y centros de diversidad genética, así como en un contexto de mayor diversidad biológica, como es el caso de México. El problema real en relación con la ocurrencia de flujo genético entre cultivos transgénicos y sus parientes silvestres o variedades criollas, está en que no podamos estar seguros de cuáles serán sus consecuencias. En la actualidad se están desarrollando distintas tecnologías que permitan la contención de los transgenes; pero mientras su uso no se generalice, habrá que analizar, caso por caso, cada uno de los posibles riesgos antes mencionados, y también sopesar los beneficios reales que el uso de determinados cultivos transgénicos, pueden proporcionar. Por ejemplo, si propician la disminución del uso de pesticidas, si posibilitan el crecimiento de cultivos en condiciones de falta de agua, o bien, si actúan para la mitigación de la presencia de algún contaminante, quizá su uso en una valoración general sería positivo (Sepúlveda, 1992: 87; Mena y Ramírez, 2014: 204).

De acuerdo con los autores citados en este apartado, en la investigación biotecnológica vegetal en México, escasea el criterio agronómico,

por los siguientes elementos de análisis: pocos trabajos se realizan con especies de zonas áridas, donde se podría ampliar la frontera agrícola en casi 10 millones de hectáreas, con especies como agave, opuntia y jojoba; escasean los trabajos sobre variedades clonales con resistencia a sequía, en cultivos agrícolas; los trabajos para clonar tolerancia a sales tampoco abundan, con lo que podría aprovecharse los distritos de riego con problemas de salinidad; se ha ocultado los avances biotecnológicos en café (catimor, resistente a las 32 variedades de royas conocidas), fresa y henequén, por razones meramente políticas y económicas, perjudicando principalmente a los productores de subsistencia. Esta situación prevalece en México debido a la orientación de las políticas agrícolas que favorecen al agroextractivismo (Ortíz, 2010: 315-316; Mena y Ramírez, 2014: 203; Giraldo, 2018: 14-15).

Los principales riesgos sociales, económicos y políticos por el uso de la biotecnología, sobre todo cuando se aplican bajo un modelo neoliberal y de libre comercio, sin tomar en cuenta en la toma de decisiones a la sociedad civil, son los siguientes (Ortíz, 2010: 316; Cáceres, 2018: 35-39):

- a) **Mayor polarización de los productores, con efectos de emigración y descampesinización.** Sólo los empresarios sin restricciones de capital (10 %), podrán comprar los nuevos insumos y aumentar fuertemente sus producciones, mientras que los pequeños productores y campesinos, producirán cada vez menos y a mayores costos: así se verán obligados a dejar la actividad agrícola como actividad económica, vender y emigrar en busca de empleo.
- b) **Desplazamiento de cultivos.** Los cultivos alimenticios básicos, de bajos precios relativos, se verán desplazados de las superficies que puedan ser ocupadas por los tecnificados exportables, aún a costa de inversiones fuertes en infraestructura.

- c) Disminución absoluta de la superficie destinada a maíz.** Con las actuales políticas de eliminación de subsidios, los básicos saldrán de las áreas de riego y buen temporal, pues por su precio el agua deberá destinarse a cultivos más rentables, que son los que trabaja la biotecnología (hortícolas, frutícolas, ornamentales).
- d) Especialización ganadera en pocas especies.** La biotecnología puede reducir los “cuellos de botella” de la producción de esas especies, con lo que los empresarios se especializarán, abandonando las menos redituables.
- e) Incorporación de empresas y/o capitales transnacionales a las cadenas productivas más redituables.** En el sector agropecuario es de esperarse la instalación del capital internacional, principalmente en la venta de semillas, paquetes tecnológicos, en las agroindustrias y el agrocomercio, donde las biotecnologías tienen mucho campo.
- f) En general, aumento sustancial en el volumen de herbicidas, insecticidas y fertilizantes nitrogenados, así como en el costo de producción,** con el uso de semillas transgénicas de algunos cultivos, sobre todo en maíz y soya.
- g) Pérdida de tradiciones e identidades culturales.** Con el proceso de descampesinización, emigración y abandono de las actividades agrícolas tradicionales, se deterioran las tradiciones e identidades culturales, pérdida de conocimientos ancestrales y erosión cultural, debido al apoyo gubernamental y desde el gran capital que recibe la investigación biotecnológica.

Esta controversia por el uso de la biotecnología moderna o avanzada y las técnicas del ADN recombinante, entre quienes sólo se refieren a los beneficios de los OGMs sin mencionar sus riesgos, y aquellos que sólo ven sus riesgos sin ver sus beneficios, quizá se pueda resolver de una manera más constructiva: mediante la contextualización de cada caso; no se puede (o no se debe) generalizar a los OGMs como un conjunto

único con características únicas. El análisis de cada OGM debe hacerse considerando el trinomio compuesto por: el OGM, que es el organismo receptor de la modificación; la modificación en sí, es decir, qué genes y secuencias reguladoras se insertaron y cómo se llevó a cabo la inserción; y finalmente, el ambiente receptor, esto es, en dónde se llevará a cabo la liberación. Lo anterior es muy importante porque tanto los riesgos como los beneficios se darán en función de la combinación de estos elementos. De esta forma, las posturas contrastantes podrán discernir en gran medida sobre el uso de un cultivo transgénico en una determinada región de alta diversidad de cultivos locales, o bien liberar un cultivo genéticamente modificado para la limpieza de metales pesados, por ejemplo, en una mina abandonada. Otro componente importante que polariza aún más la discusión es que, casi sin excepción, son las grandes transnacionales las que hasta ahora han desarrollado y comercializado los OGMs. Las decisiones que se toman en las grandes empresas respecto a qué organismos desarrollar y cuáles características genéticas utilizar, generalmente no responden a una demanda social local o regional, sino meramente a intereses económicos particulares (Ortiz, 2010: 318, 321).

### **3.3. EL MEDIO AMBIENTE Y LA AGRICULTURA.**

#### **3.3.1. Límites de la producción agrícola moderna-industrial: deterioro ecológico y costos sociales.**

Bien, hasta aquí se ha recorrido, aunque de manera sucinta, el desarrollo de la agricultura hasta una de sus últimas expresiones: la biotecnología, tratando de proporcionar información sobre sus conceptos, objetivos, aportes y posibles riesgos. Ahora, con estas bases, se propone un análisis

de los límites que, en su conjunto, tiene la agricultura sobre todo industrial. Debido a la amplitud del tema, aquí se hará referencia, de manera general, a los principales problemas que este tipo de modelo agrícola ha generado, invitando a profundizar en ellos, basándose en la literatura citada o en otras que se consideren pertinentes (se puede leer lo referente al modelo agrícola convencional tratado más adelante, para reforzar este punto).

La producción agropecuaria se encuentra en los umbrales de un profundo proceso de transformación, que llevará a redefinir los procesos productivos basados en la revolución verde que, a mediados del siglo XX, definió el esquema tecnológico de producción agrícola vigente en la agricultura, que ya resulta costoso, ineficiente y altamente contaminante. El actual sistema de producción agrícola basado en la revolución verde, que ha tenido en el uso de agroquímicos (sobre todo fertilizantes químicos), semillas híbridas y maquinaria agrícola, la base de su crecimiento productivo, hace décadas entró en un proceso de agotamiento, tanto por la pérdida de capacidad de respuesta para incrementar la producción y la productividad agrícola como por los altos costos que genera, externos al proceso productivo, como el deterioro ecológico, que está causando daños al aire, al suelo, al agua, la biodiversidad y a la atmósfera, al grado de ser considerado como uno de las principales causas del cambio climático, y por el avance de la pobreza en el mundo como uno de los principales síntomas de la crisis social de nuestro tiempo, sobre todo porque se sigue privilegiando la agricultura de carácter empresarial (Leff, 2004: 420; Morales, 2014: 151; Cáceres, 2018: 30; González y Castañeda, 2019: 184).

Son diversas las razones para considerar que la transformación de la estructura de la producción en el sector agroalimentario tiene una alta prioridad: **primero**, es claro que hay urgencia de incrementar los volúmenes de producción, ya que el incremento de la demanda en las

próximas dos décadas requerirá más del 50% de la producción actual, frente a una capacidad de respuesta productiva prácticamente estática; **segundo**, en los últimos años se ha experimentado una marcada tendencia al incremento en los precios internacionales de los alimentos, con un incremento en los últimos años de 130%; **tercero**, la producción agrícola (actual) es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, responsable de catástrofes climatológicas como inundaciones y sequías: actualmente se contabilizan cerca de 500 catástrofes climatológicas mundiales, cuando en la década de los ochenta ascendían a 120; **cuarto**, porque las teorías económico- sociales que buscaron las causas de la pobreza, la marginación y polarización social en la dependencia tecnológica, el intercambio desigual, la explotación del capital y el colonialismo interno, no penetraron en las causas ambientales de la pobreza: la destrucción de la base de recursos naturales, el desarraigo de la población de su entorno natural, la disolución de sus identidades colectivas, sus solidaridades sociales y sus prácticas tradicionales (Leff, 2004: 421; Morales, 2014: 152, citando a la FAO, 2007 y 2012).

Gómez, Ruiz y Bravo (S/F), citados por Mena y Ramírez (2014: 162), señalan que el modelo económico moderno (y por ende su sistema de producción agrícola dominante), ha generado efectos relacionados con el deterioro de los recursos naturales, tales como:

- a) Fuertes problemas de erosión en más de la mitad del territorio nacional, que ocasiona la pérdida de capa arable y la decadencia de la productividad de los suelos.
- b) La pérdida de fertilidad natural del suelo, que obliga a los productores a la aplicación creciente de fertilizantes químicos, pero que también acelera el deterioro de la vegetación y la fauna, al bajar la producción natural de nutrientes.

- c) La deforestación de bosques y selvas, con lo que se altera el ciclo del agua y se provocan cambios climáticos graves.
- d) La contaminación y alteración de las condiciones de vida, por ejemplo, de los suelos, agua y aire, por la aplicación intensiva de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, lo que ocasiona el envenenamiento de la vida.
- e) El deterioro de los recursos genéticos, con la consecuente pérdida irreparable de la biodiversidad.

El uso de agroquímicos: fertilizantes, insecticidas, herbicidas, entre otros, de manera indiscriminada y ciclo tras ciclo, provoca serios problemas, que en general son los siguientes: deterioro del suelo, destrucción de la capa de ozono; calentamiento global, entre otros. La aplicación constante de fertilizantes químicos elimina la microfauna del suelo, misma que es esencial para los procesos productivos y su funcionalidad, convirtiendo los suelos en entidades inertes y comprometiendo la capacidad de las plantas para obtener sus nutrientes de esos suelos inertes, haciéndolas dependientes de los fertilizantes químicos para su desarrollo y producción. Al eliminar la microfauna benéfica del suelo se eliminan, primero, su capacidad de retener agua y segundo, los procesos biológicos del mismo, que tiende a hacer ácido el pH del suelo y con ello contribuye al bloqueo de nutrientes disponibles para las plantas; en resumen, crea un desbalance del suelo, haciendo que sea incapaz de sostener la materia vegetal que en él crece, provocando erosión (Mena y Ramírez, 2014: 163).

Los insecticidas que más daño ecológico y a la salud humana han provocado son conocidos como organoclorados (DDT, endrin, dieldrin, lindano, heptacloro, clordano, entre otros), organofosforados (paratión, malatión, etc.), carbámicos o carbamatos (carbofurán, aldicarb, etc.), y otras familias más; todos ellos contribuyen a la destrucción de la capa de ozono, de la microfauna del suelo, a la contaminación del aire y agua, a la creación (indirecta) de nuevas plagas, crean resistencia en

los fitopatógenos (insectos, hongos, bacterias, nemátodos, etc.), persisten en el suelo y mantos freáticos por cientos de años, provocan graves problemas en la salud humana (cáncer, deformaciones congénitas, entre otros). Lo mismo sucede con los herbicidas más comunes que se usan en todo el mundo, basados en los agentes activos como el paraquat, dicuat, glifosato, 2-4D, 2,4,5T, etc., muy relacionados con los problemas al medio ambiente y a la salud humana ya señalados. Un tercer grupo de contaminantes están constituidos por los gases de efecto invernadero, como el bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, cuyos daños al medio ambiente son conocidos (Molina, 1994: 182-191; Navarro, 2013: 57-61).

Así, el desarrollo que ha seguido la humanidad en la última centuria, y particularmente en los últimos 50 años, se ha caracterizado por la devastación y depredación del medio ambiente, generando un caos ecológico y social reales en el planeta, en buena medida generado por afanes desmedidos de lucro, y a que no se consideró, dentro de los costos (de producción generalmente), a los costos ambientales y sociales. Los **costos ambientales** (ecológicos) son los costos externos a la producción agrícola, como la degradación y agotamiento de los recursos naturales en general: deterioro de la biodiversidad vegetal y animal, la contaminación del aire, del suelo y del agua. Algunos de los daños más conocidos son: pérdida de suelo por erosión producto de la mecanización, contaminación y esterilización del suelo por el uso de los agroquímicos, contaminación atmosférica por la emisión de gases de invernadero (principalmente óxido nitroso), contaminación de mantos freáticos, ríos, lagos, estuarios, mares; eutrofización en general, de los cuerpos de agua, particularmente en los mares, como producto de la lixiviación y arrastre de los fertilizantes, que matan la vida de lagos y mares. Mientras que los **costos sociales** se refieren principalmente a la concentración de los recursos productivos y de la riqueza producida en pocas manos, dependencia del mercado, ruptura cultural, etc. (Torres y Muro, 2004: 65; Morales, 2014: 158).

De acuerdo con Asteinza (1990), citado por Gómez (2004: 65), y Mena y Ramírez (2014: 162), los principales **desequilibrios socioeconómicos y ecológicos** que ha provocado el modelo económico actual y su correspondiente modelo agrícola moderno-industrial, son los siguientes:

A) Desequilibrios socioeconómicos:

- a) Tendencia a la concentración de los mejores recursos (de producción) y el capital en pocas manos.
- b) Empobrecimiento de grandes contingentes de trabajadores rurales.
- c) Desplazamiento de trabajadores en algunas áreas (rurales), por la introducción de maquinaria (agroindustrial), sin que se desarrollen alternativas de empleo fuera del sector.
- d) Dependencia de los “paquetes tecnológicos” producidos por las empresas monopólicas transnacionales beneficiarias de los resultados de la “revolución verde”.
- e) Mayor dependencia del mercado, lo que eleva los costos de producción.
- f) Alteraciones y cambios en los patrones de consumo, agravando el problema de la desnutrición.
- g) Alteraciones y cambios en las relaciones y costumbres de convivencia social en el trabajo.

B) Desequilibrios ecológicos.

- a) Fuertes problemas de erosión en más de la mitad del territorio nacional
- b) La pérdida de la fertilidad natural del suelo.
- c) Deforestación de bosques y selvas
- d) Contaminación y alteración de las condiciones de vida, por ejemplo, de los suelos, aguas y del aire, por la aplicación intensiva de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes.
- e) Deterioro de los recursos genéticos. Y
- f) Pérdida de la biodiversidad (y erosión cultural).

Los principales problemas ambientales mundiales que se pueden mencionar, son los siguientes (Enkerlin et al, 1997: 501-502):

- a) Cambio climático. Consiste en el calentamiento global gradual de la atmósfera que, comparado con los ritmos y patrones de la naturaleza, resulta rápido.
- b) Deforestación o pérdida de bosques y selvas. Causada principalmente por la expansión agrícola, el pastoreo excesivo, la tala inmoderada, los incendios y la contaminación.
- c) Agotamiento de la capa de ozono. Refrigerantes fluorocarbonados y que son la principal causa de agotamiento, está incrementando el nivel de radiación que llega a la tierra. Este problema ha sido objeto de una de las reacciones mundiales más satisfactorias que trajeron como resultado la salida del mercado de casi todos los productos que contienen refrigerantes fluorocarbonados.
- d) Pérdida de la biodiversidad (o pérdida de especies). Cada especie representa un potencial que muchas veces desconocemos, hasta que es demasiado tarde, o que tal vez nunca llegamos a conocer, porque si una especie se extingue ya no podremos conocer su potencial. Este efecto ocurre a nivel local pero su repercusión es global.
- e) Contaminación del suelo, del agua y del aire. De origen antropogénico, como la industria, comercio, agricultura, vivienda y transporte.
- f) Erosión o pérdida de los materiales del suelo. Éstos son arrastrados y depositados en otros lugares por la lluvia y los vientos, principalmente.
- g) Desertificación. Proceso de degradación de los terrenos causados por una combinación de sobrepastoreo, erosión del suelo, sequías prolongadas y cambio climático.
- h) Urbanización creciente o con falta de planificación. Lo que agrava la crisis ecológica mundial y el desarrollo, que va desde la contaminación ambiental hasta la falta de viviendas.
- i) Residuos peligrosos. Atentan contra la salud humana y el medio ambiente.

Hacen falta mecanismos adecuados para disponer de los desechos tóxicos (o evitar su producción), tanto los generados por la industria y uso doméstico, como los residuos nucleares y radiactivos.

Pero, asimismo, Enkerlin et al. (1997: 501-502), dicen que los principales problemas ambientales, de acuerdo con la escala de sus impactos, se pueden dividir en dos grandes grupos: problemas globales o mundiales y problemas locales (y) regionales, que se aprecian en la figura 25.

**Figura 25.** Principales problemas mundiales a nivel mundial y regional.



**Fuente:** Enkerlin et al (1997: 501).

Mata (2010: 16-17) menciona una serie de problemas para el agro y el medio rural mexicanos, que confirman la crisis ambiental, social, alimentaria y productiva, que, corriendo el riesgo de parecer repetitivo, se mencionan a continuación:

- a) Pérdida de biodiversidad y destrucción de ecosistemas, y alto grado de deforestación y degradación de servicios ecosistémicos.
- b) Agotamiento de energía fósil.
- c) Suelos erosionados y ensalitrados e inundaciones y sequías más frecuentes.
- d) Limitaciones de agua para la agricultura.
- e) Uso irracional de agroquímicos y de la practicultura. Contaminación de aire, agua y suelo.
- f) Insuficiente producción de alimentos. Dependencia alimentaria y de materias primas para la agroindustria.
- g) Nuevas enfermedades y reaparición de otras ya superadas. Producción de alimentos transgénicos con riesgos para la salud.
- h) Escasa promoción a la agricultura orgánica y ecológica.
- i) Falta de mercado y deficiente comercialización de productos agropecuarios.
- j) Retiro de subsidios y apoyos a la agricultura campesina.
- k) Promoción e impulso de la tecnología de punta (biotecnología, robótica y nanotecnología) y poco conocimiento de sus efectos e impactos.
- l) Pobreza extrema con alta y muy alta marginación.
- m) Abandono del campo por personas de edad productiva. Gran concentración de la población en las ciudades. Y altas tasas de migración hacia Estados Unidos de Norteamérica.
- n) Falta de alternativas ante el “rebote” migratorio.
- o) Pérdida de la cultura propia e incrementos de procesos de aculturación.
- p) Criminalización de las luchas y los movimientos sociales de los campesinos y sus organizaciones.
- q) Eliminación de la formación humanística en el nivel medio superior y superior.
- r) La currícula universitaria de las escuelas y facultades de agronomía no se han actualizado conforme a los cambios científicos,

tecnológicos y educativos de la sociedad actual. Y limitada vinculación universitaria con el sector productivo.

- s) Imposición de procesos de acreditación y certificación académica.
- t) Escasa oferta de trabajo para los agrónomos en general.
- u) Mantenimiento de la separación sociedad-naturaleza.
- v) Calentamiento global y cambio climático.

Por su parte, la SEMARNAT (2007: 5) señala los grandes cambios ambientales en el mundo y en México que han ocurrido en las últimas décadas:

### **En el mundo:**

- a) Las cubiertas forestales se han reducido entre 20 y 50% de su extensión original.
- b) La mitad de los humedales del mundo han desaparecido en tan solo en el último siglo.
- c) Cerca del 70% de los bancos de las especies de peces comerciales más importantes están sobreexplotados o capturados a su nivel máximo sostenible.
- d) En los últimos cincuenta años, la degradación del suelo ha afectado cerca de 66% del total de las tierras agrícolas del planeta. Alrededor de 25 mil millones de toneladas de suelo fértil se pierden cada año en el mundo.
- e) La tierra experimenta la sexta extinción de especies más importante de su historia asociada a la expansión y desarrollo de los seres humanos.
- f) Las presas y otras obras de infraestructura han fragmentado cerca de 60% de los sistemas fluviales del mundo.

### **En México:**

- a) Se ha perdido cerca de 37% de la cubierta forestal nacional.
- b) Más de 80% de las pesquerías nacionales han alcanzado su aprovechamiento máximo.

- c) Cerca de 45% de los suelos presenta algún tipo de degradación causada por el hombre.
- d) Dos mil quinientas ochenta y tres especies, entre plantas y animales, están consideradas dentro alguna categoría de riesgo.

Por otro lado, Giraldo (2018: 60-65), Novoa (2019: 123-125) y Cáceres (2018: 31-32), sostienen que el calentamiento global, la destrucción de la biodiversidad, la reestructuración geológica, la contaminación del agua, la pérdida de fertilidad de los suelos, la acidificación de los océanos, la deforestación, la modificación de los flujos biogeoquímicos, entre otros problemas ambientales, están íntimamente ligados al modelo económico dominante, basado en una agricultura industrial, que al final llevará al socavamiento de las dos fuentes de riqueza: la tierra y el hombre. El modelo agroindustrial vigente es responsable de la destrucción de más de 230 millones de hectáreas de bosque, principalmente en la Amazonia, el Bosque Atlántico y Gran Chaco, el Cerrado brasileño, el Choco Darién, la Cuenca del Congo, el Gran Mekong, Nueva Guinea, Sumatra, entre otros, sólo para homogenizar el uso del suelo a través de los cultivos de palma de aceite y soya. Además, es el responsable del consumo del 70 % del agua a nivel mundial, que ha duplicado en los últimos cincuenta años al mismo tiempo que aumenta la contaminación de las fuentes hídricas, que afecta al 40 % de la población mundial. Estos mismos autores citados en el párrafo anterior, dicen que el modelo agroindustrial ha aumentado el uso de nitrógeno sintético, responsable de la reducción del humus y microbiota del suelo, así como del aumento de la acidez del mismo. Mientras que el aumento en el uso del fósforo está provocando mayor acumulación en los suelos agrícolas, causando eutroficación en ríos, lagos y costas oceánicas. Pero el peor efecto de los fertilizantes sobre el ambiente es la emisión de óxido nitroso, un gas

implicado en la destrucción de la capa de ozono y en el calentamiento global. Los pesticidas también suponen una amenaza la productividad del sistema, ya que el 75 % de los cultivos más importantes dependen de polinizadores bióticos, los cuales están seriamente afectados por el creciente uso de insecticidas; se calcula que existen más de 20 mil especies de polinizadores, muchas de ellas amenazadas por el uso de pesticidas. El caso de la dramática disminución de poblaciones de abejas en Estados Unidos, , el sureste de México y Europa, y su relación con el uso de pesticidas y siembra de cultivos genéticamente modificados, es sólo una clara muestra de la capacidad autodestructiva del mismo sistema.

Otro de los problemas que apuntan en esta misma dirección es el impacto de nuestra sociedad en el medio ambiente, para lo cual se han propuesto diversas maneras para “medirlo”, como el Índice del Planeta Viviente (IPV), el Índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI, por sus siglas en inglés), y la más conocida llamada **huella ecológica** (carga apropiada); este último concepto se basa en que los seres humanos, al igual que las plantas y animales con los que habitamos el planeta, necesitamos de alimentos, energía y agua para vivir. Para obtener los vegetales, las frutas y la carne, así como las fibras, la madera y la energía eléctrica, necesitamos de un “pedacito” de la naturaleza, es decir, de una superficie que nos permita producirlos. De esta manera, requerimos de muchas hectáreas de suelos para destinarlos a la agricultura, otras tantas de bosques para extraer la madera y una gran superficie para captar y almacenar el agua que sirve a las hidroeléctricas para generar la electricidad, así como de minas para extraer el carbón y otros minerales indispensables en la industria moderna. A ello debemos sumar la superficie necesaria para absorber nuestros desechos, como el bióxido de carbono que se produce por la quema de combustibles fósiles. **Toda esa superficie es nuestra huella ecológica.**

Puesto en palabras sencillas, la **huella ecológica** es la superficie necesaria -tanto terrestre como marítima- para producir los alimentos y las otras materias primas que requerimos, así como para absorber nuestros deshechos, generar la energía que consumimos y proveer del espacio para caminos, edificios y otro tipo de infraestructura. Se estima que los países desarrollados, por sus mayores necesidades, tienen huellas ecológicas mayores que los países en desarrollo y subdesarrollados: la huella ecológica mundial en 2003 fue de 2.2 ha, pero nuestro planeta sólo era capaz de otorgar a cada uno de sus habitantes cerca de 1.8 ha (SEMARNAT, 2007: 7).

La huella ecológica permite estimar el deterioro ecológico de las naciones y del planeta. Este indicador hace referencia a la demanda de la población de un país sobre los ecosistemas, medida en términos de superficie utilizada para la producción de alimentos, infraestructura y asentamientos humanos, así como la requerida para absorber el bióxido de carbono liberada en la quema de combustibles; en otras palabras, se refiere al área de terreno requerida para proporcionar los recursos necesarios y asimilar los deshechos de un grupo determinado de personas (un hogar, ciudad o país), y que puede ser calculada; o la cantidad de tierra que se requeriría en este planeta para satisfacer nuestro estilo de vida, para siempre. Esta superficie se relaciona con la **biocapacidad**, que es la disponibilidad con que cuenta ese país de tierras agrícolas, praderas, bosques y zonas pesqueras para satisfacer las necesidades de la población. De acuerdo con la World Wildlife Foundation (2012), en 2008 la huella ecológica de la humanidad fue de 18,200 millones de ha (usando el concepto de hectárea global, la cual toma en cuenta la productividad y la capacidad de absorción de los deshechos del planeta, sin importar como esté ocupada y donde se encuentre), lo que significa una huella per cápita de 2.7 ha; por otro lado, la biocapacidad del planeta fue de 12,000 millones de ha y de 1.78 ha per

cápita. El déficit mundial es de 6,000 millones de ha y de 0.9 ha per cápita. Lo anterior significa que tenemos una sobreexplotación de los recursos de 50%; de seguir esta tendencia, se estima que para 2050 requeriremos tres planetas más para sobrevivir. De aquí que, existen países con “crédito” natural o ecocrédito (superávit), es decir, países cuya superficie que requieren para satisfacer las necesidades de su población es menor que la que poseen; y países con “déficit”, es decir, países cuya superficie que requieren para mantener a su población es mayor que la que poseen, México entre ellos (SEMARNAT, 2007: 7; Wackernagel, 2004: 82; Informe Planeta Vivo, WWF, 2012, citado por Morales, 2014: 159).

México tiene, en 2004, una población de 97 millones de personas, o bien, dos hectáreas por persona, y por nuestra capacidad de consumo requerimos una huella ecológica de 2.3 ha, es decir, más tierra de las que tenemos para alimentación, productos forestales y energía (en promedio 160 millones de ha dedicadas a la agricultura, ganadería, agroforestería y para producir energía); lo que significa que los asentamientos humanos no afectan solamente el área en que se encuentran construidos (Wackernagel, 2004: 84). Actualmente, en el 2019, somos cerca de 130 millones de mexicanos, con lo que hemos aumentado la presión por unidad de superficie (ha) sobre las tierras mexicanas. Lo anterior es el reflejo de la poca atención y estimación que como humanidad hemos tenido con los recursos naturales, y en general, por los problemas ecológicos y sociales generados por sistemas productivos verdaderamente devastadores y depredadores.

En México, el problema alimentario se ha venido agudizando en el último periodo, dependiendo cada vez más del exterior para cubrir la demanda de la población. Según la FAO, México requiere del exterior el 43% de los alimentos que consume, lo que significa una alta dependencia

alimentaria, ya que el mismo organismo internacional, recomienda que cada país debe tener capacidad de producción para cubrir mínimo el 75% del abasto alimentario requerido. En términos per cápita, esta dependencia hace que México ocupe el segundo lugar como importador de alimentos en el mundo (FAO, 2013.). Por otro lado, en México, la actividad agropecuaria, en términos de valor, tiene una participación marginal con respecto al conjunto de la economía, mientras que dicha participación en agotamiento y deterioro es altamente participativa: en términos del PIB, la actividad agropecuaria apenas participa con el 3% del PIB nacional, mientras que en términos de agotamiento y deterioro ambiental llega al 15%. Y el deterioro ecológico se ha venido acelerando de manera alarmante en los últimos años: en 1961, la huella ecológica por persona era de 1.7 ha, mientras que la biocapacidad era dos veces superior, 3.4 ha; para 2008 la situación cambió radicalmente, la huella se incrementó a 3.3 ha y la biocapacidad descendió a sólo 1.4 ha; es decir, en menos de 50 años se pasó de un superávit de 1.7 ha a un déficit de 1.9 ha: el déficit que tenemos en México para mantener nuestro actual sistema de producción y satisfacer nuestras necesidades, es del doble del que se tiene a nivel mundial, de 0.9 ha (WWF, 2012; SEMARNAT, 2013; citados por Morales, 2014: 162).

Por último (por la enorme amplitud del tema), cabe mencionar como límites de la producción agrícola moderna, los usos del espacio y tiempo en los procesos productivos. Anteriormente, en el apartado 3.2.1, se hace énfasis en la importancia de la combinación del espacio, el tiempo y la tecnología en los procesos de producción agrícola, destacando la importancia de potenciarlos (rotación, asociación, sucesión y uso vertical del espacio) para obtener mayor producción y productividad por unidad de superficie (ha), por unidad de tiempo (anual) y por

el tipo de tecnología utilizada. Pues bien, los sistemas de producción industriales, como también ya se discutió, privilegia los monocultivos, en su versión de unicultivo, en grandes superficies, al contrario de otras agriculturas alternativas (orgánica, agroecológica, etc.), que ejecutan diferentes combinaciones para redimensionar los rendimientos físicos y las diferentes productividades del capital, de la tierra, del agua, y de los otros recursos de la producción, como también ya se ha discutido antes; pero también por la capacidad fotosintética de las plantas (tienen límites para aprovechar la luz solar y realizar la fotosíntesis) para producir los compuestos orgánicos que al final se convierten en materia vegetal, en alimento para todos los organismos heterotróficos, y esta limitante se acrecienta con el establecimiento de los monocultivos.

Como especie de resumen, se pueden enumerar los principales límites de la producción agrícola moderna o industrial, como sigue:

- a) Por su visión productiva en términos energéticos basados en el petróleo, y en términos económicos, sin considerar los otros componentes de los sistemas agrícolas o agroecosistemas.
- b) Por ser un modelo depredador y devastador del medio ambiente.
- c) Porque provoca serios problemas de salinización y acidificación del suelo, principal medio de producción agrícola.
- d) Por ser un gran contaminador del medio ambiente, de los alimentos y de la salud humana.
- e) Por sus efectos secundarios de seria contaminación ambiental, a la salud humana y otros recursos naturales, por sus métodos de control de plagas y enfermedades, a través de agroquímicos que son altamente resistentes y persistentes en la naturaleza.
- f) Porque no toma en cuenta las condiciones ecológicas, tecnológicas y socioeconómicas de la mayoría de los productores, sobre todo los de subsistencia, provocando dependencia de insumos y tecnología externos.

- g) Porque establece, junto con el sistema económico dominante, una relación de intercambio desigual, no sólo en la cantidad y calidad en la distribución de los recursos productivos, sino también en la distribución de la riqueza material e inmaterial (en general, cultura)) generada.
- h) Por los límites en los rendimientos físicos de plantas y animales utilizados, y los arreglos topológicos en espacio y tiempo.

### 3.3.2. Los principales recursos naturales de México.

Aunque ya en el capítulo dos, cuando se habla de Mesoamérica, se mencionó algo de este tema, brevemente aquí se hará una reflexión sobre el concepto de recursos, su clasificación y una reseña de los principales recursos naturales de nuestro país, para tratar de discutir la necesidad de un cambio en el paradigma dominante en la agricultura mexicana: el modelo occidental basado en la revolución verde, con la promoción de la agricultura industrial.

En término **recurso** proviene del vocablo latín *recursus* (“acción de acudir a una persona o cosa), en el entendido que se acude a “alguien” con el fin de obtener algún beneficio o satisfactor de tal acción. Un recurso es cualquier cosa que se obtiene del medio, ya sea biótico o abiótico, para satisfacer las necesidades o deseos humanos. En el sentido más amplio, recurso es cualquier objeto, material o producto de uso para la sociedad: el concepto es completamente antropocéntrico, y va cambiando su conceptualización conforme avanzamos en el desarrollo histórico, por ejemplo, en el campo de la energía, la madera fue reemplazada por el carbón, y el carbón por el petróleo, pero el cambio no ha sido universal y algunos grupos humanos aún dependen de la madera como su fuente principal de energía (Bremer y Enkerlin, 1997: 201; Granados y Vázquez, 2010: 31).

El concepto de recurso no está definido per se, sino que depende en gran medida del nivel y amplitud cultural de los grupos humanos involucrados en su definición, por lo que Zimmermann (1951) señala que “el conocimiento es en verdad el creador de todos los recursos y que en buena parte estos son creaciones del hombre”, mientras que Parra (1984) dice que “cualquier parte de la naturaleza se convierte en un recurso cuando la sociedad: le encuentra un uso, descubre la manera de hacerlo disponible, desarrolla los medios para emplearlo y aplica la fuerza de trabajo necesaria para obtenerlo. A través de la historia de un grupo social, un mismo elemento de la naturaleza puede ser solo una condición ambiental, luego un recurso potencial, después un recurso efectivamente explotado, para luego agotarse o destruirse si no se maneja adecuadamente (citados por Cuevas, 1988: 111-112). En el caso de las plantas verdes (y después de animales silvestres y domésticos), el hombre como ser heterótrofo se ha visto desde sus orígenes, en la necesidad de recurrir a éstos de manera cotidiana como el medio básico para la satisfacción de sus necesidades más elementales, a saber: alimento, vestido, vivienda y medicinas (Cuevas, 1988: 111).

El concepto de recurso es **dinámico**, por **dos factores básicos**: **el primero** es el desarrollo científico-tecnológico a través del descubrimiento de nuevas características de los elementos presentes en el sistema natural, y la invención y aceptación de nuevos procesos para su extracción y procesamiento; **el segundo** es la adopción de nuevos hábitos de consumo y necesidades sociales que determinan nuevas demandas sobre los elementos naturales. La historia de la explotación de los recursos es en realidad una historia de descubrimientos continuos, desde los utensilios de pedernal y obsidiana, hasta el rayo láser de nuestros días. El fuego representó un descubrimiento trascendental, ya que el hombre pudo controlar la energía

calórica de la madera, de los combustibles fósiles o, en la actualidad, de la fisión nuclear. Aún más decisivos fueron la invención de la agricultura y la domesticación de animales, que con el tiempo posibilitaron el control de casi todos los procesos biológicos terrestres, así como una intervención amplia en la biología (y aprovechamiento económico) de mares y océanos, por lo que “los recursos naturales de una nación no son estáticos sino dinámicos, es decir, se van conociendo, ampliando y utilizando (...), de acuerdo a la etapa de desarrollo económico, social y técnico en que dicha sociedad se encuentre” (Bassols, 1979, citado por Cuevas, 1988: 112). De esta manera, la tecnología (otra invención humana) incorpora el sistema natural y sus recursos al sistema económico en la medida que permite su uso y, por lo tanto, la asignación de un valor. La concepción de los recursos naturales como existencia (de valor) es discutible: su valor depende de la situación científica-tecnológica en un determinado momento, más que de su existencia física en sí; de hecho, lo que se da es un flujo de recursos regulado por la dinámica de los fenómenos naturales, el cual determina el tiempo de reproducción y formación de ciertos elementos necesarios al consumo. Por la dinámica del sistema social, su capacidad de “crear” nuevos recursos origina la obsolescencia de otros y la búsqueda del sustituto adecuado, cuando la existencia de algún producto o de algún material enfrenta situaciones críticas de abastecimiento. Con el flujo de recursos naturales-materiales cabe destacar diversos aspectos: **primero**, las posibilidades y conveniencia de aumentar la eficiencia en el uso de recursos y materiales, lo que tiene dos resultados positivos, reduce la cantidad de recursos y materiales por unidad final de producción, así como los residuos descargados en el ambiente natural; y **segundo**, los residuos son materiales que pueden usarse para otros fines del proceso productivo, o simplemente reutilizarse en procesos similares (Granados y Vázquez, 2010: 32-33).

De esta manera, se entiende que **recurso** es un concepto antropocéntrico, es decir, cultural, social y económico: los elementos del sistema natural son considerados recursos sólo en relación con una sociedad específica. En determinado momento histórico, define un marco económico, una capacidad tecnológica, una forma institucional y organizativa, que permite su explotación, distribución y consumo; otro aspecto es que, el flujo de materiales originado en el sistema natural, en cierta medida vuelve a él bajo la forma de residuos, contaminantes, deshechos, etc. De aquí que, el concepto de recurso natural sea dinámico cronológica y espacialmente, e históricamente determinado (Anderson, 1988; Carabias, 1993, citado por Granados y Vázquez, 2010: 34, 62).

Los factores que integran el llamado “medio natural” se han creado a través de una evolución -ora tranquila, paulatina, acumulativa de elementos cuantitativos, ora violenta, transformadora de la antigua expresión en una nueva, por lo que toca al sentido cualitativo-, de todas las cosas y ese proceso comenzó mucho antes de que el hombre apareciera sobre la tierra, etapa desde la cual éste ha venido influyendo en creciente medida sobre la propia naturaleza y creando el “medio geográfico” actual, sin que por ello pueda controlarla ya a su arbitrio. En el seno de las fuerzas naturales como en el de todas las cosas del universo, actúan las leyes dialécticas de la acción y del movimiento, entre ellas en lugar principal la lucha de los opuestos o contrarios, o sea, la eterna “pugna” entre lo positivo y lo negativo, entre el nacimiento de un árbol y su muerte, entre el nacimiento de una montaña y la erosión que la ataca, entre la creación y destrucción, que son fenómenos inherentes al proceso evolutivo: la evolución es siempre paulatina y al mismo tiempo es siempre violenta; así como hace millones de años actuaron y continúan actuando simultáneamente muy diversos fenómenos (temperaturas, presiones, combinaciones

químicas, etc.) para ir formando poco a poco las realidades naturales de hoy, así también -ya que el proceso no termina nunca y sólo cambia en su expresión externa- la naturaleza se nos presenta como un todo, como un conjunto de fenómenos que el hombre va conociendo cada vez mejor y con mayor profundidad, analizando sus leyes y descubriendo sus efectos. El proceso de conocimiento del universo es igualmente una ruta eterna, que no acabará sino cuando -dijo F. Engels- la humanidad deje a su vez de existir. Así, para fines de estudio y comprensión, el hombre ha organizado al medio natural en diferentes grupos o componentes, factores que actúan simultáneamente y cada uno ejerce una influencia directa o indirecta sobre los demás, como los siguientes (Bassols, 1991: 20-21).

- a) El relieve: montañas, valles, depresiones y llanuras, útiles o no al hombre en su vida y economía.
- b) Todo tipo de minerales, que son producto de la evolución geológica.
- c) Los climas, que encierran fenómenos diversos, desde los rayos del sol, las presiones y temperaturas, hasta los vientos y precipitaciones pluviales en un periodo dado de tiempo.
- d) Las aguas que yacen en el subsuelo, que se encuentran en los pantanos y se mueven en los ríos, que forman lagos y mares.
- e) La capa exterior de la corteza, o sea el suelo, donde se desarrolla la vegetación.
- f) El propio mundo vegetal: plantas herbáceas, arbustos y pastos, árboles aislados y bosques.
- g) Los animales terrestres y acuáticos.

Ahora bien, la expresión **recursos naturales** se refiere a la provisión de alimentos, materiales para la construcción y vestimenta, minerales, agua y energía que tomamos de la Tierra (la Naturaleza), las cuales se necesitan para mantener la vida y nuestra compleja civilización; un

recurso natural es algo útil y valioso en el estado en que se encuentre: en su estado natural puede ser un insumo para el proceso de producción, o bien puede ir directamente al proceso de consumo. Las Naciones Unidas **han definido los recursos naturales** como aquellos que encuentra el hombre en su ambiente natural y puede en alguna forma utilizar en beneficio propio, definición que tiene tres elementos más o menos comunes a otros conceptos: **primero**, el hecho de que son parte o se obtienen a partir de un sistema natural; **segundo**, que satisfacen necesidades; y **tercero**, que enfatizan el carácter pasivo de la disponibilidad de recursos naturales, ignorando el proceso activo de apropiación y transformación de tales recursos, a través de la aplicación del conocimiento científico (Simmons, 1989; Dovers y Handmer, 1993). Los **recursos naturales** también son definidos como “aquellos medios de subsistencia de las gentes, que obtienen directamente de la naturaleza” (Bassols, 2006), o “cualquier cosa que obtenemos del ambiente vivo y del no vivo para satisfacer nuestras necesidades y deseos” (Miller, 2004). Algunos ejemplos de recursos naturales son: suelo, agua, aire, plantas, animales, etc. (Bassols, 1991: 18; y citados por Granados y Vázquez, 2010: 31-32).

La clasificación de los recursos naturales es un tanto diversa. En este documento se mencionarán las más comunes, con el deseo de que se profundice en este conocimiento y en la literatura especializada. De manera general, Zimmerman (1951), le da un **enfoque funcional** a los recursos, al mencionar que un recurso no se refiere a una cosa o sustancia sino a la **función** que una cosa o sustancia puede realizar: describe que ninguna parte de la naturaleza tiene propiedades intrínsecas, ya sean físicas o químicas, que lo hagan un recurso, sino que cualquier parte (de la naturaleza) puede convertirse en un recurso cuando se le percibe con una utilidad o valor, y que las artes y fines de las mismas son tan numerosas

que se hace difícil enfocarlos de manera general, y lo más simple de presentar esta multiplicidad parece ser la **clasificación funcional**, que se puede hacer en dos grupos principales: el **primero**, las artes que hacen más efectivos los esfuerzos productivos del hombre, y favorecer el ahorro de energía humana; en general, en este grupo incluye las artes para mejorar la salud y prolongar la vida, para mejorar la actuación del individuo, y aquellas que de forma indirecta aumentan la eficiencia de la actividad humana (medios de transporte, mejores relaciones sociales, aumento del acervo cultural del hombre, entre otras). Y el **segundo**, las artes que transforman el medio ambiente, haciendo la naturaleza más apropiada para estos esfuerzos productivos y sus tratos con el hombre; incluye aquí a las siguientes: maneras y medios de aumentar el suministro de la materia y energía utilizables, las formas y métodos para cambiar la forma de la materia y la energía para hacerla utilizable, y las que permiten que la materia y energía sean móviles o que permitan su movilidad.

En ambos casos, los fines son los mismos, es decir, la total satisfacción de las necesidades de los humanos o bien la consecución más completa de los objetivos sociales.

Esta clasificación funcional de las artes puede ser de ayuda para apreciar la diversidad y multiplicidad de las formas y medios, gracias a los cuales ha avanzado la civilización. Incluye tanto las artes tecnológicas como las institucionales, que representan el producto de milenios de labor paciente y debe contemplarse, no como los restos de un conquistador victorioso, sino como el resultado de un proceso lento y evolutivo de adaptación (Zimmerman, 1951, citado por Granados y Vázquez, 2010: 41-43).

Una segunda clasificación divide los recursos naturales en **renovables, no renovables y de flujo**. La diferencia fundamental estriba en el tiempo que necesitan para formarse, y cuando se respeta su índice de

recuperación. Por ejemplo, un campo de forraje podemos segarlos varias veces al año sin perjuicio de seguir haciendo lo mismo durante otros años más: **es un recurso renovable**; por el contrario, los minerales, el carbón y el petróleo, son considerados **recursos no renovables**, porque han tardado millones de años en formarse y porque existe la posibilidad de que se agoten, y cuya renovación ocurre solo por procesos geológicos, físicos y químicos que tienen lugar a través de cientos, miles o millones de años.

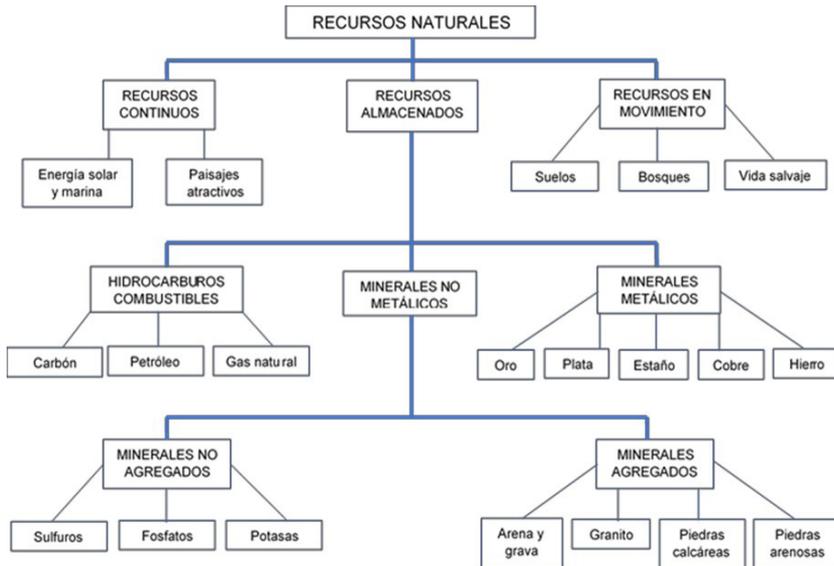
A la mitad, entre los recursos renovables y los no renovables, existen algunos elementos ambientales que son capaces de regenerarse en un plazo de tiempo razonable: suelos, bosques y bancos de peces, cada uno con ciclos vitales diferentes, y que actualmente reciben mucha atención, por su importancia social, económica y ecológica. Los recursos de **flujo** son aquellos cuya disponibilidad no se ve afectada, aunque si se contaminan, independientemente de que se utilicen o se les deje fluir, como la energía solar, el agua y los vientos, entre otros (Bremer y Enkerlin, 1997: 201-202; Granados y Vázquez, 2010: 44).

Sin presentar otras clasificaciones, se aprecia una clasificación de los recursos naturales en la figura 26, ya sean estos escasos o abundantes, globales o locales, no renovables o renovables; pero la forma más común para dividirlos es en renovables y no renovables, también etiquetados como de corriente o flujo y los de almacén, respectivamente. La energía solar y el poder hidráulico son ejemplos de recursos de flujo, los cuales se encuentran siempre disponibles, por lo menos en toda la escala de vida humana, en forma continua. Estos recursos son definidos en ocasiones como perpetuos a excepción de otros recursos de flujo, como el suelo y los bosques, que son considerados como potencialmente renovables.

Los ejemplos más obvios de recursos de almacén son los combustibles fósiles, el carbón, los aceites minerales y el gas natural. Estos

materiales solo están disponibles en cantidades limitadas y desde el punto de vista humano no son renovables; en cierto sentido, estos representan un recurso de flujo (como la energía solar), que ha sido almacenado durante periodos geológicos de tiempo (Ludevid, 1997, citado por Granados y Vázquez, 2010: 44-45).

**Figura 26.** Representación gráfica de los tipos de recursos naturales.



**Fuente:** Ludevid (1997), citado por Granados y Vázquez (2010: 45).

- a) Su posición geográfica privilegiada en el planeta, ya que el Trópico de Cáncer atraviesa su territorio determinando la presencia de zonas áridas, templadas y tropicales.
- b) Derivado de lo anterior, el país se ubica en la confluencia de dos regiones biogeográficas del mundo, casi “cortado” por la línea imaginaria del Trópico de Cáncer: la neártica (extremo o inicio

del norte del continente americano, la templada y desértica del norte) y la neotropical (extremo o inicio del sur del continente americano, la tropical del sur), que le dan una combinación de ambos tipos de especies: de climas fríos y tropicales.

- c) El ser bañado en dos tercios de su contorno por dos océanos (Atlántico y Pacífico), que proporcionan importantes recursos acuáticos, con más de 9,900 kilómetros de litoral, miles de kilómetros cuadrados de superficie de cuerpos de agua interiores y 400,000 kilómetros cuadrados de plataforma continental (citando a Tamayo, 1990).
- d) Su forma angosta y alargada, con penínsulas e islas, lo que acentúa el efecto de lo dicho en el inciso b).
- e) Su relieve característico y variación altitudinal.

En cuanto a su **diversidad orográfica**, México es un país montañoso por excelencia, lo que resulta determinante para la conformación de su ambiente natural; su relieve es accidentado en 65% del territorio y apenas 5% del mismo está constituido por áreas planas. Su variación altitudinal se distribuye desde el nivel del mar, llegando a superar los 2,000 msnm en los puntos más altos de la Sierra Madre Oriental y Occidental, y más de los 5,000 metros de altitud en la cima de las montañas más altas como el Pico de Orizaba, el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl (5, 747 msnm en el Pico de Orizaba), estableciendo un gradiente altitudinal de temperaturas y predominio de lluvias orográficas. De esta manera, en un planeta cuya elevación promedio de la superficie terrestre es de 800 msnm, la topografía mexicana se presenta como una de las más desiguales, donde las llanuras costeras dan paso a las grandes elevaciones de las cordilleras y sierras que se complementan con extensas planicies en el centro y sur del país. El área cultivable se estima en alrededor del 17%, por lo que propiamente México no es de potencial agrícola, como tal vez debería ser forestal o pesquero (citando a Tamayo, 1990, y CONABIO, 1988, Durand y Neyra, 2010: 17; Bassols, 1991: 59).

El **clima** es un elemento del medio físico que tiene fundamental importancia sobre la tierra y la vida que en ella existe. El clima tiene un papel relevante en la modelación del relieve, determina la distribución de los ecosistemas e influye sobre las actividades económicas de las sociedades. En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud, la latitud y la distribución existente de tierra y agua, por mencionar algunos. El país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales, de manera muy general de acuerdo con García (1988) y SEMARNAT (2010: 76; 2013: 41), pueden clasificarse, de acuerdo con la temperatura, en cuatro grandes grupos: cálidos, templados, secos y fríos; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en húmedo, subhúmedo y seco (SEMARNAT, 2010: 76).

Existen en nuestro país, especialmente en su mitad septentrional, amplias regiones con **climas muy secos** que cubren alrededor del 30% del territorio nacional y climas secos que cubren el 21%. En estas zonas la cantidad de lluvia fluctúa entre 300 y 500 mm, pero existen zonas que registran menos de 200 mm anuales. Los **climas secos** y semisecos se caracterizan por una precipitación media anual de 300 a 600 mm, tiene dos variantes: la caliente con temperatura media anual superior a 18 °C y la fría, cuando es menor. La primera se presenta en el noreste de la Altiplanicie Septentrional, norte de la Sierra Madre Occidental y la mayor parte de la Planicie Costera Tamaulipeca, la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, la franja central del Nudo Mixteco, la parte occidental de la Sierra Madre de Oaxaca y la vertiente de la Sierra de San Lorenzo, en la Península de Baja California; el extremo noroeste de la península de Yucatán y en las partes más bajas de las cuencas de los ríos Balsas, Lerma-Chapala y San Pedro Mezquital, principalmente.

Dentro de la **variante fría** se encuentran el noroeste de la Sierra Madre Oriental, la porción alta de la sierra de Durango a San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, los llanos de Apan, valle de Puebla, Valsequillo, valle de Oaxaca y el declive occidental de la Sierra Madre Oriental. El **clima muy seco** registra temperaturas en promedio de 18 a 22 °C, con casos extremos, de más de 26 °C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio. También este tipo de climas presenta dos variantes. La **variante caliente** cubre el centro y norte de la Altiplanicie Septentrional, desde la frontera internacional hasta encontrar la región de El Salado, las tierras bajas de la planicie costera del noreste del paralelo 24° N a la frontera internacional, así como la mayor parte de la península de Baja California. La **variante fría** se localiza en la misma Baja California en tierras bajas y la región noroeste de la Altiplanicie Septentrional, que colinda con Estados Unidos. En contraste, hacia el sur dominan los **climas cálidos**, se subdividen en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero de ellos ocupa el 7% del territorio nacional, en él se registran precipitaciones entre 2000 a 4000 mm anuales. Por su parte, el clima cálido subhúmedo se encuentra en el 28% del país; con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales. Ambos climas se caracterizan por temperaturas que oscilan entre 22 y 26 °C anuales. Estos climas se extienden a lo largo de las vertientes mexicanas de ambos mares. En la del Pacífico desde el paralelo 24° hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 a 1000 m. Por el lado del Golfo de México comprenden desde el paralelo 25° hacia el sur a lo largo de la llanura costera y de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental y de las montañas del norte de Chiapas, se encuentran también en la mayor parte de la península de Yucatán, así como en algunas zonas interiores, tales como la Cuenca del Balsas y la

Depresión Central de Chiapas en donde se extienden hasta una altitud de 1300 m (SEMARNAT, 2010: 76).

Los **climas templados** se caracterizan por poseer una temperatura media anual superior a 12 °C, pero inferior a 18 °C; al tiempo que su precipitación oscila entre 600 y 1500 mm anuales, se localizan en la mayor parte de las montañas del centro y sur del país, y en la porción sur de la Altiplanicie Mexicana, también se encuentran en las porciones norte y central de la Sierra Madre Occidental y norte de la Oriental, Sierra de Chiapas, en el Sistema Volcánico Transversal y en la parte sur de la mesa central. El **clima frío** cubre cerca del 0.05% de la superficie del país, la temperatura media anual oscila entre -2 y 5 °C, se encuentra en pequeñas áreas correspondientes a las mayores elevaciones del país, donde la nieve permanece todo el año, como la cima del Popocatepetl y el Nevado de Toluca (SEMARNAT, 2010: 76).

Por su **diversidad climática**, como resultado de su variación altitudinal, longitudinal, su posición entre dos océanos, su forma y la ubicación de sus cadenas montañosas, en México se presentan cuatro de las cinco zonas climáticas fundamentales (A, B, C, D y E) definidas por Köppen para todo el planeta, en apenas en un área que comprende tan solo el 1.3% del total mundial (Durand y Neyra, 2010: 17), predominando las tres primeras en las siguientes regiones: en el sur y sudeste predominan los climas A (tropical de sabana, bosque y selva); desde el extremo norte hasta el paralelo 23 N predominan climas B (áridos y semiáridos); y en la Sierra Madre y demás sistemas montañosos, los climas C (templados). El último cálculo conocido sobre la clasificación de los climas mexicanos (de acuerdo con el sistema Thornthwaite), en 1986, es el que se presenta en el cuadro 6 (Bassols, 1991: 126):

**Cuadro 6.** Tipo de climas, superficie y porcentaje en la República Mexicana.

Tipo	Superficie (km cuadrados)	Porcentaje
Cálido húmedo	94, 465	4.8
Cálido subhúmedo	448, 660	23.0
Templado	452, 003	23.1
Seco	552, 700	28.3
Muy seco	405, 300	20.8
TOTAL	1, 953, 128	100.0

Fuente: Agenda Estadística, 1986, INEGI, 1987, citados por Bassols (1991: 126).

SENARNAT (2013: 41) reporta los siguientes datos sobre los climas en México y su distribución nacional: los climas cálidos representan el 25.90 %, los climas templados el 23.01 %, los climas secos el 51.08 % y los fríos el 0.01 %, en una superficie nacional de 1 964 375 km<sup>2</sup>.

Por su **diversidad de suelos**: la variación de factores geológicos, climáticos y orográficos de México, se refleja en una amplia diversidad de suelos; más de 80% de las unidades definidas en el sistema FAO (S/F; SEMRNAT, 2013: 42), desarrollado para clasificar a los suelos del mundo, se presentan en el país, predominando los **leptosoles, regosoles, phaeozem y calcisoles**, que cubren aproximadamente el 60% del territorio nacional. Los leptosoles (27.4 %) son suelos superficiales sobre roca dura o material calcáreo, con poca arcilla; los regosoles (13.9 %) son derivados de depósitos recientes, con texturas medias y buena conductividad hidráulica, pero también de relativa baja productividad; la acumulación de bicarbonato de calcio ha sido el proceso de formación de suelo dominante en los calcisoles (10.0 %); y finalmente, los phaeozem son suelos con alto contenido de materia orgánica, buenos para la agricultura siempre que tengan agua, mismos que se presentan en zonas áridas y semiáridas. De esta somera descripción se infiere que, en

general, los cuatro suelos dominantes en México son de bajo potencial productivo (Becerra, 2010: 19).

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal natural y gran parte de las actividades humanas; también se puede definir como la capa exterior de la corteza terrestre, formada por minerales, materia orgánica, agua, aire y microorganismos, en donde se establecen, crecen y viven las plantas, los animales y los seres humanos.

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores del ambiente: clima, material parental o tipo de roca, vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. El suelo está formado por horizontes y/o capas con características particulares que denotan las características y origen del suelo. En México, para clasificar los suelos, se ha adoptado el sistema de clasificación mundial llamado “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo” (FAO-ISRIC-ISSS, 2006). Dicho sistema toma en cuenta las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de un suelo determinado y las clasifica de acuerdo con el grado de desarrollo del mismo.

El grado en que cada una de las características resultantes de la acción de los factores formadores del suelo se manifiesta en los horizontes y/o capas, es precisamente lo que sirve de base para la clasificación de los suelos. Su análisis, tanto de los aspectos morfológicos, físicos, químicos y biológicos, nos permite conocer aspectos como drenaje, manejo agrícola, penetración de raíces, nutrientes y cantidad de arena o arcilla. En México, las condiciones fisiográficas y climáticas, así como su compleja historia geológica, han permitido el desarrollo de una gran variedad de unidades de suelo en el territorio, muestra de ello, es que en México se encuentran 26 de los 32 grupos de suelos reconocidos por el Sistema Internacional Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo. El territorio nacional está cubierto en un 81.7% únicamente por 6 grupos de suelos dominantes:

Leptosol (28.3%), Regosol (13.7%), Phaeozem (11.7%), Calcisol (10.4%), Luvisol (9.0%) y Vertisol (8.6%); el territorio restante lo cubren los otros 20 grupos de suelos reconocidos (SEMARNAT, 2007: 35; 2010: 40).

La mayor parte del territorio (52.4%) está cubierto por **tres grupos de suelos someros y poco desarrollados** lo que dificulta su aprovechamiento agrícola y aumentan su vulnerabilidad. Los **leptosoles** son suelos con menos de 25 cm de profundidad y cubren 54.3 millones de hectáreas aproximadamente; son suelos muy someros que se generan sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y pedregosos. Se encuentran en paisajes accidentados de sierras altas, complejas, plegadas y asociadas con cañadas o cañones, también se ubican en extensas planicies. Este grupo de suelo se encuentra en todas las zonas climáticas, aunque es más frecuente en zonas con altitud media o alta y en áreas fuertemente erosionadas. En el país se han identificado 41 tipos diferentes de este grupo de suelos, se encuentran mayor continuidad de Leptosoles en las sierras de San Carlos, sierras del Petén, Serranía del Burro, sierras del sur de Puebla, el Carso Yucateco y la gran sierra Plegada de la Sierra Madre Oriental.

Otro suelo somero que cubre gran parte del territorio nacional es el del grupo de los **Regosoles**, abarca cerca de 26.3 millones de ha. Son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados, de colores claros y pobres en materia orgánica, debido a ello, son considerados suelos jóvenes. Están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos, por tanto, su ambiente son todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Como consecuencia de ello, en México se han identificado 49 tipos diferentes de este grupo de suelos, entre los que encontramos los Regosoles albcos, arénicos, alcálicos hiperdísticos, esqueléticos, úrbicos y vítricos, entre otros; se extienden en gran parte del territorio nacional

principalmente en las regiones áridas, semiáridas y montañosas, especialmente en la Península de Baja California y la Sierra Madre del Sur.

Finalmente, el tercer grupo de suelos someros que cubren la mayor parte del territorio nacional son los representativos del desierto mexicano, los **Calcisoles**, estos cubren aproximadamente 10.4% de la superficie mexicana. Se caracterizan por tener materiales parentales altamente calcáreos y ser originados, en su mayoría, por depósitos aluviales y coluviales en ambientes con alta evapotranspiración. La acumulación sustancial de material calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del suelo. Algunos de los Calcisoles tienen fuertes limitantes para la producción agrícola, debido a las elevadas condiciones de pedregosidad y la presencia de un horizonte petrocálcico a menos de 50 cm de la superficie, por ello, la vegetación natural es frecuentemente escasa y dominada por arbustos y árboles xerófitos o pastos efímeros. En México, este grupo de suelos son representativos de las llanuras desérticas de Coahuila y Nuevo León, las sierras plegadas del norte de Chihuahua, los lomeríos áridos de Aldama y Río Grande en Zacatecas, así como el Desierto Sonorense (SEMARNAT, 2010: 41).

México también cuenta con **tres grupos de suelos fértiles** que, en conjunto, cubren 29.3% del territorio nacional. El primer grupo corresponde a los **Phaeozems** que son suelos que se forman sobre material no consolidado y son ricos en material orgánico, por ello, son porosos, fértiles y, excelentes para la producción agrícola; su profundidad es menor de 50 cm, son pedregosos en su interior, y manifiestan frecuentemente procesos de lixiviación de arcilla, acumulación ligera de carbonatos y procesos importantes de humificación. Se encuentran en ambientes que van de cálido a fresco (tierras altas tropicales), regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo

se seca. Son representativos de las zonas aledañas a la sierra de Tamaulipas, de las llanuras aluviales semiáridas de la Mesa del Centro, específicamente en las partes bajas de la sierra de Guanajuato y sierra del norte de Zacatecas, así como mesetas y lomeríos basálticos o de aluvión antiguo distribuidos en el Eje Neovolcánico, particularmente en la región de Guadalajara, Querétaro e Hidalgo. Los Phaeozems cubren un 11.7% de la superficie de México.

El segundo grupo de suelos fértiles es el grupo de los **Luvisoles**. Cubren cerca de 17.3 millones de ha del territorio nacional, y son suelos altamente fértiles y apropiados para usos agrícolas. Se forman sobre una gran variedad de materiales no consolidados, como son los depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales, donde las arcillas de alta actividad se han acumulado en el subsuelo; son característicos en regiones templadas frescas y cálidas con estación seca y húmeda, por ello, están frecuentemente asociadas a tierras planas o con inclinación muy ligera. Se relacionan comúnmente con los bosques de coníferas y selvas caducifolias de las sierras de Oaxaca, las sierras al norte de Chiapas y la selva lacandona. También son representativos en las grandes mesetas de Durango y Chihuahua, así como en las llanuras aluviales asociadas con lomeríos de la costa veracruzana. En México se han documentado hasta 67 clases diferentes del grupo de los Luvisoles. Los **Vertisoles** cubren 8.6% de la superficie nacional y son los suelos más representativos de las zonas agrícolas de riego más productivas. Son un grupo bien definido de suelos muy arcillosos, que se mezclan con arcillas predominantemente expandibles, su capacidad para retener humedad es alta, debido a ello, se encuentran en bajas posiciones del paisaje tales como fondos de lagos secos, cuencas de ríos, terrazas inferiores de ríos y otras tierras bajas que periódicamente están mojadas en su estado natural. Se localizan en climas tropicales, subtropicales, semiáridos a subhúmedo y húmedos con una estacionalidad de sequía y lluvias; su labranza suele ser difícil debido a la dureza del suelo durante la temporada de sequía, y a que

en la época de lluvias es pegajoso. Los Vertisoles están asociados fuertemente con las llanuras fértiles de las costas de México, especialmente al norte de Veracruz, Tamaulipas, Sonora y Sinaloa. Además de encontrarse en el Bajío Guanajuatense y Michoacano, así como en el Carso de Campeche y buena parte de las llanuras tabasqueñas, donde la vegetación principal son pastizales naturales e inducidos. Los otros 20 grupos de suelos reconocidos que se localizan en México, cubren cerca de 35.04 millones de ha y se presentan bajo una amplia gama de microrelieves, microclimas y diferentes tipos de vegetación (SEMARNAT, 2010: 41).

En opinión de Becerra (2010: 68), basado en el INEGI (1999), en el cuadro 7 se aprecia una aproximación de los tipos de suelos en el país, con variaciones con respecto a la información obtenida de la SEMARNAT (2010: 40-41), pero que son similares a lo publicado por SEMARNAT (2007: 37), con los valores de las primeras cinco unidades de mayor superficie en México.

**Cuadro 7.** Tipos de suelos en el país y su superficie nacional.

Unidades de suelos	Superficie (km <sup>2</sup> )	%	Unidades de suelos	Superficie (km <sup>2</sup> )	%
Leptosoles	469,436	23.96	Alisoles	29,389	1.50
Regosoles	362,461	18.50	Andosoles	23,511	1.20
Calcisoles	356,583	18.20	Kastañozem	21,552	1.10
phaeozem	190,047	9.70	Solonchak	21,552	1.10
Vertisoles	162,618	8.30	Planosoles	13,715	0.70
Arenosoles	121,473	6.20	Acrisoles	9,796	0.50
Cambisoles	92,085	4.70	Nitrosiles	7,837	0.40
Luvisoles	47,022	2.40	Fluvisoles	784	0.04
Gleysoles	29,389	1.50			
TOTAL				1,959,248	100%

**Fuente:** Becerra (2010: 68).

SEMARNAT (2013: 42) menciona que los porcentajes para ese año de los cuatro principales suelos que dominan la superficie nacional, son los siguientes: leptosoles, 27.4 %; regosoles, 13.9 %; phaeozem o feozem, 11.9 %; y para calcisoles, el 10.0 %. Mientras que en 2018, la misma Institución reporta para leptosoles, 27,4 %, con 52.6 millones de hectáreas; para regosoles, 14.1 % con, 27 millones; para feozem, 11.7 %, con 22.5 millones; para calcisoles, 10.2 %, con 19.5 millones, para luvisoles, 9.2 %, con 17.7 millones; y para vertisoles, 8,6 %, con 16.5 millones de hectáreas (SEMARNAT, 2018: 179).

*Ortíz et al*, (1994: 38), proponen de manera general, una asociación de suelos en México, citando al Mapa Mundial de FAO (1990), a una escala 1: 25,000,000, que se aprecia en el cuadro 8.

**Cuadro 8.** Asociaciones de suelos de México del Mapa Mundial de FAO, a escala 1: 25,000,000.

Símbolo	Asociación de suelos	Extensión (%)
CL	Calcisoles, Cambisoles, Luvisoles	25
KS	Kastañozems, Solonetz (solonchak en Becerra, 2010:	23
LV	Luvisoles, Cambisoles	18
VR	Vertisoles	10
AN	Andosoles	9
LP	Leptosoles	8
NT	Nitisoles, Andosoles	7
	TOTAL	100

Fuente: FAO (1990), citado por *Ortíz et al* (1994: 38).

En cuanto a los recursos hídricos, del total de agua que existe en nuestro planeta, 97% corresponde a agua salada de los mares y océanos, 2% se encuentra en forma de hielo y glaciares y sólo el 1% puede ser utilizada para el consumo humano (el 0.007% del total del agua de

la tierra). El volumen de agua dulce accesible para uso humano es estimado en alrededor de 9,000 km<sup>3</sup> anuales, a los cuales se añaden otros 3,500 km<sup>3</sup> captados y almacenados por presas y embalses. Aprovechar los recursos hídricos restantes para satisfacer las necesidades humanas resulta cada vez más costoso a causa de la topografía, la distancia y las consecuencias sobre el medio ambiente. Dado que se estima un incremento de alrededor del 50% de la población mundial en los próximos cincuenta años, aunado a un aumento de la demanda como resultado del crecimiento económico y de cambios en el estilo de vida, no quedan muchas posibilidades para el incremento del consumo (Granados y López, 2010: 94).

México está bien dotado de recursos hídricos, pues llueve en promedio anualmente 772 mm, cantidad que sería suficiente para abastecer las necesidades de muchos cultivos y comunidades vegetales silvestres, si esta lluvia se distribuyera de manera homogénea en el territorio nacional. Sin embargo, tal distribución es muy heterogénea espacial y temporalmente, pues fluctúa entre los diferentes estados desde 178 mm en Baja California Sur, hasta 2,430 en Tabasco, y desde 15 mm en marzo hasta 141 mm en septiembre. La precipitación anual aporta un volumen de 1,511 km<sup>3</sup> al territorio nacional, más 48.9 km<sup>3</sup> que recibe el país del río Colorado de Estados Unidos y de Guatemala a través del Grijalva-Usumacinta, los dos afluentes más largos de México, lo que hacen un total de 1,559 km<sup>3</sup> para México (SEMARNAT, 2007: 88-89; SEMARNAT-CONAGUA, 2016: 44), de la cual la mayoría se regresa a la atmósfera por evapotranspiración y otra se infiltra hasta el acuífero, por lo que queda una disponibilidad natural media de 476 km<sup>3</sup> cúbicos. Por otro lado, la mayor parte de los recursos hídricos de México se localiza en los ríos, 68.2% del total, sus cuencas cubren el 65 % del territorio nacional

y que representa el 87 % del escurrimiento superficial), seguida en importancia por presas (17.8%), acuíferos (11.7%) y lagos y lagunas (2.3%) (SEMARNAT-CONAGUA, 2016: 44).

De los 37 ríos principales del país, 12 drenan al Golfo de México, entre los que destacan los ríos Bravo, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta, Pánuco, etc., formando la Vertiente del Golfo de México y Mar Caribe; 19 al Océano Pacífico y al Golfo de California, entre los principales están el Colorado, Santiago, Balsas, Verde, entre otros, formando la Vertiente del Océano Pacífico y Golfo de California; y formando la Vertiente del Interior, se presentan dos tipos de cuencas bien diferenciadas, las que tienen un drenaje establecido y descargan en un lago, denominadas cuencas endorreicas, y aquéllas carentes de ríos definidos en las cuales no hay cauces labrados y que cuando llueve el agua escurre por gravedad sobre el terreno, denominadas cuencas arreicas; sus principales ríos son 6: Lerma, Nazas, Aguanaval, y otros más; entre sus principales lagos se encuentran el de Chapala, Cuitzeo, Pátzcuaro, Yuriria, Catemaco, Tequesquitengo, por citar algunos. Además de sus importantes funciones ecológicas, los ríos abastecen de agua a muchas comunidades, proporcionan pesca, un medio de transporte y atractivos para el turismo, entre otros servicios. Por otro lado, los 70 lagos del país cubren un área superior a 3,700 km<sup>2</sup>; aunque muchos de ellos están en proceso de desecación por el impacto humano (por ejemplo, la zona lacustre del Valle de México). Finalmente, hay en México al menos 14,000 reservorios de menor tamaño, importantes como fuentes para abastecer a las zonas urbano-industriales, el desarrollo de áreas de riego, aprovisionamiento de abrevaderos para el ganado y eslabón relevante de determinados ecosistemas (Becerra, 2010: 22; SEMARNAT, 2010: 95-96). Es importante entonces procurar que el ciclo hidrológico no se interrumpa por la importancia de las precipitaciones

para la vida vegetal, animal y humana, y debido a que la precipitación mundial sobre la tierra no es uniforme.

Sobre la **biodiversidad** en México, la diversidad de factores como la latitud, altitud, clima y suelo, determinan una variedad tal de nichos ecológicos, especies y endemismos que muy pocos países se le pueden comparar. Desde el punto de vista económico, ello ofrece la posibilidad de obtener cultivos, plantas y animales silvestres, así como productos variados, de zonas semiáridas, templadas y tropicales. La **biodiversidad biológica o biodiversidad** significa vida sobre la tierra, se refiere a la variedad de formas de vida en la tierra y sus interacciones, que representan tanto el desenlace como la continuidad del proceso evolutivo (durante millones de años), cuya presencia es el atributo distintivo de nuestro planeta, estudiada en tres niveles interdependientes entre sí: **genes, especies y ecosistemas** (Durand y Neyra, 2010: 13). En el **nivel de genes**, cada individuo posee un código genético, único fruto de la evolución de millones de años, lo que origina la gran diversidad genética, de individuos que forman la variedad o **diversidad de especies** (segundo nivel) existentes en un medio o una región determinada. Dichas especies forman parte de un sistema complejo en el cual interactúan con otras especies y con elementos abióticos (suelo, agua, aire, temperatura, humedad, etc.), conformando a su vez **diferentes ecosistemas**, y el estudio de la biodiversidad de ecosistemas comprende la variedad de hábitats de un área determinada (tercer nivel) (SEMARNAT, 2007: 48, 50).

Si no se tuviera tan desprotegido al campo en comparación con otros sectores económicos, esta abundancia podría ser base para la producción diversificada con ventajas comparativas. A nivel de ecosistemas, hábitats y ecorregiones, México ocupa el primer lugar de América Latina y el Caribe, tiene en su territorio los cinco tipos de ecosistemas (seguido por

Brasil y Colombia); contiene 9 (82%) de los 11 tipos de hábitats, superando incluso a Brasil; y en cuanto a ecorregiones, nuestro país tiene 51 (26.7%) de los 191 tipos que existen en la clasificación mundial, muy por arriba de los principales países de América. Esa clasificación en **cinco ecosistemas para América Latina y el Caribe** fue realizada por la World Wildlife Found (WWF, 1995, citado por Durand y Neyra, 2010: 22), y son: bosques tropicales de hoja ancha; bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha; pastizales, sabanas y matorrales; formaciones xéricas; y manglares. Rzedowski, en 1978 (citado por Cuevas, 2003: 1-3), realizó **una clasificación para México en diez tipos de ecosistemas**, de acuerdo con sus tipos de vegetación, que es más utilizada, que son: bosque tropical perennifolio; bosque tropical subcaducifolio; bosque tropical caducifolio; bosque espinoso; bosque mesófilo de montaña; bosque de coníferas; bosque de Quercus; matorral xerófilo; pastizal; y vegetación acuática y subacuática. Para enfocar la importancia de la biodiversidad en México, cabe mencionar que 14 de sus 51 ecorregiones están consideradas en el ámbito mundial como prioritarias para su conservación, ocho de ellas como de máxima prioridad regional, en especial por su elevada presencia de endemismos. Si la comparación se realiza por especies de plantas y animales, el país queda comprendido entre los primeros lugares no sólo de América, sino del mundo. México es uno de los 7 países del mundo que alberga al mayor número de especies y endemismos, destacando en reptiles (primer lugar), y mamíferos (segundo lugar), así como en plantas vasculares y anfibios (cuarto lugar) (Durand y Neyra, 2010: 22).

En su versión amplia, dice Toledo (2010: 327), **el concepto de biodiversidad contiene cuatro acepciones: variedad de paisajes, hábitats (ecosistemas), especies y genes**, incluyendo sus diferentes procesos funcionales y, de alguna forma, su historia, Por lo tanto, la conservación

de la biodiversidad demanda esfuerzos en esas cuatro dimensiones. Mientras que el primer concepto (variedad de paisajes) está orientado a la preservación de conjunto de paisajes, distinguidos muchas veces por su simple particularidad visual, el segundo se concentra en la protección de hábitats específicos, por ejemplo, una cierta vegetación, un lago, un oasis, una cueva, en los cuales viven conjuntos particulares de organismos de la misma especie (poblaciones) y donde tienen lugar procesos, fenómenos y mecanismos de interés especial. En el tercer concepto, la conservación se orienta a proteger ciertas especies de organismos o conjunto de especies. En la actualidad, ésta es la dimensión privilegiada, tanto en el ámbito de la investigación científica, como en las políticas conservacionistas, de tal forma que buena parte de los criterios en la llamada “biología o ciencia de la conservación” hace énfasis en aquellos sitios, áreas o regiones con altas concentraciones de especies (comunidades). El cuarto punto se refiere a la variedad o diversidad genética, es decir, enfatiza la variación genética de las poblaciones por debajo del nivel de especie (variedades o razas). Por ello, los esfuerzos de protección en esta dimensión incluyen no sólo especies silvestres sino, especialmente, plantas y animales domesticados y sus parientes

Se entiende que, como entes biológicos, como especie animal, los seres humanos necesitamos de la naturaleza para alimentarnos, vestirnos, respirar, albergarnos, curarnos y garantizar nuestra reproducción y continuidad. La **naturaleza utilizada** en su modalidad más simple, significa obtener o extraer de los ecosistemas (masas de vegetación, suelos, cuerpos de agua) piezas previamente identificadas y seleccionadas por su utilidad a partir de las especies de plantas, animales, hongos y otros grupos de organismos; en este proceso, los primeros productores introdujeron un primer proceso de humanización de la naturaleza a través

de la recolección, caza, pesca y la extracción (forestal o minera); la **naturaleza domesticada**, puesta de manifiesto por los sistemas agrícolas, ganaderos, acuícolas y silvícolas, significó entonces un salto cualitativo en el proceso general de humanización del universo natural; a la par de las dos formas anteriores de manejo y uso de la biodiversidad, existe una tercera: la conservación, que es en el fondo una forma de “no manejo” o manipulación para establecer y mantener porciones aisladas de “**naturaleza intocada**” o **naturaleza conservada**. En efecto, como un acto consciente y universal de los seres humanos, la conservación es un fenómeno reciente que ha surgido como una reacción a la impresionante depredación de los recursos naturales y del ambiente, provocado por la expansión del mundo industrializado (Toledo, 2010: 329-330).

Ahora bien, la importancia de conocer qué son, cómo son, dónde se encuentran, como se aprovechan, cómo se regeneran, cómo se conservan, cómo se deterioran, etc., los recursos naturales, estriba en el papel que juegan como parte fundamental para la vida humana y de todos los seres vivos en general, y del papel que, como agrónomos y seres humanos, debemos jugar en su aprovechamiento y conservación, sobre todo de aquellos recursos como el suelo, el agua, las plantas y los animales, entre otros, que constituyen nuestros objetos de estudio y que, como ya se dieron elementos de análisis en el apartado anterior, estamos provocando su deterioro con consecuencias sociales, económicas, ecológicas y culturales inminentes.

### **3.3.3. Alternativas agrícolas a la agricultura moderna-industrial.**

Intentando seguir con la secuencia de análisis en el eje que se intitula “Medio Ambiente y agricultura”, y ya puesto en la mesa de discusión los límites de la agricultura industrial, el deterioro ambiental y sus costos sociales, y los recursos naturales en México, se propone en este

apartado, discutir la necesidad de promover, en la realidad ecológica, socioeconómica y cultural mexicana, una (s) agricultura (s) diferente (s), alternativa (s), esperando que la idea de integralidad en el análisis de este tema sea motivo de discusión.

Los **ejes de análisis** en este apartado, por razones obvias, son: el modelo de desarrollo económico y agrícola; la tecnología agrícola promovidos desde el Estado (léase gobierno) y sus instituciones, así como por las empresas privadas relacionadas con el campo; la racionalidad económica de la agricultura campesina y empresarial; las diferentes condiciones agroecológicas, económicas y socioculturales de los diferentes tipos de agriculturas; y los saberes campesinos. De manera reiterada se ha venido diciendo que el modelo de desarrollo en México está inspirado en el modelo occidental, con su consecuente modelo de desarrollo agrícola llamado revolución verde.

En el apartado 3.1.2.1 se describe con detalles el modelo occidental y la revolución verde, con los tipos de tecnologías o subtipos de tecnologías que se incluyen en ese modelo: tecnología química, tecnología biológica, tecnología mecánica, gestión agronómica y tecnología postcosecha, entre otras. La visión y objetivos de dicho modelo de desarrollo están orientados a la producción para el mercado, buscando la máxima productividad y la ganancia, sin que importe el cuidado y conservación del medio ambiente y la biodiversidad, olvidando el desarrollo a escala humana (Neef y Manfred, 1986, citado por González, 2016: 29).

Como se puede entender, el modelo económico y agrícola que se promueve en el país de manera general, sin considerar las diferencias económicas, de recursos, de conocimientos, de lógica y objetivos de producción, entre los diferentes tipos de productores de México, favorece a

un tipo de agricultura: la agricultura empresarial (moderna industrial), en detrimento de la agricultura campesina. Esta situación se puede constatar en los siguientes hechos: la cantidad y calidad de tierra que poseen los campesinos, que de manera general se encuentran ubicados en las peores tierras; la topografía de los terrenos que se encuentran en manos de los campesinos no permite la aplicación de procesos mecanizados para el laboreo de sus tierras para la producción; el consumo de agroquímicos y semillas híbridas, generalmente queda fuera del alcance económico de los campesinos, además de que no es posible volver a utilizar la semilla híbrida para el próximo ciclo; los objetivos de la producción campesina no está pensada para el mercado, sino fundamentalmente para su reproducción social y económica familiar, llevando al mercado sólo sus excedentes productivos, cuando existen; dado sus objetivos y lógica de producción, busca la diversificación productiva para evitar depender del mercado en la adquisición de sus alimentos básicos, etc. En otras palabras, el modelo agrícola promovido en México es más adecuado para los medianos y grandes productores, que constituyen una minoría en el país, llegando a constituir alrededor del 30% del total de productores (Martínez, 1994, citado por Guzmán, 2011: 231-232; Cáceres, 2018: 30-31; Baroni, 2018: 41).

México y Brasil, de acuerdo con Ardila (2010: 22), tienen más del 60% de la agricultura familiar de subsistencia (AFS), que constituye el grupo más vulnerable, quienes pasan a formar las filas de jornaleros agrícolas, obreros de las grandes ciudades y migrantes que van y vienen, rompiendo ese delgado hilo que sostiene a la familia en el campo, llegando a la desintegración familiar, y quedando en el campo cada vez más mujeres, niños y hombres de la tercera edad. Como es fácil comprender,

no es lo mismo vivir en una zona árida y alejada de los mercados, que vivir en regiones con climas favorables, suelos fértiles, cercanía a las ciudades, a los mercados y a los servicios de apoyo, Por desgracia, los pobres rurales se identifican por estar ubicados en las zonas más pobres y alejadas; es decir, históricamente han estado en desventaja con respecto a los medianos y grandes productores, no solo en cuanto a ubicación, calidad y tamaño de sus recursos productivos y disponibilidad de agua para riego, sino también de tecnología ad hoc a sus condiciones, crédito, entre otros. Aunado a esto, hay que recordar que la tecnología no es neutra, provocando dos tipos de diferenciaciones: por un lado, beneficia a los que la utilizan en tiempo, espacio y forma correcta, proporcionándoles beneficios económicos; por otro lado, perjudica a aquellos que, o no la utilizan o la utilizan parcialmente, desperdiciando su potencial productivo, no solo dejando de obtener ganancias adicionales sino incluso provocándoles pérdidas económicas.

Así, la economía campesina, de acuerdo con la CEPAL (1987: 79), “engloba aquel sector de la actividad agropecuaria nacional donde el proceso productivo es desarrollado por unidades de tipo familiar con el objeto de asegurar ciclo a ciclo, la reproducción de sus condiciones de vida y de trabajo, es decir, la reproducción de los productores y de la propia unidad de producción, (...), y es simultáneamente una unidad de producción y de consumo, donde la actividad doméstica es inseparable de la actividad productiva”, dándole a la agricultura campesina una racionalidad económica propia y distinta a la racionalidad económica de la agricultura empresarial, cuya actividad productiva se organiza pensando en maximizar la tasa de ganancia y de acumulación. Algunas diferencias entre agricultura campesina y empresarial se aprecian en el cuadro 9.

**Cuadro 9.** Características diferenciales de la agricultura campesina y empresarial.

Características	Agricultura campesina	Agricultura Empresarial
Objetivo de la producción.	Reproducción de los productores y de la unidad de la producción.	Maximizar la tasa de ganancia y la acumulación de capital.
Origen de la fuerza de trabajo.	Fundamentalmente familiar y, en ocasiones, intercambio recíproco con otras unidades; excepcionalmente, asalariada en cantidades marginales.	Asalariada.
Compromiso laboral del jefe (de familia) o con la mano de obra.	Absoluto, pues constituye su familia.	Inexistente, salvo por obligación legal.
Tecnología.	Alta intensidad de mano de obra, baja densidad de capital y de insumos comprados, por jornada de trabajo.	Mayor densidad de capital por activo y mayor proporción de insumos comprados en el valor del producto final.
Destino del producto y origen de los insumos.	Autoconsumo y parcialmente mercantil.	Mercantil.
Criterio de intensificación del trabajo.	Máximo producto total, aún a costa del descenso del producto medio. Límite: producto marginal cero.	Productividad marginal mayor o igual que el salario.
Riesgo e incertidumbre	Evasión no probabilística: algoritmo de sobrevivencia (aversión al riesgo).	Internalización probabilística buscando tasas de ganancia proporcionales al riesgo.
Carácter de la fuerza de trabajo	Fuerza valorizada de trabajo, intransferible o marginal.	Sólo emplea fuerza de trabajo transferible en función de calificación.
Componentes del ingreso o producto neto.	Producto o ingreso familiar indivisible y realizado parcialmente en especie.	Salario, renta y ganancia, exclusivamente pecuniarias,

**Fuente:** CEPAL (1987: 79).

Ahora bien, si se atiende a esta enorme diferenciación social, económica, cultural y de racionalidad económica de los productores del país; y si se hace un esfuerzo por reconocer la enorme diversidad en cuanto a condiciones productivas y de biodiversidad con la que el país cuenta, en función de la breve descripción de los recursos naturales en México, no es difícil comprender que es necesario buscar otras alternativas productivas para los diferentes tipos de productores. A este conjunto alternativo que existe en los diferentes escenarios agrícolas, sin el deseo de discutir las diferentes apreciaciones de los autores citados, en este documento, se le llama **agricultura alternativa** (Navarro, 2013: 36), **apropiada o adecuada** (Sepúlveda, 1992: 52-56), o mejor **alternativas agrícolas** a la **agricultura industrial**, incluyendo las siguientes: biológica, biodinámica, “ecológica”, orgánica, permacultura, agroecológica, sustentable, sostenible, etc. Cabe aclarar que esta diferenciación se realiza fundamentalmente con fines didácticos, y se debe decir que es alternativa al modelo occidental, para señalar que existen otras propuestas agrícolas diferentes al modelo agrícola propuesto desde el Estado (gobierno) y sus instituciones, así como de las empresas privadas; por otro lado, es necesario también decir que la intención no es caracterizar los diferentes tipos de agriculturas alternativas, sino priorizar su necesidad en las condiciones agroecológicas, económicas, políticas y socioculturales que viven los campesinos.

La **agricultura alternativa** es entendida como un conjunto de modalidades sociotécnicas (socioecotécnicas), útiles para el mejoramiento de la calidad de gestión en la agricultura contemporánea, la cual comprende sistemas diversificados, razonados ambientalmente, además de estables, con desafíos a corto y mediano plazo, es decir (Navarro, 2013: 36-37):

- f) Que integren técnicas y medios adecuados a las circunstancias adversas, en particular aquellas que actúan como limitantes productivas, y que minimicen los riesgos de las plagas y los fitocompetidores en general.
- g) Que disminuyan los efectos económicamente perjudiciales por el aumento en los precios de los insumos, como el de los agroquímicos.
- h) Que regulen la disponibilidad de insumos y productos agropecuarios.
- i) Que sean compatibles con diversos tipos y dimensiones de las unidades de producción rurales y con la disponibilidad de mano de obra, de maquinaria y medios de producción.
- j) Que sean de posible aplicación agroecosistémica en aquellas circunstancias limitantes de clima y suelo, que los sistemas convencionales no han considerado de interés para la búsqueda de opciones productivas y económicas en las diversas regiones de agricultura de mediana y pequeña escala y campesinas de México, así como el resto de América Latina.

En forma complementaria, desde una perspectiva integral y ecológica, la **agricultura alternativa** tiene como sujetos de interés, sistemas de producción que:

- a) Valoren el conocimiento tanto científico como tecnológico en interacción y subordinación de las leyes ecológicas.
- b) Promuevan la potenciación de las relaciones ecológicas, tales como: simbiosis, competencia, parasitismo, alelopatía, comensalismo, entre otras.
- c) Maximicen el funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos de los nutrimentos.
- d) Minimicen o suspendan la utilización de técnicas agropecuarias e insumos que tengan impactos desfavorables en los agroecosistemas, en la salud de productores y consumidores.
- e) Favorezcan el potencial biológico de poblaciones y de comunidades agroecosistémicas.

- f) Mejoren las relaciones entre los patrones de cultivo y el potencial productivo, con las limitaciones físicas de los terrenos agrícolas, para asegurar a largo plazo los niveles de sostenibilidad de la producción en curso.
- g) Fomenten y logren una producción agropecuaria eficiente, con ganancias que enfatizen el incremento del manejo y de la conservación del suelo, del agua, de la energía y de los recursos biológicos en los agrosistemas.
- h) Contribuyan al desarrollo patrimonial, asociado con una estrategia de desarrollo rural local y territorial.

De acuerdo con las propuestas de acción mencionadas, la agricultura alternativa incluye no solo un método de gestión de los sistemas agrícolas, sino que convoca una amplia gama de sistemas y prácticas agrícolas, disponibles además de necesarios, para mejorar dicha gestión en el contexto de la diversidad de circunstancias de los productores. Desde una perspectiva amplia e integral, considera la complejidad junto a las diversas oportunidades del agro mexicano, teniendo en cuenta que los sistemas de producción que lo conforman son numerosos y útiles.

En el siglo XX los enfoques y métodos alternativos se clasificaron como: biodinámicos, orgánicos, ecológicos, permanentes, razonados agroecológicos y naturales, entre otros. Algunas propuestas incluyen sistemas agrícolas que promueven el uso controlado de plaguicidas y de insumos en general -los cuales se conocen como razonados, con bajos insumos y control de algunos riesgos de contaminación-, los demás constituyen una diversidad moderna de sistemas agrícolas regenerativos o sostenibles.

Por las circunstancias históricas y culturales, específicas socialmente, en ciertas formas vigentes en el agro de México e incluso de diversas regiones de América Latina, esta obra considera en la concepción amplia de la agricultura orgánica y alternativa, la noción de agricultura patrimonial. Esto resulta indispensable, al enfrentarse a la integración del patrimonio

como concepto objetivo y operativo, para favorecer el desarrollo rural, valorando y potenciando los recursos humanos, materiales y culturales existentes en los sistemas territoriales (Navarro, 2013: 37).

De acuerdo con Gonzáles (2016: 34) y Navarro (2013: 78-79), la agricultura alternativa se puede inscribir en el marco del llamado desarrollo sustentable, teniendo como base a la agroecología, que en palabras de Navarro (2013: 78) es la nueva agronomía o el enfoque agronómico moderno. Esta visión del desarrollo se propone como objetivo general elevar la vida de la humanidad, a la par de impulsar procesos productivos que combinen el **binomio producir-conservando y conservar-produciendo**, por lo cual la agroecología es solo una parte dentro del desarrollo sustentable que se aplica a todas las esferas de la vida humana y trata de incidir en el manejo sostenible de corto, mediano y largo plazos de nuestro planeta, que al mismo tiempo destaca que las acciones locales repercuten en el ámbito global y viceversa: actuar local y pensar globalmente (en el tema 3.4 se vuelve a hablar de este modelo). En el cuadro 10 se presenta una comparación entre las características del modelo de la revolución verde y de las tecnologías agroecológicas (alternativas).

Aunado a estas diferencias, Prager et al. (2002: 91) mencionan algunas consideraciones básicas (determinantes) de los agroecosistemas que se deben tomar en cuenta de manera local y regional, para decidir el tipo de agricultura a desarrollar (cuadro 11).

Por otro lado, Navarro (2013: 91) dice que la agricultura orgánica más otros sistemas alternativos similares y modernos, se conciben como producto y como parte significativa de la actividad social, (...) y que su visión global es sugerente, es útil para identificar, en una primera apreciación, los elementos que específicamente e integralmente participan en la gestión tecnológica mínima para producir cosechas, con las problemáticas de la estrategia para el desarrollo de una agricultura social y duradera, con algunos elementos básicos para un plan estratégico del sistema productivo, como se aprecia en la figura 27.

**Cuadro 10.** Comparación entre la revolución verde y las tecnologías agroecológicas.

Característica	Revolución verde	Agroecología
<b>TÉCNICAS</b>		
Cultivos afectados.	Trigo, maíz, arroz, otros.	Todos los cultivos.
Zonas afectadas.	Sobre todo, tierras llanas y de riego.	Todas las zonas, especialmente las marginales en secano, en pendiente.
Sistema de cultivo dominante.	Monocultivo, genéticamente uniforme.	Policultivos, genéticamente heterogéneos.
Insumos predominantes.	Agroquímicos, semillas híbridas, maquinaria, gran dependencia de insumos importados y de combustible fósil.	Fijación de nitrógeno, lucha biológica contra las plagas, agregados orgánicos, gran dependencia de los recursos renovables locales.
<b>AMBIENTALES</b>		
Peligros sanitarios.	Medio a alto (contaminación química, erosión, salinización, resistencia a los plaguicidas, etc.); peligros sanitarios derivados de la aplicación de plaguicidas y de los residuos de éstos en los alimentos.	Bajo a medio (lixiviación de los nutrientes provenientes del estiércol).
Cultivos desplazados.	Sobre todo, las variedades tradicionales y las razas nativas.	Ninguno
<b>ECONÓMICAS</b>		
Costos de investigación.	Relativamente altos.	Relativamente escasos.
Necesidad de efectivo.	Grande. Todos los insumos deben ser comprados	Escasa. La mayor parte de los insumos son locales.
<b>INSTITUCIONALES</b>		
Desarrollo de la tecnología y divulgación.	Sector paraestatal, compañías privadas.	En gran medida públicos, gran participación de ONGs.
Consideraciones de los propietarios.	Variedades y productos patentables protegibles	Variedades y tecnologías bajo el control de los agricultores.
<b>SOCIOCULTURALES</b>		
Capacidad de investigación requerida.	Cruces convencionales de plantas y otras ciencias agrícolas.	Capacitación en ecología y experiencia multidisciplinaria.
Participación.	Escasa (casi siempre el enfoque es desde arriba). Determina barreras a la adopción de tecnología.	Alta. Induce la acción de la comunidad
Integración cultural.	Muy escasa	Alta. Gran uso del conocimiento tradicional y de las formas locales de organización.

**Fuente:** Prager *et al* (2002: 89).

**Cuadro 11.** Determinantes de un agroecosistema que deciden el tipo de agricultura de cada región.

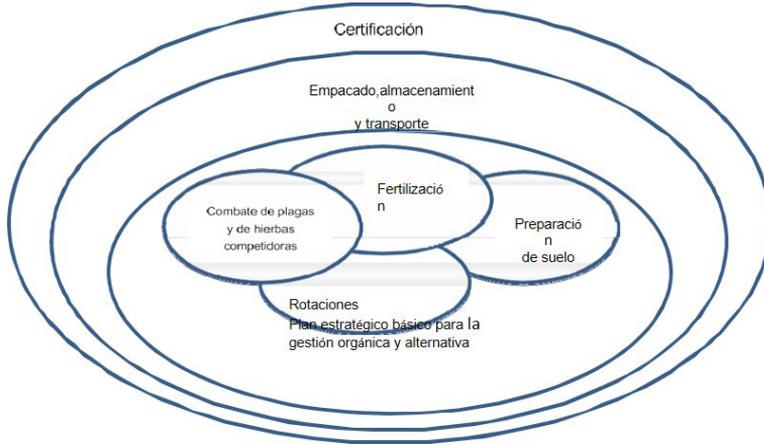
Tipo de determinantes	Factores
Físicos	Radiación, temperatura, lluvia, provisión de agua (humedad crítica), condiciones del suelo, pendiente del terreno, disponibilidad de tierras.
Biológicos	Plagas y enemigos naturales, población de maleza, enfermedades de plantas y animales, la biota del suelo, riqueza natural vegetal, eficiencia fotosintética, patrones de cultivo, rotación de cultivos.
Socioeconómicos	Densidad poblacional, organización social, económicos (precios, mercados, crédito, capital), asistencia técnica, implementos de cultivo, grado de comercialización, disponibilidad de mano de obra.
Culturales	Conocimientos tradicionales, creencias, ideología, principios de género (aspectos), acontecimientos históricos.

**Fuente:** Prager et al (2002: 91).

Esta reflexión debe conducirnos a repensar nuestra acción de investigación y transferencia de tecnología agrícola, y a decir de Ledezma (S/F, citado por Guzmán, 2011: 235), la tecnología apropiada o adecuada, alternativa, para la agricultura campesina debe ser generada en las mismas condiciones agroecológicas, socioeconómicas y tecnológicas de los productores tradicionales, y con su participación activa, y como estos productores están inmersos en la dinámica de la economía capitalista, deben procurar minimizar los costos de producción, procurar usar insumos internos para romper su dependencia externa, preocuparse por el cuidado del medio ambiente y sus recursos productivos, y procurar la participación activa de los productores involucrados. Y es que las tecnologías no deben verse aisladas del sistema económico y sociopolítico en que se encuentran enmarcadas, y menos de la realidad de los productores de subsistencia, quienes no les conviene optar por la tecnología moderna, por los diferentes objetivos que tienen con respecto a la agricultura empresarial y otras causas de tipo

estructural ya mencionadas (estructura agraria, relaciones de intercambio desigual donde compran caro y venden barato, escasez de medios de producción, falta de capital propio, y poco o nulo acceso al crédito).

**Figura 27.** Conjunto de elementos para la gestión tecnológica de la agricultura orgánica y alternativa.



**Fuente:** Navarro (2013: 91)

Sin embargo, y sin considerar agotado este tema, a decir de Torres y Muro (2004: 155-157), conviene avanzar hacia una síntesis (dialéctica) de las distintas propuestas metodológicas presentes en las principales corrientes agroecológicas, de las cuales los autores citan algunas combinaciones presentes en las que se insertan algunos elementos comunes:

- a) Búsqueda de una agricultura alternativa, que signifique un funcionamiento diferente de la producción primaria, en el marco de un modelo alternativo de desarrollo, dado que el modelo económico vigente, es válido tan solo para una parte de la humanidad, que por cierto es muy reducida. El resto de la población debe y puede buscar una salida diferente en la comprensión y resolución

de sus problemas de vida y trabajo, así como en el enfoque en torno al problema humano global-local.

- b) Consideración del aporte de los elementos organizativos que provienen de la agricultura tradicional, en tanto esta conserva formas que son compatibles ambientalmente y puede ser factor de sustentabilidad para un desarrollo alterno.
- c) Necesidad y posibilidad de armar diversas propuestas que puedan reforzar los variados caminos hacia una economía ecológica en el sector: tanto en la agricultura como en la ganadería y la silvicultura, sin descuidar el papel de la minería y la pesca, así como de la industria misma.
- d) Conocer cuáles serían las características de la agricultura en términos del marco de una economía ecológica.

Un tema que no se ha abordado, y que aquí vale la pena destacar, es sobre los saberes (conocimientos) campesinos, para comprender cómo han utilizado históricamente los recursos naturales y productivos, de tal manera que les ha permitido sobrevivir y reproducirse hasta nuestros días, retando a los estudiosos de la existencia campesina (campesinistas y des-campesinistas) (Bartra, 1995; Ardila, 2010, citados por Guzmán, 2011: 71).

Xolocotzi (1977, 1983, 1985), Bellón (1993), Chamoux (1992), Altieri (1983, 1988), Glissman (2000), Goody (1993, 1996), Bartra (1995, 2000), Solorio (2000), Gómez (2006), entre otros autores citados por González (2016: 38-46), de donde se toma fundamentalmente esta información, coinciden en que los saberes campesinos han quedado fuera de las discusiones sobre el rumbo que debe tomar el desarrollo agrícola del país. Para los autores citados, **los saberes campesinos involucran tanto la cultura material como la no material**, donde la tecnología incluye los instrumentos, herramientas como expresión de la cultura objetivada (material), además de las técnicas, procesos intelectuales y habilidades prácticas para realizar tal o cual actividad como parte de la cultura incorporada; en el fondo **ambos tipos son**

**resultado de procesos intelectuales, de procesos de construcción del conocimiento** (Goody, 1993, 1996). No entender esta dinámica de los conocimientos campesinos, para Xolocotzi (1977), el estudio de la tecnología agrícola tradicional nos llevará a un cosmos ajeno al cristalino e inmaculado mundo científico y por nuestra preparación incompleta y enajenada, se incurrirá en apreciaciones deformadas, fragmentadas y desvirtuadas, de las realidades campesinas, como señala en una diferencia específica entre el conocimiento científico y el conocimiento generado por los campesinos: *“un error frecuente en la comparación entre los estudios científicos de suelos y el conocimiento campesino es que no reconocen que son diferentes. El conocimiento campesino incluye la observación continua o monitoreo del recurso. Técnicamente, en muchos casos se concluye a partir de datos que corresponden a un instante, mientras que el campesino lo hace después de observar su comportamiento por un tiempo”* (Solorio, 2000).

Es imposible en este apartado displayarse sobre los conocimientos campesinos, pero vale la pena resaltar que son necesarios si se quiere entender la dinámica con la que trabajan espacial, temporal y tecnológicamente, como lo resalta Xolocotzi (1983, 1985), , como cuando afirma que *“el largo contacto del hombre con la naturaleza, su profunda y detenida observación de las cosas, su inquisición intelectual y los frecuentes periodos de escasez, además de sus capacidades de memoria, de conjugar experiencias y de comunicarse, le ha permitido acumular un rico acervo de conocimientos de las plantas, de los animales, de los fenómenos naturales”*, por lo que, *“los procesos de selección bajo domesticación no solo han conducido a la producción de múltiples variedades vegetales adaptadas a diversas condiciones ambientales, sino que también han estado dirigidos hacia la selección de las mismas prácticas involucradas en los procesos de producción, bajo la lógica de hacer el mejor uso de la energía y de los materiales dentro de los procesos de producción”*. Pensamiento avalado por las corrientes que abogan por una agricultura alternativa, como la misma FAO, la CEPAL, el IICA, muchas ONGs y autores como Toledo (2010), Mata y García (2010), Mena y Ramírez (2014), Ramírez (2010), Navarro (2013, Morales (2014), Torres y Morales (2014),

Giraldo (2018), entre otros, a lo largo de sus obras citadas en este documento. Bajo esta lógica y dinámica se debe comprender y aprehender la experiencia y conocimientos campesinos, para involucrarlos en los procesos de generación y transferencia de conocimientos agrícolas, con ellos y para ellos.

### **3.3.4. Modelos agrícolas alternativos o estrategias de desarrollo agrícola alternativo.**

Siguiendo en la tónica de resaltar la necesidad de aplicar o realizar otras agriculturas en las condiciones de producción campesinos, y recalcando el carácter didáctico de la propuesta planteada en este documento, conviene ahora señalar que, así como existen diferentes tipos de agriculturas, así también existen en la realidad de la producción agrícola, entendidos de manera sistémica, otros modelos tecnológicos y tecnologías agrícolas, correspondientes a cada tipo de agricultura, que se han venido conformando a lo largo del tiempo agrícola (desde hace más de 10,000 años, hasta la actualidad) en el mundo y en México. En particular para el caso de México, de acuerdo con González (2016: 21-22), el arribo a estos modelos, históricamente se debe a cuatro momentos decisivos en la conformación de nuestra agricultura actual: la agricultura de origen mesoamericano, **la agricultura de origen hispano, la agricultura derivada de la influencia de la revolución verde y la agricultura influenciada por la agroecología; algunos elementos o componentes de estos tipos históricos de agricultura, de alguna manera, se han “tradicionalizado”,** es decir, incorporado a lo largo de la historia, conformando los modelos actuales. Para Mata (2010: 12-16) y Almaguer et al (2010: 16-21), el desarrollo histórico de la agricultura mexicana tiene los siete siguientes periodos o momentos: **periodo prehispánico, periodo colonial, periodo de la independencia, periodo de la reforma, periodo de la revolución mexicana, periodo postrevolucionario y periodo contemporáneo** (incluyendo la revolución verde, la era biotecnológica y agroecológica). Sin tomar en cuenta las coincidencias y

diferencias de las propuestas del desarrollo histórico de nuestra agricultura, en el cuadro 12 se presenta una aproximación de los principales tipos de agricultura, con sus respectivos modelos y tecnologías.

**Cuadro 12.** Tipos de agriculturas, modelos tecnológicos y tecnologías agrícolas.

Tipo de agricultura	Modelo tecnológico	Tecnología agrícola
Agricultura tradicional o arcaica	Modelo tradicional	Tecnología tradicional
Agricultura convencional o moderna	Modelo occidental basado en la Revolución Verde	Tecnología moderna o convencional
Agricultura orgánica	Modelo orgánico o de composta	Tecnología orgánica
Agricultura agroecológica	Modelo agroecológico	Tecnología agroecológica
Agricultura biológica	Modelo biológico	Tecnología biológica-tradicional
Agricultura hidropónica	Modelo hidropónico	Tecnología hidropónica
Agricultura sostenible o sustentable	Modelo sostenible o sustentable.	Tecnología sustentable o sostenible
Agricultura biotecnológica	Modelo biotecnológico	Tecnología biotecnológica
Agricultura biodinámica	Modelo tradicional cósmico	Tecnología tradicional cósmica
Agricultura ecológica o agroecológica	Modelo ecológico o agroecológico	Tecnología agroecológica
Agricultura mesiánica	Modelo natural-microbial	Tecnología natural-microbial
Agricultura radiónica	Modelo electromagnético	Tecnología electromagnética
Agricultura asociativa o de policultivos	Modelo asociativo, de policultivos o sinérgico	Tecnología tradicional, alelopática y sinérgica
Agricultura mentalista	Modelo cosmovisionista o afectivo	Tecnología natural (no intervenc.)
Agricultura natural	Modelo natural (no intervención)	Tecnología natural (no intervenc.)
Agricultura de no intervención	Modelo natural (no intervención)	Tecnología natural (no intervenc.)
Permacultura	Modelo tradicional-agroecológico	Tecnología tradicional (agroecológica)
Agricultura tridimensional	Modelo tradicional	Modelo tradicional
Agricultura regenerativa	Modelo sustentable o sostenible	Tecnología sustentable o sostenible

**Fuente:** Guzmán (2011: 120-121); construcción propia, basado en Mata (2000), Volke y Seúlveda (1992), González (2016), entre otros autores citados.

Bien, hasta ahora se ha señalado que existen alternativas de producción agrícola, para las diversas condiciones de producción de los diferentes tipos de productores, resaltando el modelo occidental con su revolución verde, que junto con otros modelos de generación y difusión de tecnología agrícola, se agrupan en la **visión o corriente economicista de desarrollo**, y los modelos alternativos que se agrupan en la **corriente o visión humanista sustentable de desarrollo** (Volke y Sepúlveda, 1992; Sepúlveda, 1992; León y Flores, 1991; Calva, 1884; Mata, 2000; Muro, 2000, y otros autores, citados por Guzmán, 2011: 15-22), conviene caracterizar esas corrientes para que se tenga una idea general de sus principales objetivos en la perspectiva del desarrollo. En el cuadro 13 se aprecian esas características.

**Cuadro 13.** Características comunes de las corrientes economicista y humanista sustentable.

Corriente o visión de desarrollo	Características comunes
Corriente economicista	Ingreso per cápita: medida del nivel de desarrollo. PIB como índice de crecimiento económico. Explotación intensiva de la naturaleza. Uso y modernización de instituciones y dependencias paraestatales. Uso de la ciencia moderna y tecnología intensiva (externa). Uso de paquetes tecnológicos modernos. Lógica de la máxima ganancia. Basado en decisiones externas.
Corriente humanista sustentable	Armonía sociedad-naturaleza. Visión holística en la producción y productividad. Basado en la teoría de sistemas. Tecnología alternativa, buscando independencia de factores externos. Decisión democrática horizontal. Desarrollo endógeno y local. Desarrollo sustentable.

**Fuente:** Guzmán (2011: 15); construcción propia, basado en Volke y Sepúlveda, (1992); Sepúlveda, (1992); León y Flores, (1991); Calva, (1884); Mata, (2000); Muro, (2000), y otros autores.

Numerosos trabajos (León y Flores, 1991; Calva, 1994, etc.) han cuestionado la corriente economicista de desarrollo, en razón de que generalmente han estado vinculadas a las principales escuelas de pensamiento económico (clásica, neoclásica, keynesiana), que tienen como preocupación el generar mayores riquezas o hacer más eficiente la producción, sin explicar el desarrollo en términos sociales, de equidad entre los grupos humanos, la forma de acceso a los bienes y recursos, considerando pocas veces las relaciones que se establecen entre los hombres en el proceso de producción. El proceso de generación y transferencia de tecnología directamente relacionado con este modelo ha quedado en el difusionismo y reduccionismo, unilineal, donde generalmente no se toma en cuenta la opinión de los agricultores, sobre todo campesinos, pues se planifica y se implementa desde el gobierno.

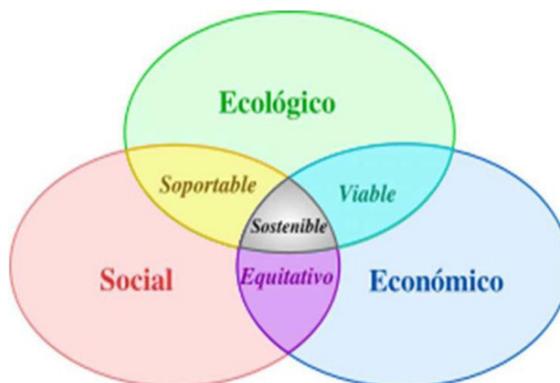
La tecnología agropecuaria que se genera y se promueve desde esta visión está basada en agroquímicos industriales, maquinaria agrícola y manipulación genética de plantas y animales, generalmente de altos costos económicos, que quedan fuera del alcance de los bolsillos de los campesinos. Bajo esta visión, necesariamente se ha beneficiado solo a una parte de los productores: aquellos que cuentan con las mejores y mayor cantidad de tierras, mayores recursos económicos, acceso al crédito y al mercado, en detrimento de la mayoría de los agricultores, polarizando aún más a la sociedad rural, y con claras consecuencias ecológicas.

Dado que en los procesos de desarrollo actuales ha imperado la visión economicista, con una visión modernizadora, que ha provocado enormes costos ecológicos y sociales, surgen cada vez más propuestas de desarrollo sustentables o sostenibles con rostro humano, que se les ha llamado **modelos alternativos de desarrollo**. Los fundamentos que sostienen al modelo de desarrollo sustentable como una alternativa a la agricultura campesina son (Enkerlin, 1997, citado por Guzmán, 2011: 18-19):

- a) Técnico-ambientales: diversidad en tiempo, espacio y tecnología; autosuficiencia; calidad de suelo y agua; diversificación de la producción y de la alimentación; rendimientos; estabilidad y resiliencia del agrosistema.
- b) Económicos: costos de inversión; grado de diversificación de las actividades productivas y aversión al riesgo; empleo, número y tipo de empleos creados.
- c) Socioculturales: distribución de los beneficios y sus efectos sociales; capacidad de los grupos locales de apropiarse y dominar las técnicas agropecuarias apropiadas (alternativas); participación de los grupos campesinos en los sistemas productivos; rescate de conocimientos tradicionales; fortalecimiento de su capacidad de autogestión y organización.

Los ejes o pilares que sostienen el desarrollo sostenible o sustentable se aprecian en la figura 28 (en el entendido que en esta interacción intervienen: plantas, animales y el suelo, entre otros elementos indispensables para la producción agropecuaria).

**Figura 28.** Pilares o ejes que sostienen el desarrollo sustentable o sostenible con rostro humano.



**Fuente:** Basado en Enkerlin et al (1997), citado por Guzmán (2011: 20).

A pesar de la clara necesidad de implementar otros paradigmas en las estrategias de desarrollo alternativo, en vez de proponer alternativas al desarrollo, es decir, empezar a trabajar en la construcción de una alternativa al desarrollo, para dejar de usar este concepto demasiado occidentalizado desde el punto de vista político, económico, social, tecnológico y cultural, como sostienen Hernández y Suárez-Navaz (2004, 2011: 9). Para las autoras citadas, los científicos sociales, al “defender” el nuevo orden económico internacional, siguen jugando en un campo de juego marcado, donde proponen estrategias de juego, pero no participan en la elaboración de las reglas del mismo, asumiendo un modelo occidental de sociedad como parámetro universal para medir el relativo atraso o progreso de los demás pueblos del planeta; la hegemonía de este modelo civilizatorio reside en convencernos de que se pueden buscar alternativas al interior de este campo marcado. Es decir, se asume que la cultura occidental es la panacea para todos los males del mundo y que en función de ella se deben resolver o buscar solución a la problemática del medio rural y de los indígenas, donde la cultura empresarial y la tecnología convencional se vuelven una condición sine qua non del desarrollo, y las raíces de la pobreza, la desnutrición y la exclusión social parecen ser nuevamente problemas técnicos y culturales, que es posible enfrentar y eliminar exportando valores, habilidades y tecnologías occidentales, perdiendo así su carácter esencialmente político, para convertirse en problemas técnicos, de asignación de recursos, o de deficiencias nutritivas, etc.; y entonces, el problema a erradicar no es la desigualdad sino a los pobres.

Las críticas al desarrollo desde la perspectiva occidental, verticales y exógenas, como panacea para los pobres de México y del mundo, nos hablan de la necesidad de voltear nuestra mirada a otros conocimientos locales, que plantean las relaciones con la naturaleza en otros términos, visiones de la vida en las que la productividad se mide a partir del bienestar social y no del crecimiento económico, defendiendo conceptos de economía como

producción de sustento y satisfacción de necesidades, sustituyendo los conceptos de productividad, eficiencia y crecimiento, por los de equidad, solidaridad y dignidad (economía política ecológica. Leff, 2004: 223-225). Es decir, parafraseando a Hernández y Suárez-Navaz (2004), creando sus propias reglas del juego en un campo de juego marcado por ellas y ellos mismos, depositando sus propias utopías e imaginando sus propios futuros, de manera endógena, como sujetos sociales, sostenible, participativa y permanente.

Sin embargo, arribar a estrategias agrícolas y de alternativas de desarrollo en general, no es tarea fácil, y se requiere la participación verdadera de los verdaderos protagonistas del campo, y a decir de Torres (2010, citado por Guzmán, 2011: 69), tomar en cuenta los obstáculos que prevalecen en la realidad agropecuaria del país, como se propone en el cuadro 14.

Parece ser que la supremacía y preeminencia de la especie humana desde el neoliberalismo y la globalización, han logrado establecerse, pero por desgracia, prácticamente, a partir de la ignorancia humana sobre la naturaleza. Y esta situación nos ha llevado por algunas paradojas (Rojas, 2003: 11-12): **primero**, porque el conocimiento científico puede servir tanto para construir como para destruir al hombre mismo y a la naturaleza: la ciencia, que comenzó por reivindicar la libertad de pensamiento, no ha podido ni ha sido fundamento de la libertad humana, ni ser libre en sí misma; **segundo**, la ciencia, antes que un factor impulsor autónomo, ha estado presa de un modelo de desarrollo acumulativo, satisfactor de necesidades materiales humanas y que, en tanto humanas, las declara universales, válidas para todos los hombres; y tercero, con la imposición de este modelo único de producir satisfactores, con el apoyo decisivo de los avances científico y tecnológicos, se niega la diversidad cultural, imponiendo en el mundo la cultura occidental a través de su modelo de desarrollo. Con las propuestas alternativas del desarrollo sostenible, vale la pena entonces apoyar la conservación y recuperación del medio ambiente, pensando en dos ejes constructores: la biodiversidad y la diversidad cultural, incluyendo las diversas culturas agrícolas.

La última opinión y decisión es de quien analiza, reflexiona y actúa aplicando sus propias perspectivas o las políticas agrícolas, pero al menos se plantean de elementos de discusión y análisis que pueden ayudar a tomar decisiones.

**Cuadro 14:** Perspectivas o criterios para un desarrollo sustentable y compatible.

Obstáculos	Estrategias	Soluciones
Considerar la ganancia como único criterio de la producción, lo que lleva a poner en segundo plano la problemática ecológica y social.	La economía no debe ser el único criterio a considerar en el desarrollo compatible y sustentable, también son importantes lo ecológico y sociocultural.	Participación y reapropiación social de la vida, de manera consciente.
El desarrollo sustentable no se concibe como prioritario en el marco de la política económica actual.	La política económica debe ser integral, es decir, una integralidad económica-eco-social.	“Pensar global y actuar local; y pensar local y actuar global”.
La vigencia del modelo depredador y su impacto global y local imposibilitan que la restauración y conservación se dirijan hacia la sustentabilidad.	Nueva mentalidad, actitud y aptitud. Necesidad de una transformación gradual y radical del modo de vida y de pensamiento de la sociedad.	Control de los recursos naturales y espacio territorial por la comunidad, en cada localidad.
Políticas ambientales de maquillaje, que atacan los efectos, mas no las causas de la destrucción ambiental.	Desarrollo local (globalización alternativa, positiva). Lo global en la medida que apoye y refuerce lo local.	Movilización social a través de redes, lo cual no ignora a las agrupaciones y partidos existentes.
El control de la emergencia ambiental sustituye a la sociedad civil.	El freno al estatismo populista y a la privatización salvaje, y la consolidación de la iniciativa social.	Capacitación a toda la población, para que aprendan a aprender (a pensar, a ser, a hacer, a convivir, etc.)
Las políticas estatales tienden a contradecirse y se anulan.	El mercado debe ser un medio, más que un fin.	Autonomía y autodeterminación.
La duplicidad de funciones reduce los posibles beneficios ambientales, con susposibles consecuencias negativas	Aplicación de tecnologías adaptadas al ecosistema y a la población local.	Realización del binomio roductor- investigador, en uno sólo.
La corrupción institucional que alcanza todas las esferas, tanto las superiores como la base del pueblo	Avanzar hacia una ecología productiva, de conservación y mejoramiento de los recursos naturales, no fraccionada.	La planificación y evaluación como sistema del proceso de desarrollo rural.
El rezago de liderazgos	Estrategia de ecología social (socioecosistema).	Establecimiento de una organización definida para el uso de los recursos
Lo social se ve separado de lo ecológico, pues generalmente el ambiente se considera como natural	Fin del modelo depredador, como prerrequisito para establecer el modelo sustentable y compatible.	Formar organizaciones para el aprendizaje en donde sea necesario: ambiental, planificación, etc.

Fuente: Torres, 2010, citado por Guzmán (2011: 69).

### **3.4. LA EDUCACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO.**

#### **3.4.1. El proceso de aprendizaje. Una breve reflexión.**

Para apoyar las propuestas de cambios de paradigma o modelos agrícolas en las diferentes agriculturas que existen en el mundo y en México, y reforzar las opiniones vertidas a lo largo de este capítulo, es necesario hablar de la educación agrícola superior, por lo que en este tema se incursiona en ese campo, con las salvedades que el tiempo disponible y el conocimiento del que esto escribe, se lo permiten.

El proceso de generación y transferencia de conocimiento agropecuario, como proceso educativo, busca modificar la conducta de los productores rurales, a través de nuevos conocimientos tecnológicos, experiencias diversas, y de adquisición de habilidades y destrezas. El investigador parte de sus propios conocimientos, experiencias y de su formación profesional, que conjuga e interrelaciona con los productores; al mismo tiempo, los productores son dueños de una riqueza cultural, de experiencias y conocimientos propios, que también debe de ponerse en interrelación con los conocimientos y experiencias de los investigadores y extensionistas, donde ambos deberían de tener una perspectiva sobre su futuro inmediato, a mediano y largo plazo. La primera versión de este tema 3.4, fue publicado por el autor del presente en el documento “Extensionismo y Desarrollo Rural” (2011: 254-273), publicado en línea en la Biblioteca Virtual de la UNACH, por lo que sólo la literatura agregada lleva las páginas consultadas.

Sobre la teoría del proceso de enseñanza-aprendizaje, aprendizaje- enseñanza y aprendizaje (o aprendizaje-aprendizaje), se han manifestado diversas corrientes de pensamiento que han dado origen a varios modelos educativos. Desde aquellas propuestas que ven el proceso en una sola dirección, con carácter mecanicista (pasivo), de educador a educan-

do, hasta aquellos que consideran que, en el proceso, tanto educador y educando asumen un papel dinámico, siendo al mismo tiempo educador-educando y educando-educador (Shutter, 2000; Freire, 1994). En el desarrollo histórico del proceso educativo, se han dado momentos en que se ha privilegiado el papel del maestro (enseñanza-aprendizaje) como el rector del proceso; momentos en que la atención se centra en el alumno (aprendizaje- enseñanza); y momentos en que definitivamente es el alumno sobre el cual gira todo el proceso, considerándose al maestro como un facilitador de conocimientos (aprendizaje-aprendizaje). La experiencia histórica ha ido colocando en su lugar a cada teoría, disminuyendo la influencia de unas y reforzando el papel de otras, con el propósito de mejorar el proceso educativo en general.

Moreno (1983), Hildarg (S/F), citado por Fermoso (1981), entre otros, dicen que con frecuencia se mencionan cuatro enfoques para explicar el proceso de aprendizaje, que han originado otros tantos grupos de teorías: las **asociativas o asociacionistas** (Skinner, Guthrie y Thorndike), que definen el aprendizaje como la modificación de la conducta a través de un estímulo-respuesta; las **cognitivas** (gestalista o configuracionista o de la forma: Bruner, Ausbel, etc.), que sostienen que el aprendizaje es la modificación de la conducta como resultado de procesos internos (reelaborados en la mente del educando), y centran su atención en lo mental, cognitivo y cultural; las **psicoanalíticas** (Freud, Mowrer, Sears, entre otros), que interpretan el proceso de aprendizaje de acuerdo con sus doctrinas sobre el inconsciente, las instancias de la personalidad, los mecanismos de defensa, los principios del placer y la realidad; y las **estructuralistas** (Gestalista, Piaget), que explican el aprendizaje como una cadena de procesos gratificantes que nos hace asimilar el medio en interacción constante hombre-ambiente (a través de estructuras mentales).

Fisher y Wesselmann (1983), afirman que el individuo viene al mundo con dos tipos de herencia: una herencia genética y una herencia cultural. La herencia genética o biológica comprende sus capacidades físicas y sus sentidos; la herencia cultural (ambiental) es la situación o circunstancia en la que nace y comprende a la sociedad, la cultura, su familia y su ambiente físico. Desde el momento en que el niño nace comienza su proceso de aprendizaje y se hace dependiente de sus instintos, su herencia y su ambiente. Para estos autores, la primera forma de aprendizaje del niño es por asociación, después aprende por prueba y error, y más adelante por hábitos y destrezas: la conjugación de estas formas, conforman la dimensión total del proceso de aprendizaje en el individuo, que a medida que se va haciendo adulto, es más compleja su riqueza cultural, por lo que puede oponer más barreras para el cambio. Estos tipos de herencia se manifiestan en el proceso de aprendizaje, desde la psicología, como aprendizaje desde el punto de vista biológico y desde el punto de vista sociocultural (Correll, 1980); Pain (1983) dice que **el proceso de aprendizaje tiene cuatro dimensiones: biológica** (formas hereditarias, formas lógico-matemáticas y formas adquiridas en función de la experiencia del sujeto); **cognitiva** (el sujeto adquiere una conducta nueva, con una fase “legal” donde se reconocen las transformaciones de los objetos y sus relaciones mutuas, y el aprendizaje **estructural**, vinculado a la aparición de estructuras lógicas de pensamiento, por medio de la cual es posible organizar una realidad inteligible y cada vez más equilibrada); **social** (que comprende todos los comportamientos dedicados a la transmisión de la cultura, donde el sujeto histórico ejercita, asume e incorpora una cultura particular, en tanto habla, saluda, usa utensilios, fabrica y reza según la modalidad propia de su grupo de pertenencia, garantizando la continuidad del proceso histórico); **y como función del Yo** (referida a la capacidad de pensar y de actuar, de acuerdo con un contexto determinado).

Actualmente, y a pesar de todos los enfoques pedagógicos, el estudio del proceso de aprendizaje se ha tornado más interesante que el de la enseñanza, reconociendo que la mejor escuela no es la que más enseña, sino en la que más se aprende; así, la escuela debe ser un taller en donde los alumnos “izan” sus armas de estudio y se equipan con conocimientos autoadquiridos, porque cuando se aprende es un proceso de autoadquisición, enfatizando el proceso de aprendizaje en la educación, y privilegiando al alumno como sujeto del proceso educativo, como sostienen los promotores de la “escuela nueva”. La **educación** (como concepto más general) ha de extenderse al anchuroso mundo del aprendizaje, que comprende distintas dimensiones del hombre, más allá de la escuela (del currículum escolar), cruciales en el desarrollo de su personalidad: si el hombre es un devenir inacabado, sólo concluso con la muerte, la teoría de la educación no puede concebir la escuela como el lugar donde se transmiten saberes y se reciben en depósito (“educación bancaria”), puesto que, por muy importantes que sean pueden ser rebasados en poco tiempo. Educar es una acción más amplia, es capacitar para el aprendizaje en el doble sentido: de capacitación para solucionar situaciones conflictivas nuevas, y de invención y descubrimiento de verdades desconocidas. La escuela no puede transmitir depósitos de ciencia, sino que debe educar para la búsqueda de conocimientos nuevos o en la asimilación de los descubrimientos por otros, necesarios para solucionar mejor las dificultades verdaderamente existentes en la vida de cada uno de los educandos y de su colectividad; la educación es tanto mejor cuanto más agilice y cuanto menos se empeñe en estancar los conocimientos. En esta perspectiva del aprendizaje centrado en el alumno, el mejor profesor no es el que enseña mucho, sino el que capacita para aprender. Así, la escuela no puede educar para el exhibicionismo

erudito y malabarismo verbal, sino para la realidad en que se desenvuelve el educando, conectada con su territorialidad, su historia, y con sus condiciones de reproducción social y económica (Freire, 1994; Feroso, 1981). A pesar de que no existe una teoría acabada sobre el aprendizaje social, algunas ideas al respecto sostienen que los seres humanos aprenden las conductas que les exige su cultura, conductas socialmente estandarizadas, modos de pensar y conceptos de orientación, comprensión y percepción; que los seres humanos tienen una potencialidad ilimitada para reaccionar, aprender y aprehender, sólo modeladas por su entorno sociocultural; que la conducta humana es en su mayor parte aprendida, modelada por ideales de conducta que buscan una personalidad ideal, es decir, la imagen que buscan los maestros u otros personajes en los niños y adultos; que los seres humanos aprenden a comportarse, a pensar y a sentir de diversas maneras que dependen de la cultura que los rodea, incluso la especialización en ciertas habilidades puede estar condicionada por lo que la cultura valora y estimula; que el proceso de aprendizaje es fundamentalmente social, es decir, que las tendencias innatas de los individuos son modificadas, suprimidas o alentadas de acuerdo con las exigencias sociales que lo rodean, para producir medios estandarizados mediante los cuales satisfacer las necesidades primarias; que la socialización se lleva a cabo a través de una variedad de agentes culturales, entre los cuales la familia es el más poderoso, pero que se continúan con la escuela, el empleo, la religión, etc.; y que la mayor parte de la actividad humana es provocada por sistemas ocultos llamados motivos, que son impulsos secundarios superpuestos a los impulsos básicos universales. Estas ideas, actualmente tienen mayor influencia en el análisis y comprensión del proceso de aprendizaje, sobre todo cuando se habla del trabajo con adultos y en el medio rural (Taba, 1976).

Se reconoce que los seres humanos somos seres sociales, productos de la Historia. Sujetos y objetos, es decir, los hombres y los objetos interactuamos cotidianamente como partes de la práctica histórica social, en un momento histórico determinado, en el que reproducimos el modo de producción vigente, la política y prácticas institucionales y privadas; actividad misma que abarca nuestro nivel de conocimientos y nuestro desenvolvimiento social, y que al mismo tiempo que lo transformamos, somos transformados por el medio que nos rodea, en una interacción intensa con nuestro entorno. La influencia transformadora de esta actividad objetiva abarca el nivel cognoscitivo superior y los procesos sensoriales que dan lugar a la existencia del hombre; donde el aprendizaje es una manifestación de una relación cognoscente entre el sujeto y el objeto, y el conocimiento es actividad concreta y el sujeto es un ser, un conjunto de relaciones sociales (Schaff, citado por Ruíz, 1983). Vale la pena que las teorías del aprendizaje retomen esta visión histórico social, a partir del enfoque del materialismo histórico, en el que el aprendizaje se concibe como un proceso dialéctico en el cual la transformación de esquemas (organización de las experiencias producto de las interacciones sociales) cognoscitivos se da a lo largo del desarrollo biológico, social y psicológico del individuo, como producto de las prácticas sociales, ideológicas y económicas que caracteriza a una clase social determinada. El aprendizaje, es decir, la transformación de esquemas mentales (que no siempre aparece en ciertas etapas cronológicamente determinadas) se da como consecuencia de prácticas sociales, lo que a su vez produce la transformación de algunas de esas prácticas. En el ámbito educativo, una concepción del aprendizaje desde este punto de vista, es necesaria. El discurso educativo y científico conlleva una ideología que es aceptada o rechazada por el estudiante, si se le provee de los elementos teóricos

pertinentes para la formación de una actitud crítica, en interacción constante con su realidad social, lo cual no puede ser logrado si él no transforma sus esquemas referenciales (Ruíz, 1983).

Se pueden mencionar otros puntos de vista, pero como ejemplo bastan las que se enumeran para destacar la dirección del proceso educativo, sin querer ser dicotómicos. Pero en donde se quiere que centre su atención el lector (a), es en estos dos modelos: **el modelo mecanicista de educador a educando, y el método psicosocial**. El modelo de educador a educando, con sentido único, mecanicista, basado en la teoría conductista (de estímulo-respuesta) iniciada por Pavlov y perfeccionada por Skinner y otros pedagogos, deja en manos del educador (investigador-extensionista) la decisión sobre el cambio de conducta deseada (por la política agrícola estatal y por la globalización económica y política) para los educandos (campesinos). Sin el deseo de polemizar ni de profundizar sobre las concepciones del proceso de aprendizaje, se puede contraponer a la teoría de la conducta basada en el estímulo, la teoría pedagógica de Freire (1996) y su método psicosocial, que se han constituido en referentes de la “escuela nueva” en donde se retoma parte de su filosofía, amén de otros autores. Este pedagogo propone iniciar un proceso de autovaloración y concientización, partiendo de dos conceptos fundamentales: el hombre y el mundo. El mundo para Freire, es una realidad separada del hombre, que puede modificar e ir más allá de los límites que le impone el tiempo y el espacio; el hombre es trascendente, tiene capacidad de reconocer existencias diferentes a las de él: diferenciar su Yo y el de los demás. La propuesta de Freire busca en los educandos una toma de conciencia de sus propias situaciones vivenciales, fomenta en ellos la actitud crítica y reflexiva en torno a su vida y de la comunidad, y genera acciones con base en la reflexión. En los educadores

también se produce un proceso de obtención de conocimientos en torno a la realidad de los educandos, y entre ambos, un puente de comunicación que se sostiene en todo momento de sus relaciones.

Aunque se privilegia actualmente la estrategia que prioriza el aprendizaje sobre la enseñanza, conviene tener presente que, en cualquier enfoque pedagógico, siempre se tendrán presentes dos protagonistas en dicho proceso: el estudiante y el profesor. Desafortunadamente o no, dependiendo del punto de vista de quien lo analice, en esa relación docente-alumno, es el primero quien posee mayor experiencia y conocimientos, siendo el profesor quien propone la pauta en el tiempo y en el espacio, y el contenido programático curricular e ideológico de su conducta. Conforme se adopta una estrategia más horizontal y democrática en la práctica educativa, esa pauta se va haciendo más flexible, sobre todo a niveles superiores de la educación; y desde luego, entre más se relacione el contexto educativo con el entorno sociocultural, económico y político de los educandos, más se flexibilizan los contenidos curriculares, donde se posibilita la participación intencionada de los estudiantes, haciendo el proceso de aprendizaje más dinámico y participativo. Esta práctica coincide con la propuesta de Freire, donde la interlocución entre maestro y alumno se torna de doble entrada, de sujeto a sujeto. En el argot del investigador, estamos hablando de un verdadero facilitador de conocimientos, en un plano democrático, horizontal y participativo.

La capacitación técnica y educativa que se desea realizar en el medio rural se localiza en el contexto de una realidad cultural y socioeconómica total, puesto que las actividades de los campesinos en relación a fenómenos como siembra, cosecha, erosión, tecnología, reforestación, etc., tiene que ver con sus actividades religiosas, valores, costumbres y frente a la naturaleza, entre otras cosas. Como estructura, esta totalidad

cultural y socioeconómica no puede afectarse en ninguna de sus partes sin que haya consecuencias o efectos en las demás. Se deduce, por lo tanto, que el agrónomo, así como toda persona que trabaja en el medio rural, no puede cambiar las actitudes de los campesinos en relación a cualquier aspecto sin conocer la visión de mundo de éstos y sin confrontarla con la totalidad; en lo referente a las prácticas agrícolas, no puede desconocer el cúmulo de conocimientos empíricos que el campesino posee. Así pues, conviene repensar el método o enfoque pedagógico en los trabajos de investigación, capacitación y difusión técnica agropecuaria y forestal en el medio rural, sobre todo por sus efectos que tiene tanto en educadores como en los educandos, y retomar un enfoque bilineal, de doble entrada, donde los educandos son también educadores, y los educadores son asimismo educandos, reforzando la reflexión y concientización en la praxis educativa (Freire, 1996; Sánchez y Flores, 1990).

### **3.4.2. Las instituciones de educación agrícola superior, la investigación y extensión: problemas de formación agronómica.**

Es indudable que la educación profesional y técnica es una condición indispensable para el desarrollo rural, puesto que, de una u otra manera, es en los agrónomos y otros agentes de desarrollo donde descansa parte del compromiso de promoverlo, desde todos los ángulos posibles: investigación, extensión, educación, salud, etc., teniendo en sus manos una responsabilidad compleja. Y es desde esta perspectiva que adquiere una connotación especial y realmente trascendental, la formación profesional de los agrónomos y otros profesionistas con incidencia en el campo: qué filosofía, orientación y profundidad se requiere imprimir a dicho proceso educativo.

Actualmente, muchas instituciones de desarrollo y educativas, organizaciones civiles, así como ONGs nacionales e internacionales, reconocen que las universidades agrícolas de los países en desarrollo tienen un fuerte componente en las áreas técnicas al estilo de los países desarrollados, con el modelo occidental, con una formación y visión marginal de los factores socioeconómicos y culturales, lo que limita las posibilidades de que los agrónomos puedan interpretar, analizar y actuar en una realidad agrícola tan compleja, de tal manera que la formación profesional dirigida al desarrollo del sector agropecuario, está predominantemente orientada hacia la problemática de la agricultura empresarial, caracterizada por su asociación a mayor cantidad de recursos productivos y económicos, tecnologías complejas modernas y de mayor costo, a la lógica de la ganancia, cuya disponibilidad depende del acceso a infraestructura moderna, capitales de considerable magnitud, créditos y mercados accesibles, basados en un **modelo de mercado de universidad** (“corporativo de mercado”, Didriksson, 2005: 86) impulsado por la OCDE, el BM y el FMI principalmente. Aunado a esta situación, muchos de estos profesionales universitarios desconocen la realidad rural, particularmente la de los agricultores de subsistencia, su formación es generalmente teórica y muchos de ellos son de extracción urbana. Bajo estas condiciones, a los profesores y estudiantes de agronomía se les dificulta identificarse y comunicarse adecuadamente con la población rural y su situación económica, agroecológica y sociocultural, limitando su capacidad para involucrarse en ese contexto nuevo y desconocido.

Con las circunstancias descritas, surge una aparente antinomia entre la formación profesional de los agrónomos y la agricultura de subsistencia, cuyo contexto agroecológico, tecnológico, socioeconómico y cultural, y los mismos campesinos, son los objetos y sujetos naturales

del trabajo de investigación y extensión. En otras palabras, estamos formando agrónomos sólo para una de las agriculturas que coexisten en la realidad rural: la agricultura empresarial, negando la existencia, o por lo menos la atención de la agricultura de subsistencia. Pero,

¿Hasta dónde es real esta antinomia? ¿O es una política educativa agronómica dirigida desde el Estado a favor de un tipo de agricultura? ¿Por qué la educación superior, especialmente la agronómica, se inclina a servir al gran capital y a la agricultura empresarial? ¿Por qué perdieron la razón de sus seres, que son los **estudiantes y maestros**, y por qué perdieron la razón de su existencia, que es la **universalidad**? Analicemos brevemente cómo se desenvuelve esta aparente contradicción.

La **formación tradicional** del Ingeniero Agrónomo en el ámbito universitario se ha enmarcado en un diseño curricular, cuyos contenidos poseen una fuerte influencia tecnológica moderna industrial, lo cual ha conducido a que, en el campo profesional su actitud tenga acciones predominantemente científicas y tecnologicistas. En este marco, la educación agronómica (y por ende la extensión rural) tradicional, ha sido entendida como una “herramienta” cuyo propósito era y es “recetar al futuro profesional un listado de conocimientos y métodos técnico-científicos, y formas de comunicarse, para que luego pueda recetar bien a los productores los conocimientos que se quieren transmitir” (Sánchez et al, 2006). Esto se debe a que en el proceso de educación del agrónomo **predominan en su enseñanza-aprendizaje, teorías y metodologías de tipo tradicional de estímulo respuesta**, de educador a educando, en la que el estudiante juega un papel pasivo. Con este sistema educativo, los agrónomos son preparados para dar respuesta a la problemática productiva y técnica, sobre todo de los agricultores empresariales, pensando más en los efectos que en las causas, y creyendo que

al producir tecnología están haciendo ciencia, en el ya citado modelo de mercado de universidad.

A pesar de todo, reconociendo que se ha menospreciado a la agricultura de subsistencia, muchas universidades en México siguen con el mismo patrón de formación profesional, **sin transformar a fondo su currícula**, con la misma información técnica y científica cargada de la influencia de los países desarrollados, sin saber si se adecúan a las condiciones agroecológicas de los productores del país, y mucho menos de los agricultores más pobres, de tal manera que no se destinan esfuerzos suficientes al aprendizaje y creación de tecnologías apropiadas a los distintos sistemas productivos de las diferentes zonas agroecológicas, y de los diferentes estratos de productores de México.

Y se siguen menospreciando los aspectos económicos, sociales y culturales en que se desenvuelve la economía campesina, llevando a la agricultura mexicana a una crisis, y a una crisis en la educación agrícola superior, por una serie de **políticas equivocadas**, entre las que destacan (Castaños, 1997; Aguillón, 1997):

- a) Falta de voluntad política de quienes rigen los destinos de nuestro país para impulsar las medidas que permitan un auténtico desarrollo de la sociedad rural.
- b) a política macroeconómica ha favorecido el desarrollo de otros sectores de la economía y de la sociedad, dejando en el abandono a la inmensa mayoría de los campesinos.
- c) Se ha observado una limitada participación de los campesinos en la fijación de las estrategias a desarrollar en la actividad agropecuaria y forestal.
- d) La política agropecuaria y forestal ha estado en manos de personas sin conocimiento y sin compromiso con el sector social de nuestra agricultura.

- e) La polarización en la distribución del ingreso, polarizado aún más por la apertura comercial.
- f) Desorden financiero, pérdida del empleo y el incremento de la emigración sobre todo en las zonas rurales.
- g) Privatización de la investigación y extensión agrícola, con fuerte apoyo a la privatización de la educación superior, provocando el surgimiento de escuelas sin control de calidad educativa (escuelas “patito”).

Un nuevo planteamiento en la formación profesional necesariamente debe tomar en cuenta estos factores y otros problemas de la realidad agrícola mexicana, como las siguientes: es muy poco probable la expansión de la frontera agrícola, y si se logra alguna apertura de tierras a la agricultura, serán de baja calidad; introducir riego a las tierras cultivadas es muy limitado, por la disponibilidad de agua, siendo actualmente sólo de aproximadamente 6 millones de hectáreas de riego; el proteccionismo comercial se ha constituido en una barrera para los productos nacionales; cerca del 72 % de las tierras agrícolas tienen algún grado de erosión; solamente el 15 % de la superficie agrícola es plana y semiplana, dificultando el uso de maquinaria; de todos los productores, sólo el 2.5 % utilizan paquetes tecnológicos modernos, 7.5 % usan algún componente de dichos paquetes, y el 90% son campesinos que practican agricultura tradicional; la maquinaria agrícola, los fertilizantes y otros insumos agroindustriales se producen en el extranjero o con tecnología extranjera; dado que el modelo de desarrollo fue inspirado en la revolución verde, se perdió el rumbo en la formación del agrónomo como agente de cambio con sentido social; y, entre otros problemas, las instituciones de educación superior se desvincularon del entorno (contexto) agropecuario y forestal nacional y se replegaron a los claustros académicos, creando

“verdades universitarias” (Castaños, 1997). Aparte de todo esto, en el escenario global y nacional, se enfrentan variables estructurales con mayor impacto en el futuro global, como: reestructuración geopolítica y geoeconómica, procesos de globalización de la información y de la economía, amenaza ecológica global, crecimiento demográfico excesivo y procesos de democratización y paz (Victorino, 2010: 250).

A decir de Zepeda y Lacki, (2003), existe un desencuentro entre lo que se enseña y lo que se necesita aprender. Se enseña -en el aula- materias de escasa aplicación en el ejercicio profesional y no se enseñan -en forma práctica- conocimientos requeridos por la mayoría de los profesionales para el ejercicio cotidiano de sus labores. Se ha preferido **consumir conocimientos en lugar de generarlos** y, como consecuencia, se forman profesionales dependientes y consumidores de conocimientos, en lugar de profesionales independientes y creativos, comprometidos con la generación de los conocimientos y con la búsqueda y aplicación de soluciones ad hoc a los problemas y potencialidades de cada comunidad, de cada estrato de agricultores. Las repercusiones de este proceder son muy importantes, pues los graduados se forman para aplicar “recetas” en vez de formular soluciones, de tal manera que cuando se enfrentan a situaciones nuevas, carecen de conocimientos y de las herramientas técnicas para resolver los problemas; y como las situaciones son generalmente nuevas, los profesionales no tienen las “recetas”, y como no saben crearlas, no tienen capacidad para solucionar esa problemática concreta de los agricultores. En estas condiciones resulta muy difícil para los profesionales desenvolverse dentro de la diversidad y especialmente de la adversidad que la realidad ofrece. Las “recetas” de la Facultad no les resuelven los problemas prácticos que deberían enfrentar en su quehacer cotidiano.

El problema de la producción y productividad, sobre todo con los pequeños agricultores y de subsistencia, la creciente importación de alimentos, el fracaso relativo de los programas de desarrollo rural, el aumento relativo de la pobreza en el campo, entre otros aspectos, **muestran el desencuentro** entre las soluciones que se les ofrecen a los agricultores y las que ellos realmente necesitan; también indican que las escuelas y facultades de agronomía no están formando profesionales para la agricultura real y esto ocurre, muchas veces, porque las mismas Facultades no conocen suficientemente dicha realidad. El **desempleo y subempleo de los agrónomos es otro importante síntoma de este desencuentro**, porque advierte que su formación es inadecuada para las necesidades de los demandantes –agricultores empresariales y campesinos–, máxime si se considera que: la agricultura necesita en forma urgente aumentar sus rendimientos y disminuir sus costos; para ello se necesitan tecnologías apropiadas en la agricultura, ganadería, forestería y actividades agrosilvopastoriles, que deben ser proporcionadas por los profesionales en ciencias agrícolas. Estos son elementos que demuestran evidentemente el **desencuentro** entre oferta educativa y demanda ocupacional (Zepeda y Lacki, 2003), con la formación tradicional (y pensando en el mercado) de los agrónomos.

La **planificación** de la educación superior en agronomía es otra de las deficiencias que se pueden enumerar en este **desencuentro**. Este factor queda al descubierto por el crecimiento explosivo de la matrícula que se dio en el pasado reciente, que no permitió ofrecer una educación de calidad, porque no existían las herramientas ni las condiciones que hubieran permitido aplicarlas, pues se exigía a la educación agrícola superior respuestas rápidas a realidades apremiantes. En esas condiciones, resultó muy difícil encontrar en tan breve plazo profesores idóneos

y en número suficiente para ampliar la atención educativa en proporción a la expansión de la demanda. Por esta razón, muchos profesores, de ser estudiantes pasaron al ejercicio profesional sin experiencia profesional alguna, y a pesar de sus buenas calificaciones, vocación y buena voluntad, la falta de contacto con la realidad del campo y con su práctica profesional, los ha limitado en su papel como docentes. Si a esto le agregamos que los estudiantes fueron reclutados de la misma institución, se entiende que hubo un proceso de “autofecundación”, de endogamia, por lo que el nuevo docente no introdujo innovaciones de contenidos y métodos a su desempeño docente, y mantuvo las mismas distorsiones que se vienen perpetuando. La falta de planificación impidió que los programas fueran efectivos, porque muchos de ellos se enfocaron a profundizar conocimientos teóricos en temas muy específicos y en disciplinas de alta especialización, susceptibles de ser adoptados apenas por una minoría de agricultores, subestimando la capacitación en temas de real relevancia y aplicabilidad para egresados y agricultores.

La designación de **recursos materiales y financieros** es otra de las deficiencias en la formación profesional de los agrónomos, que fueron y son insuficientes y de calidad limitada. Este factor incluye laboratorios de mala calidad o casi obsoletos, debido a que muchos de los equipos fueron donados de otras instituciones internacionales o comprados fuera de “moda”; la bibliografía (externa), resultó poco pertinente para la diversidad agroecológica del país, ya que se refería fundamentalmente a la agricultura moderna; la maquinaria agrícola, de mala calidad y poco apropiada para la pequeña agricultura, pues está adaptada para la agricultura a gran escala; los recursos financieros para cubrir las necesidades de prácticas de campo y laboratorio, viajes de estudio, estancias, etc., limitaron el aprendizaje práctico de los futuros profesionales.

Asimismo, vale la pena destacar la **formación profesional fragmentada de los agrónomos en contraposición a una formación integral**. En la mayoría de las universidades, la formación de los profesionales de las ciencias agrícolas ha dejado de lado la globalidad de los procesos de la agricultura, y ha olvidado la realidad de los pequeños agricultores y de subsistencia, y de sus sistemas productivos, integrados y diversificados. La sobreespecialización y la excesiva proliferación de diversos títulos profesionales no responden a las necesidades de los sectores mayoritarios de los agricultores que, aunque es más evidente en la agricultura de subsistencia, también afecta a los medianos y grandes productores, porque éstos no sólo tienen problemas aislados de suelo, plagas, enfermedades, administración o nutrición. Esta fragmentación lleva a un limitado aprendizaje, a la falta de contenidos relevantes para dar respuesta a una realidad específica e integral, a que sean profesionales poco creativos, inseguros y con baja eficiencia terminal. Esto da pauta a pensar que el país necesita profesionales con una formación integral, con una visión sistémica, y ya no con el enfoque de formación por disciplinas, que es la ruta más corta para la fragmentación de la educación y del conocimiento, con sus consecuencias a la hora de incidir en la realidad diversificada, concreta e integrada, en todos sus factores que interactúan en las actividades económicas, productivas, tecnológicas y socioculturales (Zepeda y Lacki, 2003).

Con todas estas limitantes, amén de otras, no es de extrañar que los conocimientos transmitidos a los alumnos **sean socialmente irrelevantes y que exista un bajo nivel de aprendizaje**; y cuando estas dos debilidades se juntan, es evidente que no puede haber una adecuada preparación de los profesionales para el mundo del trabajo, sobre todo cuando éste ya no es necesariamente el mundo del empleo público,

por la creciente ola de privatización que prevalece en los centros, instituciones, dependencias públicas y muchas paraestatales relacionadas con el agro, y en los procesos de investigación y extensión, incluso en la educación media superior y superior.

Pero, además de los problemas con los contenidos técnico-científicos y metodológicos en las áreas del conocimiento de la currícula de los agrónomos, sobre todo en comunicación y capacitación, falta de recursos, su formación profesional fragmentada y el asunto de la formación pedagógica de la mayoría de los docentes que laboran en las escuelas y facultades de Agronomía, existe el **problema del enfoque pedagógico o educativo** con que se forman. En general, los métodos de enseñanza que se utilizan en las facultades de ciencias agrícolas tienen un carácter lectivo y poco participativo, y no conducen al cuestionamiento crítico de las realidades de los futuros interlocutores de los profesionales: los agricultores y los servicios de apoyo; tampoco fomentan la iniciativa, creatividad, compromiso y responsabilidad social de los futuros profesionales para transformar las adversidades y deficiencias existentes en la agricultura de subsistencia y agricultura empresarial.

Este enfoque pedagógico, de carácter lectivo y poco participativo, y sin el deseo de polemizar ni profundizar en el tema pedagógico, a decir de Freire (1996), corresponde a una concepción “bancaria” de la educación, que así conviene a los intereses del mismo sistema económico y político para su consolidación y reproducción. La concepción “bancaria” de la educación se refiere a la realidad como algo detenido, estático, dividido, donde el educador (el maestro o el agrónomo) es el sujeto real que tiene como tarea “llenar” a los educandos (alumnos o campesinos) con los contenidos de su narración; contenidos que sólo son retazos de la realidad, desvinculados de la totalidad en que se engendran

y en cuyo contexto adquieren sentido. La narración, cuyo sujeto es el educador, conduce a los educandos a la memorización mecánica del contenido narrado, y los convierte en “recipientes” que hay que llenar; y mientras mejor llene con sus “depósitos” a los “recipientes”, mejor educador será; y mientras mejor se deje “llenar” dócilmente, mejor educando será. En vez de comunicarse consciente y críticamente, el educador hace comunicados y depósitos que los educandos reciben pacientemente, memorizan y repiten y repetirán como profesionales. De este modo, la educación se transforma en el acto de depositar, de transferir, de transmitir valores y conocimientos, consolidando y reproduciendo el sistema dominante (capitalista).

Las características principales de este enfoque educativo (bancario) son los siguientes (Freire, 1996): el educador es quien educa, el educando el que es educado; el educador es quien sabe, el educando quien no sabe; el educador es quien piensa, el sujeto del proceso, los educandos son los objetos pensados; el educador es quien habla, el educando quien escucha, el educador es quien disciplina, el educando es el disciplinado; el educador es quien opta y prescribe su opción, el educando es quien sigue la prescripción; el educador es quien actúa, el educando tiene la ilusión que actúa, en la actuación del educador; el educador es quien escoge el contenido programático, el educando a quien jamás se escucha, se acomoda a él; el educador identifica la autoridad del saber con su autoridad funcional, la que opone antagónicamente a la libertad del educando, y el educando se adaptan a aquel; y el educador es el sujeto del proceso, el educando es mero objeto.

En la medida que esta concepción elimina el poder creador de los educandos o los minimiza, estimula su ingenuidad y no su criticidad, a fin de lograr una mejor adaptación a la situación educativa que promueve

el Estado que, a la vez, permita una mejor dominación y consolidación de los contenidos programáticos de la educación superior, donde se proliferan los conocimientos técnico-científicos y metodológicos preferentemente de los países desarrollados, de las compañías transnacionales y nacionales, asegurando un mercado de formación profesional y de colocación de las mercancías (insumos, maquinaria y equipo) generadas en esos países o en “ensambladoras o maquiladoras” ubicadas en el país. Obviamente, esta estrategia educativa y mercadotécnica va en contra de la mayoría de los productores agropecuarios y forestales de México, con las consecuencias ya mencionadas en otros apartados.

Con esta caracterización de la formación profesional de los agrónomos, y obviamente de los investigadores y extensionistas, se puede regresar a la interrogante que se plantea al inicio de este tema: **¿Existe realmente esa antinomia entre la formación profesional de los agrónomos y la agricultura de subsistencia?** Se puede sugerir dos tipos de respuestas: primero, si se piensa en la planificación de la educación desde el Estado, tenemos que aceptar que dicha planificación es una acción dirigida a consolidar las bases del sistema vigente y a reproducirlas para que perdure en el tiempo y el espacio; no se trata de “olvidos” en la planificación educativa, cifrada en el papel que juega la educación en el sistema capitalista, donde se forman los cuadros profesionales en todos los ámbitos del conocimiento, que luego educan a niños, adolescentes y adultos, reforzando el individualismo, generalmente bajo la misma óptica, es decir, bajo el mismo enfoque educativo y los mismos contenidos programáticos, prácticamente en todos los niveles educativos, orientados al consumismo de mercancías en general, que nos llevan al consumismo en la educación superior y en el campo de mercancías en forma de conocimientos, insumos agroindustriales, maquinaria y

equipo agropecuario importados, en vez de generarlos y experimentarlos internamente y en las condiciones de los productores mexicanos, sobre todo los de subsistencia. En resumen, en la planificación de la educación superior (y en prácticamente todos los niveles educativos) desde el Estado, desde el punto de vista de quien esto escribe, **no existe antinomia**, sino toda una política articulada, que persigue objetivos claros y precisos en pro del sistema económico y social vigente.

**Segundo**, la **antinomia sí existe** entre la formación profesional de los agrónomos y la realidad de la agricultura campesina, cuyos elementos han quedado expuestos en este apartado y en otros donde se analiza la realidad agroecológica, tecnológica, socioeconómica y cultural de la agricultura de subsistencia, y su diferente racionalidad económica con la agricultura empresarial. Antinomia que empieza, ahora sí, desde la planificación de la educación en todos los niveles, desde el modelo agrario neoliberal caracterizado por la reforma agraria vigente, por la apertura comercial, por la modernización del campo (con tecnología moderna), por el retiro financiero del Estado del campo, por la privatización de instituciones y dependencias públicas, de la investigación agrícola y del extensionismo, entre otros, y desde luego, por la orientación de la formación profesional de los agrónomos, que luego son los educadores, investigadores y extensionistas o asesores técnicos que inciden en el campo; que en conjunto, en vez de querer ayudar a mejorar, dan la impresión de querer acabar con la agricultura campesina, sustentada esta opinión por la creciente pobreza en el campo, la desintegración familiar campesina, la exclusión social, el incremento de la emigración, la creciente venta de tierras ejidales a los capitalistas, el abandono de tierras por los campesinos urgidos por buscar otras fuentes de ingreso fuera de la actividad agropecuaria y forestal, la feminización del trabajo agrícola, etc.

Este es parte del contexto de la educación agrícola superior en general y la formación profesional de los agrónomos, y las contradicciones que coexisten con la perspectiva de querer mejorar el bienestar de la vida en general de los productores rurales, y de querer promover el desarrollo rural con carácter sustentable e integral.

### **3.4.3. Propuesta de una educación agronómica pertinente a la realidad rural.**

El recorrido que se ha realizado hasta este apartado temático, y en el que se espera que el lector (a) haya seguido, permite visualizar y develar la retrospectiva (pasado) contextual que hemos vivido en el terreno educativo de la agronomía y la realidad campesina, sin olvidar que este mismo contexto es el escenario de nuestro máximo interés: los procesos de educación, investigación y transferencia de tecnología agrícola. También esta caracterización debe permitir intentar una situación prospectiva (a futuro) para esbozar un planteamiento general, desde otra perspectiva, hacia dónde y cómo encaminar nuestros pasos en nuestra formación profesional formal e informal, para ser parte intrínseca de los procesos de desarrollo rural, o como se le quiera llamar a la dinamización del campo para mejorar la calidad de vida de sus pobladores, sobre todo en esta era de la “sociedad de la información” (“sociedad del conocimiento” de manera coloquial) (Mata, 2001: 371; Didriksson, 2005: 27; Mena y Ramírez, 2014: 133; De Souza y Victorino, 2010: 39).

Si queremos realmente promover el cambio cuantitativo y cualitativo profundo en el medio rural (lo que implicaría el cambio en los otros sectores de la economía, pues no existen separados), es necesario cambiar la orientación y el enfoque de la educación superior, no sólo en la formación

profesional del agrónomo, sino en todos los niveles de la educación formal. En este esfuerzo, el Estado tiene mucho que opinar y decidir.

La discusión de cómo, con qué y hacia dónde dirigir la formación del nuevo agrónomo, pensando en su labor como docente, investigador y extensionista, tiene muchas aristas, que depende de la óptica de quien intenta su análisis. A partir de esta consideración, y basado en los diferentes autores citados, se plantea una ruta que puede servir de punto de partida para la reflexión, al menos para comprender la necesidad del cambio en la orientación y visión en la formación profesional de los agrónomos, reconociendo que los conocimientos y la tecnología tendrán mucho que decir en la organización socioeconómica de las sociedades en el siglo XXI.

Zepeda y Lacki (2003), Mata (2001), Muro (2000), Sepúlveda (1992), Victorino (2010) y otros autores citados en este apartado, afirman que el proceso de cambio de la educación, investigación y extensión, debe comenzar en las universidades agrícolas, ya que en ésta se forman aquellos que formulan y ejecutan las políticas agrícolas canalizadas al apoyo de la agricultura, fundamentalmente de subsistencia; y aquellos que aplicarán concretamente esas políticas: los investigadores, extensionistas y asesores técnicos; sugiriendo que los estudiantes deben tener oportunidades reales de convivir con los agricultores, en sus unidades de producción o en sus comunidades, para interactuar con ellos e interiorizarse en su problemática y potencialidades, al mismo tiempo que conocen con sentido crítico el funcionamiento, objetivos, estrategias, deficiencias y potencialidades de las instituciones de apoyo al agro.

Los agrónomos deberán estar conscientes que su labor no sólo tiene un carácter técnico-productivo, sino que enfrentarán problemas complejos económico- financieros, sociales, culturales, políticos, ecológicos, de comunicación, entre otros, que coexisten sistémicamente en

la vida rural, y donde inciden otros actores sociales con objetivos y estrategias específicas, lo que exige que, el agrónomo sea capaz de analizar con sentido crítico esa realidad y pueda involucrarse adecuadamente en ella, y coparticipar en las actividades que atañen a la vida campesina.

En general, esta estrategia significa revolucionar el proceso de formación de los agrónomos. Algunos de los elementos para sustentar esta propuesta, de alguna manera, son los que se han venido criticando como **factores o limitantes**, y **son los siguientes**: la orientación de la política educativa, el enfoque disciplinario de la educación, la visión “bancaria” de la educación, el contenido programático de los conocimientos impartidos, la separación entre teoría y práctica en la formación profesional, la separación entre el conocimiento formativo en el aula y la realidad rural, la separación entre formación agronómica y formación extensionista, y el modelo o método de investigación institucional convencional.

La **orientación de la política educativa**, como se sostiene en el apartado anterior, está supeditada a los objetivos generales de consolidación y reproducción del sistema dominante, en cuanto a factores económicos, sociales y políticos se refiere. El Estado (y el gran capital) no está dispuesto a permitir que la educación se salga de sus manos y permita formar futuros profesionistas críticos, independientes, que promuevan cambios radicales en el sistema, a partir de perspectivas más liberadoras y democráticas, no sólo por no convenir a los intereses de los grupos políticos y económicos nacionales dominantes, sino por la influencia y dependencia internacional en lo económico, tecnológico y político. Para nadie es un secreto la influencia que tienen las instituciones como la OCDE, el BM, el BID, el FMI y las grandes empresas internacionales en la economía y tecnología, que imponen su criterio

y condiciones para el otorgamiento de créditos y para la adquisición de innovaciones tecnológicas. Pero el asunto decisivo es que mediante la educación, de manera abierta y tácita, se reproduce la forma de vida que domina en el sistema, encaminada a la búsqueda de una vida fácil, de escalar posiciones económicas y políticas sin compasión, de búsqueda de ganancia desmedida, de especulación económica, de un individualismo reconcentrado, hasta las formas de corrupción que se reproducen desde las más altas esferas del gobierno y de empresas nacionales y transnacionales hasta los estratos más bajos, asegurando la reproducción del sistema capitalista. Y cuando algo o alguien (organizaciones sociales, sindicatos, etc.) se sale de esta política, el Estado responde con la represión velada o abierta, como se puede recordar y comprobar con algunos movimientos sociales a lo largo de la historia de México, incluso recientemente. Se necesita una política estatal y educativa diferente, si queremos incidir con acierto con y para los productores rurales en el sector agropecuario, donde el estado tiene mucho que decir y aceptar, si existe verdadera voluntad de promover el cambio.

El **enfoque disciplinario de la educación agrícola superior**, pues es la que nos atañe, se ha criticado desde hace mucho tiempo como formadora de profesionistas con enfoques parcializados de la realidad agropecuaria, lo que ha provocado el desencuentro entre agrónomos y agricultura de subsistencia. Las consecuencias se han venido comentando desde temas atrás. Lo importante en este momento es que, si estamos de acuerdo, es necesario cambiar a un **enfoque educativo por sistemas u holístico**, integral, con un **modelo social de universidad**, con una visión diferente sobre la **pertinencia y la calidad** de la educación universitaria, sin pensar en el mercado o la “rentabilidad educativa” como eje de la educación, sino con un enfoque social (Didriksson, 2005: 88),

que proporcione una formación diferente en la visión de los futuros agrónomos sobre el contexto agropecuario, que será su contexto de trabajo.

No cabe duda de que la visión “**bancaria**” de la educación prevalece en muchas escuelas y facultades agrícolas, por lo que hay que revolucionar este proceso. Existen propuestas con diferentes enfoques que vale la pena revisar, pero para el caso, es suficiente la propuesta de Freire (1996) conocida como educación “liberadora problematizadora”, que ha sido apoyada y promovida por diversos autores y organismos independientes que lo están aplicando. La educación “liberadora problematizadora”, según Freire, ya no es un acto de depositar, transferir o transmitir conocimientos a un estudiante pasivo (objeto del conocimiento), sino que es un acto cognoscente, que antepone la exigencia de la superación de la contradicción educador-educando para dar paso a una relación dialógica, indispensable en la cognoscibilidad de los sujetos cognoscentes; de este modo, el educador es también educando, y el educando es también educador, transformándose ambos en sujetos del proceso educativo, mediante el cual se transforman, educándose en comunión o en la colectividad, donde su situación problemática y el mundo son los mediadores. Esta propuesta tiene las siguientes características: no es el acto de depositar conocimientos y valores a los educandos, sino un acto cognoscente; supera la contradicción educador y educando, y los transforma en educador-educando y educando-educador (de sujeto a sujeto); es una relación dialógica; es de carácter auténticamente creativo y educador; establece una forma auténtica de pensamiento y acción, a través de la captación y comprensión del mundo, dinámico, dialéctico; posee un carácter crítico; parte del carácter histórico y la historicidad de los hombres; promueve la superación de la falsa conciencia del mundo: de la conciencia mágica a la conciencia crítica; sirve como instrumento

de liberación; estimula la creatividad de los hombres, la reflexión y acción verdaderas sobre la realidad. Esta propuesta educativa Freiriana ha sido reforzada por las propuestas de la “escuela nueva”, Piaget y la recuperación de la propuesta de Vigosky, con una visión contextual-holística del mundo, bajo los nombres de constructivismo y teoría crítica de la escuela de Frankfurt, donde el conocimiento debe ser: crítico, contextual y humanista (De Souza y Victorino, 2010: 25, 49-50).

El contenido programático de los programas de estudio, la separación entre teoría y práctica en la formación profesional, la separación entre conocimiento formativo y la realidad rural campesina, y la separación entre formación agronómica y formación extensionista, de manera general se le puede llamar con un solo nombre: perfil **profesional o perfil del egresado**, entendiéndolo por éste (Zepeda y Lacki, 2003) como el conjunto de características que debe tener el profesional de las ciencias agrícolas, una vez que concluye sus estudios. El perfil profesional a su vez permitirá facilitar un buen diseño curricular y la formación del profesional que se desea formar para servir a la sociedad, donde se definen las características que se espera tenga el futuro egresado, en relación con los conocimientos, habilidades - intelectuales y motrices-, comportamientos y aptitudes emocionales que deberá desarrollar a lo largo de su formación profesional dentro de la institución educativa; y por otro lado, el perfil del futuro egresado debe surgir de las condiciones concretas a las que sirve la Facultad, para que pueda responder a la problemática y ofrecer soluciones específicas a esa determinada realidad agropecuaria y forestal. Los mismos autores citados dicen que los objetivos de la educación sugeridos por la UNESCO son: aprender a conocer (conocimientos); aprender a hacer (habilidades intelectuales y motrices); aprender a ser (comportamientos); aprender a vivir juntos

(aptitudes emocionales); y aprender a vivir juntos sin comprometer el ambiente (educación para un desarrollo humano sustentable). Las características educativas que proponen los autores coinciden con los objetivos de la UNESCO, y deberían orientar la educación profesional de los futuros agrónomos, para satisfacer los requerimientos de pertinencia y calidad de ese nuevo perfil.

Se trata, entonces, de superar las deficiencias y desencuentros entre teoría y práctica, entre la realidad rural –sobre todo campesina- y la formación profesional, y necesariamente entre formación agronómica y formación extensionista, que en conjunto dan integralidad al perfil profesional de los egresados. Este conjunto implica la relación entre otro conjunto de acciones que integran asimismo la educación superior agrícola: docencia-investigación-extensión. En este documento se ha venido relacionando la acción de la investigación y extensión; vale la pena ahora expresar una opinión respecto a la relación de esta trilogía. Se entiende que en la docencia, en palabras de Freire (1996), y Zepeda y Lacki (2003), De Souza y Victorino (2010), entre otros autores citados aquí, dicen que, en el proceso de aprendizaje, es el alumno el centro de atención y de la acción basada en su participación activa, el aprendizaje su objetivo, y el núcleo de la actividad docente es la problematización de la realidad concreta (el contexto), para darle un enfoque de sujeto a sujeto, problematizador, horizontal; y ésta debe tener carácter creativo y humanista: creativo y creador para buscar y crear respuestas a la problemática compleja y multifacética del medio rural, y humanista porque sólo habrá verdadero desarrollo si las familias rurales son y están motivadas para promover su autodesarrollo, quieren y puedan hacerlo, donde los profesionales que intervienen en el campo agropecuario (políticos, docentes, investigadores, extensionistas y asesores técnicos) deben asumir su responsabilidad y los

desafíos correspondientes para contribuir a terminar con la injusticia y desigualdad económica y social.

De los investigadores y extensionistas, se viene sosteniendo que deben tener y promover un carácter participativo, romper con los esquemas verticales y exógenos, para involucrarse e integrarse a la vida campesina, con y para los productores rurales, donde su actitud debe cambiar: de aplicar programas definidos desde afuera y desde arriba, a ser verdaderos facilitadores de un proceso endógeno y horizontal. Obviamente, esta actitud debe empezar en la Facultad, con la investigación y extensión en la universidad, donde nuevamente los docentes son partes de estos procesos. Los alumnos deben ser sujetos de estas acciones, con sentido crítico, propositivo y creador, pues así inician desde el aula su proceso emancipador de la tutela docente (en la educación bancaria). Esta actitud reforzará su acción en la realidad campesina ya como profesionistas, facilitando su transformación en verdaderos actores sociales en la investigación y extensión participativa.

Así, dicen Zepeda y Lacki (2003), la investigación con rostro humano constituye, por lo tanto, el punto de partida para hacer factible el crecimiento agropecuario con equidad. Ésta propone que se enfatice en las tecnologías de proceso y no en las de producto; en las que requieren de insumos intelectuales y no tanto en las que ocupan insumos materiales (externos); en las tecnologías biológicas y no tanto en las tecnologías químicas y mecánicas; en sistemas globales diversificados e integrados de producción agrícola, pecuaria, forestal y agrosilvopastoril y no en rubros y disciplinas en forma individual y aislada. Esta formación en la investigación debe permitir formar cuadros técnicos y científicos con una visión crítica; que puedan y sepan darle “valor agregado” al conocimiento disponible; y que confronten la teoría con la práctica,

debiéndose integrar la investigación como actividad curricular desde el inicio de la carrera, otorgándole tiempo y facilidades al estudiante para que se dedique a estas actividades, estableciendo procedimientos de seguimiento del trabajo del alumno y asignándole un valor a sus resultados. Mientras que la extensión en la formación profesional de los egresados, debe cubrir dos roles: como una función de docencia dentro de la institución y como un servicio de la institución hacia la sociedad rural, constituyéndose en una actividad formadora, que los “conecta” con el contexto de la realidad rural, atacando el desencuentro entre la formación profesional de los egresados y la realidad agropecuaria; es necesario repetir que el carácter de la extensión también debe tener sentido crítico, creador, propositivo y participativo; así, los estudiantes se darán cuenta de que: las necesidades reales de los agricultores son distintas de las necesidades aparentes que se discuten en la academia, pues esta última está fuertemente influenciada por la tecnología, formación de posgrados y bibliografía extranjera, diseñados para privilegiar a la agricultura empresarial; por la visión atómicoista, positivista y disciplinaria de la formación profesional, olvidando que la agricultura, sobre todo la de subsistencia, es integral e incluye todos los aspectos de la vida campesina; y que la visión del desarrollo se aborda más pensándolo como un problema de disponibilidad de recursos y no como un problema de conocimientos. Esta visión de la extensión, así como de la investigación, obliga a establecerla como una actividad obligatoria de la currícula de las facultades de ciencias agrícolas.

El punto de partida, en esta propuesta, es la educación problematizadora- liberadora, donde el educador ya no es solo el que educa, sino que, en tanto educa es educado a través del diálogo con el educando, quien, al ser educado, también educa, constituyéndose la docencia, la investigación

y la extensión en una unidad integrada, holística, dialéctica, que en la vida real es imposible de separar y debe ser parte inalienable de la conducta del profesional de la agronomía. Así, una educación problematizadora-liberadora es una educación dialógica. No hay diálogo si no existe confianza en los hombres en su capacidad de crear, de transformar, de ser más. El hombre dialógico sabe que el poder de hacer, de crear, de transformar es un poder de los hombres y sabe también que ellos tienen, enajenados en una situación concreta, ese poder disminuido. El hombre dialógico sabe que este poder puede constituirse, no gratuitamente, sino mediante la lucha por su liberación. Con la instauración del trabajo libre y no esclavo, trabajo que otorgue la alegría de vivir. Sin esta confianza en los hombres ese diálogo se transforma en manipulación paternalista. Hablar de democracia y callar al pueblo es una farsa. Hablar de humanismo y negar a los hombres, una mentira. La deshumanización, que resulta del orden injusto, no puede ser razón para la pérdida de la esperanza, sino, por el contrario, debe ser motivo de una mayor esperanza, la que conduce a la búsqueda incesante de la instauración de la humanidad negada en la injusticia. Para el pensar ingenuo lo importante es la acomodación al presente normalizado; para el pensar crítico, la permanente transformación de la realidad, con vistas a una permanente humanización de los hombres, es una necesidad (Freire, 1996).

Por lo tanto, la idea integradora entre educación, investigación y extensión que se desea se tenga presente, es que el conocimiento de lo cotidiano (empírico) del contexto rural debe articularse con el conocimiento que se deriva de la reflexión teórica, convirtiéndose en el punto de partida para la construcción de nuevos conocimientos, con-

struidos socialmente por los sujetos en acción colectiva y con sentido crítico, haciendo énfasis en procesos participativos, en relaciones horizontales, democráticos, interpersonales, es decir, entre mayor sea la relación que el educando encuentre entre aquello que estudia y su vida pasada, presente y futura, mayor deberá ser su empeño y dedicación por conocer, aprehender y actuar en la realidad que le corresponda.

De esta manera, a estas alturas del presente documento, se ha intentado amarrar una propuesta integral, que se espera ayude a reflexionar sobre los grandes problemas educativos y de desarrollo rural en México, y sobre algunos retos de la educación superior, a saber: constituirse en “la puerta de acceso a la sociedad del conocimiento ... en el sentido más amplio, que la propone como un espacio de innovación permanente e integral, clave para la articulación de una nueva concepción social que persiga un crecimiento autosostenido y un desarrollo más equitativo” (Durán, citado por ANUIES, 2004); atender con calidad a una población estudiantil en constante crecimiento, como resultado de la dinámica demográfica del país y la expansión de la matrícula (...) de educación superior (...); ofrecer servicios de gran calidad que proporcionen a los estudiantes una formación que integre elementos humanistas y culturales con una sólida capacitación técnica y científica. De esta manera, los egresados universitarios podrán estar en condiciones de insertarse en el proceso de desarrollo de nuestro país promoviendo activamente una cultura científica y tecnológica, así como los valores del crecimiento sustentable, la democracia, los derechos humanos y el combate a la pobreza, con miras a una sociedad global, armónica y solidaria en la que prevalezcan dichos principios (ANUIES, 2004).



# **CAPÍTULO IV**

## **LA AGRICULTURA Y LA TRANSFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE MÉXICO**



## 4.1.- LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS PRIMARIAS EN MÉXICO.

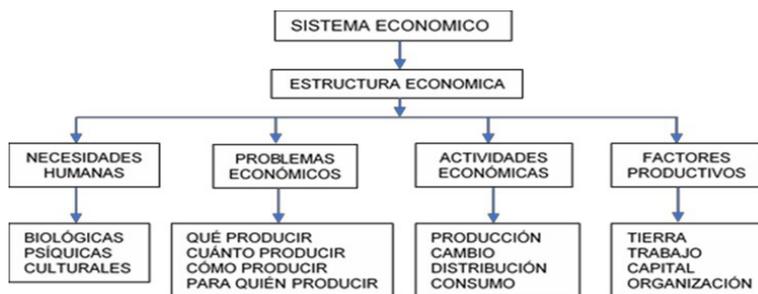
### 4.1.1.- El sector primario en México.

**D**e manera general, para fines de ubicación, se hace una breve reseña de las actividades económicas de México, para enmarcar las actividades agropecuarias en ese contexto socioeconómico, y seguir con el proceso de reflexión y análisis del papel que las actividades primarias han jugado en la historia de la conformación social, económica, política, cultural y ecológica del país. Es necesario aclarar que, en este apartado se hace referencia a la caracterización del sistema económico desde la apreciación de la economía capitalista (desde la economía clásica hasta el neoliberalismo actual), mientras que en el punto 4.1.2 se habla del sistema económico o modo de producción desde la perspectiva del Materialismo Histórico, por algunas razones: primero, para aclarar que, al menos existen dos visiones para analizar el sistema técnico-productivo de un país, es decir, el sistema económico donde se producen todos los productos materiales (agropecuarios, industriales, etc.) que la sociedad necesita para su existencia; segundo, que a pesar de que ambas visiones se refieren a la producción material de bienes o productos (mercancías) para la satisfacción de las necesidades humanas, solo la visión del Materialismo Histórico intenta demostrar las verdaderas relaciones de producción que se establecen durante el proceso de producción material (y de servicios), emanadas de las formas de propiedad de los medios de producción, del poder político y económico, para explicar las enormes diferencias sociales, políticas y económicas que existen en las sociedades capitalistas; y tercero, para que los posibles lectores de este documento tengan la posibilidad de seguir documentándose al respecto y puedan tomar decisiones con mayor capacidad y libertad de conocimiento.

Un sistema económico (estructura económica, base económica o modo de producción se usan como sinónimos) se puede definir (o explicar)

como el conjunto de actividades económicas de una realidad económica, que se agrupan en ramas productivas, las cuales en conjunto forman los sectores productivos de esa realidad económica (en este caso, del país). Se entiende que el sistema económico es la forma de organización que la sociedad asume históricamente para satisfacer sus necesidades (Méndez, 2002: 6-10). En la figura 29 se aprecia una propuesta esquemática general.

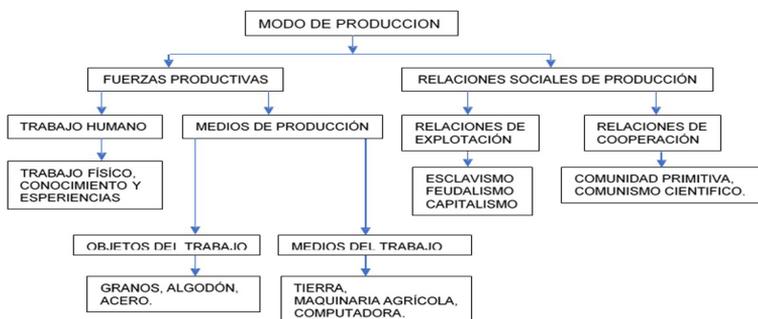
**Figura 29.** Sectores y ramas productivas que forman el sistema económico.



**Fuente:** Méndez (2002: 10).

Que también se puede esquematizar como se aprecia en la figura 30, de acuerdo con el mismo autor citado.

**Figura 30.** Elementos básicos de todo sistema económico.



**Fuente:** Méndez (2002: 9).

El autor citado nos dice que los hechos económicos de producir, distribuir y consumir ocurren espontáneamente, sin que los hombres estén realmente conscientes de lo que hacen ni de los diversos procesos que implican. Define los hechos económicos como aquellos que "... se relacionan con actividades que los hombres desarrollan, no aisladamente, sino como miembros de grupos humanos, lo cual nos autoriza a calificarlos de sociales ... que los mismos hombres despliegan en sus esfuerzos para procurarse medios de satisfacción que no pueden allegarse de manera gratuita (ni individual) ... se trata de hechos cuantificables, medibles y reducibles a números; y estos hechos pueden agruparse en tres categorías (citando a Zamora, 1969):

- a) Los relativos a la transformación por conducto del trabajo humano, de la materia prima, en productos listos para consumirse (**producción**).
- b) Los referentes al traslado de esos mismos productos hacia el lugar donde se les necesita (**cambio y distribución**). Y
- c) Los que se refieren a la aplicación de tales productos al fin que se les destina (consumo) ... Así, las cosas que podemos considerar como temas de estudio de los economistas, de los contadores y de los estadígrafos pueden clasificarse en tres rubros: **producción, cambio y distribución, y consumo**.

Los hechos económicos son actividades sociales que los hombres realizan para obtener los medios necesarios que satisfagan sus necesidades. Son los que se refieren a la producción, cambio y consumo. La **producción** puede definirse como la acción de producir, es decir, implica la transformación de ciertos objetos o materias primas, por medio del trabajo y el resultado son **productos o bienes** que pueden consumirse; por ejemplo, la producción agrícola, pecuaria, forestal, etc. El cambio se refiere al hecho de llevar o trasladar el producto o servicio al lugar donde se le va a utilizar.

Mientras que el **consumo**, se puede dividir en consumo individual, productivo y social; **el primero** se refiere a la utilización individual de los bienes producidos, que puede clasificarse en: consumo de bienes (pan, tortillas, vino, etc.), siempre son tangibles, materiales; y consumo de servicios (médicos, bancarios, de educación, entre otros), que siempre son intangibles; **el segundo** se refiere al consumo de bienes y/o servicios en otros procesos productivos agroindustriales o industriales por las empresas; mientras que el **consumo social** se refiere al consumo de bienes y/o servicios por una comunidad, ciudad o nación en un periodo determinado.

Cuando los seres humanos toman conciencia de sus necesidades y de cómo satisfacerlas, entonces se habla de **actos económicos**, como el cultivo de hortalizas, la pesca, etc. Los actos económicos son **actos conscientes** de los seres humanos para satisfacer sus necesidades. Y cuando el hombre es consciente de sus múltiples necesidades, entonces surgen los **problemas económicos**, es decir:

¿Qué producir?, ¿Cómo producir?, ¿Cuánto producir?, ¿Para quién producir?,

¿Cuándo producir?, ¿Dónde y con quiénes producir? Así, una **actividad económica** es una suma de actos económicos, como la producción de maíz, que implica: preparación del terreno, siembra, manejo del cultivo en general, cosecha, entre otras actos o acciones económica-productivas; o la producción petrolera que implica: exploración, explotación, extracción, refinación, etc. En las actividades económicas son esenciales los recursos de la producción o factores de la producción o factores económicos: tierra, trabajo y capital (algunos autores incluyen a la organización como factor aparte, mientras que otros lo incluyen en el factor trabajo). El conjunto de los elementos económicos, conforman la realidad económica, que se encuentra integrada en un **sistema económico**, base o estructura económica, que surge de la existencia de necesidades humanas que plantean los problemas

económicos básicos. Éstos se resuelven a través de las actividades económicas fundamentales que se pueden realizar gracias a la existencia de factores productivos o factores de la producción o factores económicos.

En la figura 29 aparece otro concepto importante, sobre el cual vale la pena hacer una breve reflexión, pues a lo largo de este escrito se ha venido privilegiando el concepto de sistema, para analizar la complejidad e integralidad de las actividades agrícolas dentro del sistema: es el concepto de estructura económica (también considerado como sinónimo de sistema económico o base económica, o modo de producción, que se aborda en el punto 4.1.2). La estructura económica tiene características específicas en cada país, y en cada época histórica. El concepto de estructura se puede caracterizar desde el punto de vista del sentido común y desde la perspectiva de la ciencia. Para el sentido común, la comprensión de la estructura de la realidad tiene un carácter fundamentalmente práctico: éste es el conocimiento que nos permite resolver, en cada momento de la vida, las diversas relaciones en que nos involucramos, sin necesidad de un conocimiento profundo de los diversos fenómenos. Por su parte, la ciencia tiene un carácter cognoscitivo en primera instancia y, posteriormente, práctico; y dentro de la ciencia (que es lo que nos interesa), la categoría de estructura es entendida como el conjunto de los elementos de un todo y sus interrelaciones, que se utiliza para describir y analizar los más variados aspectos de la realidad. Así, algunas características de la categoría de estructura, son las siguientes (Espadas *et al*, 2004: 11-12):

- a) Se trata de un sistema, es decir, de un todo funcional distinguible de otras unidades.
- b) En tanto sistema, se compone de múltiples elementos y de sus relaciones de interdependencia.
- c) Su comprensión tiene que realizarse en conjunto y no a partir del análisis aislado de sus componentes.

Interesa recordar el concepto de sistema analizado en el capítulo dos, y tener en cuenta que el agroecosistema en primera instancia, la agricultura, la actividad económica, la estructura económica o base económica, deben analizarse a partir del enfoque de sistemas, si se quiere comprender su integralidad, su funcionamiento en su totalidad, y sus aportaciones y consecuencias en la vida de la sociedad rural. Como se puede observar en la figura 28, las principales actividades económicas de un país, se integran en tres sectores: el **sector agropecuario o primario**, el **sector industrial o secundario** y el **sector de servicios o terciario**. El **sector agropecuario** formado por cuatro actividades económicas fundamentales llamadas primarias: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. La conceptualización de primarias tiene su origen en la capacidad de los vegetales, como organismos autótrofos, de producir sus propios alimentos a partir de la energía solar en el proceso fotosintético, reconociendo que, en la cadena trófica, los productores primarios (los vegetales) juegan un papel central para la vida de los organismos heterótrofos (el hombre y los otros animales). De la misma manera, para la existencia de los otros sectores del sistema económico, el sector primario es fundamental: de manera directa para aportar la materia prima que se procesa o se transforma en el sector agroindustrial, y que es la base de nuestra alimentación (incluida la que consumimos directamente); y de manera indirecta pero también muy importante, para producir la energía necesaria para la reproducción biológica y social de la humanidad, vestidos y calzado, y hacer posible la existencia y el desarrollo de la industria y de los servicios. El **sector industrial** se integra con la industria extractiva cuyas ramas son el petróleo y la minería; y la industria de la transformación, con más de 40 ramas entre las que destacan: cemento, química, bebidas alcohólicas, muebles textiles, alimentos, editorial, madera,

productos, metálicos, etc. Y las principales ramas del **sector servicios** son: comercio, restaurantes, hoteles, transporte, almacenamiento, comunicaciones, servicios financieros y seguros, bienes inmuebles, servicios profesionales, servicios de educación, servicios médicos, servicios de esparcimiento, administración pública, defensa y otros servicios.

En su proceso de desarrollo histórico, la sociedad humana ha pasado por diferentes formas de organización socioeconómica (formada por la estructura económica o infraestructura y la superestructura, de la cual hablaremos en el punto 4.1.2), en la que el Estado, como gobierno con sus instituciones, ha asumido diferentes roles: desde los grandes imperios, los regímenes monárquicos, los estados del socialismo real, hasta los estados republicanos, como el caso actual de México, dentro del capitalismo. Y México ha vivido algunas de estas formas dentro del sistema capitalista, pasando por el estado benefactor hasta el neoliberalismo actual, en su fase de globalización. En estos periodos, la organización del sistema económico capitalista ha tomado diferentes formas, con sus beneficios y consecuencias.

México tiene cerca de 200 millones de ha, cuyo uso potencial es el siguiente: 101 millones de ha para ganadería, 61 millones de ha para forestería, 20 millones para agricultura y 10 millones para otros usos, principalmente urbano. De ahí que algunos autores piensen que México podría ser un país más ganadero o forestal, o incluso pesquero, antes que agrícola.

El suelo, que es el recurso natural para la producción agropecuaria y forestal, desafortunadamente sufre un grave deterioro, a tal grado que 97% del territorio nacional se encuentra afectado en diferentes niveles por efectos degradativos como la erosión, salinización, compactación, lixiviación y pérdida de materia orgánica; 60% de los suelos resulta con daños severos y, por lo mismo, ya han perdido su productividad natural.

De la superficie agrícola, solo aproximadamente 6 millones de ha cuentan con riego y 10% de ellas tienen problemas graves de salinidad; por lo tanto, la producción agrícola depende en gran parte de las condiciones de temporal. Anualmente la superficie cultivada se distribuye como sigue: 68% se siembra con granos y oleaginosas, 5.8% con frutales, 3% con hortalizas, 0.9% con cultivos de exportación y 22.3% con otros cultivos. (SAGAR, 1995; Estrada, 1998, citados por Mata y López, 2001: 25-26). Mientras que, en 2017, la superficie sembrada con algunos cultivos, son: para cultivos anuales (miles de hectáreas): arroz, 22, 610; frijol, 1, 912, 609; maíz grano amarillo, 1, 502, 326; maíz grano blanco, 6, 947, 000; sorgo para grano, 2, 175, 099; y trigo para grano, 640, 580. Para algunos frutales (miles de hectáreas): aguacate, 128, 844; mango, 233, 362; naranja, 395, 849; plátano, 103, 160; limón, 160, 836; manzana, 37,412 y uva con 28,985 hectáreas. Para algunos cultivos agroindustriales: cacao, 79,723 hectáreas; café, 834, 389; caña de azúcar, 824, 747 y soya con 147, 675 hectáreas. Para algunos cultivos forrajeros (miles de hectáreas): alfalfa, 382, 196, y maíz y sorgo forrajeros con 2, 093, 629 hectáreas (ENA, 2017: 31-34).

Según de Janvry et al (1995), citado por Mata y López (2001: 27-28) se pueden establecer cinco categorías (o tipos) de productores agrícolas en México, diferenciados por su participación en los mercados alimentario y laboral:

- a) Campesinos sin tierra, cerca de 600 mil, con alta participación en el mercado laboral local y migración estacional.
- b) Minifundistas (o de infrasubsistencia), con 1,7 ha en promedio en ejidos y con predios menor a 4 ha en propiedad privada; constituyen el 50% del total de los campesinos.
- c) Pequeños productores de subsistencia (o de subsistencia y estacionarios), con 7.5 ha en promedio en ejidos y con predios menores a 12 ha en propiedad privada; representan del 20 al 25% del total de los campesinos.

- d) Pequeños productores capitalizados (o excedentarios) que obtienen un excedente agrícola superior a sus necesidades familiares y productivas que les permite cierto grado de capitalización; en promedio, disponen de 25 ha en ejidos, pero menos de 40 ha en propiedad privada; representan del 10 al 15% de los campesinos.
- e) Agricultores comerciales (campesinos transicionales y empresarios), que emplean cantidades importantes de trabajo asalariado y destinan la mayor proporción de su producción de cultivos comerciales al mercado; constituyen del 10 al 15% de los productores con tierra y cultivan casi el 50% de la tierra laborable.

CEPAL-FAO-IICA (2014: 131-135) realizan una tipología de los hogares rurales que sostienen diferentes orientaciones productivas. Las agrupan en ocho tipos:

- a) Hogares asalariados agrícolas. Representan el 12.6 %.
- b) Hogares asalariados no agrícolas. Representan el 4 %.
- c) Hogares asalariados diversificados. Representan el 6 %.
- d) Hogares empleadores. Representan el 15.3 %.
- e) Hogares por cuenta propia no agrícola. Representan el 9 %.
- f) Hogares 100 % agrícola-familiares. Representan el 8.1 %.
- g) Hogares agrícola-familiares diversificados. Representan el 35.0 %.
- h) Hogares inactivos. Representan el 10 %.

Esta tipología se decidió de acuerdo a los siguientes criterios metodológicos: las unidades de análisis son los hogares, no las explotaciones agrícolas; el concepto de agricultura familiar (AF) o unidad de producción rural (UPR) está asociado a la condición de ocupación como cuenta propia agrícola de algún miembro del hogar; el concepto de diversificación en los hogares agrícola-familiares se refiere al empleo de algún miembro del hogar en sectores no agrícolas; y la categoría de hogares

empleadores incluye empleadores agrícolas como no agrícolas. Dada estas consideraciones metodológicas y tomando como punto de partida el hecho de que una manifestación del cambio estructural es la modificación en los patrones de empleo sectorial, el enfoque propuesto supone: que el hogar es una unidad económica relevante en cual se toman de decisiones de empleo; que la estructura de empleo al interior de los hogares es representativo de su orientación productiva; y que la información de inserción laboral de los miembros ocupados como cuenta propia permite identificar hogares vinculados con la agricultura familiar (CEPAL- FAO-IICA, 2014: 132-133).

Otra propuesta, que se supone complementaria, sobre la tipología de la agricultura familiar (AF) o unidades de producción rural (UPR), la realiza la FAO- BID, clasificándola en tres categorías o tipos: Agricultura Familiar de Subsistencia (AFS), Agricultura Familiar en Transición (AFT) y Agricultura Familiar Consolidada (AFC), que representan aproximadamente el 70 % de las unidades de producción rural en México y aportan entre el 40-60 % de valor agregado agrícola (VAA). La agricultura familiar es muy heterogénea en términos de escala y de acceso a los recursos; es la actividad económica con mayores limitaciones y con menores rendimientos respecto a la agricultura comercial. Está experimentando un cambio estructural, con tendencia a la fragmentación y minifundización; sin embargo, desempeña un rol importante para mejorar la nutrición, seguridad alimentaria y el bienestar social, pues producen la mayoría de los productos ricos en nutrientes (CEPAL-FAO-IICA, 2014: 179).

La AFS se orienta a la producción para el autoconsumo, con recursos productivos e ingresos insuficientes para garantizar la reproducción familiar, lo que la induce a la asalarización, cambio de actividades o migración; complementa sus ingresos con labores adicionales

agrícolas y no agrícolas, y con apoyos gubernamentales; tienen una superficie promedio de 3.4 hectáreas con 2.6 integrantes familiares; aproximadamente el 60 % pertenecen a esta categoría. La AFT está orientada a la producción para autoconsumo y la venta; cuenta con recursos productivos que permiten satisfacer la reproducción familiar, pero tiene dificultades para generar excedentes que le permitan el desarrollo de la unidad productiva; complementa sus ingresos con actividades no agrícolas temporalmente; poseen una superficie promedio de 5.0 hectáreas con 2.4 integrantes en la familia; el 28 % pertenecen a esta categoría. La AFC cuenta con sustento suficiente en la producción propia, explota sus recursos productivos con mayor potencial; produce excedentes para el mercado y tiene acceso al mercado para obtener capital, insumos y tecnología, de tal manera que puede capitalizar su unidad productiva; complementa sus ingresos con otras actividades de manera esporádica; cuentan con una superficie promedio de 4.7 hectáreas con 1.7 miembros en la familia; sólo el 12 % se ubican en esta categoría. Los retos para la AF son principalmente: retos de viabilidad, frente a los cambios estructurales en la economía rural; retos de capacidades, derivado de los bajos niveles de escolaridad en los jefes y jefas de la AF; y retos generacionales, derivado de la dinámica demográfica en el medio rural (CEPAL-FAO-IICA, 2014: 187-188).

En los cuadros 16, 17 y 18, se presentan estadísticas del 2017 sobre los principales problemas que se presentaron en el desarrollo de las actividades de producción, la superficie sembrada de temporal y de riego, y la superficie sembrada y la producción de algunos de los principales granos en el país. Ahora bien, vale la pena plantear algunas preguntas como las siguientes: ¿Qué papel ha jugado y juega actualmente el sector primario en la economía mexicana?, ¿Cómo ha contribuido el sector agropecuario para mejorar la vida de la sociedad rural?, ¿Cómo se ha distribuido la riqueza generada en el campo y que proporción les ha correspondido a los

campesinos?, ¿De qué manera las formas de aprovechamiento económico del sector agropecuario han contribuido al deterioro del medio ambiente y de los recursos productivos? Estas y otras interrogantes deben servir de guía en el proceso de reflexión y análisis sobre el papel que ha jugado la agricultura como motor en la transformación socioeconómica de México, y que aquí no se pretende proporcionar respuestas, pues no existen respuestas únicas ni de largo plazo, pero que, al menos, deben servir para incrementar las dudas y deseos de investigar sobre estos asuntos de mucho interés para todos los mexicanos, y en particular para aquellos que de alguna manera están involucrados en el campo.

**Cuadro 16.** Principales problemas presentados durante el desarrollo de las actividades en las Unidades de Producción Rural (UPR).

Problemática	Porcentaje		
	ENA 2012	ENA 2014	ENA 2017
Altos costos de insumos y servicios	81.4	83.4	75.7
Pérdida de la cosecha y/o animales por causas climáticas	74.0	78.2	74.7
Pérdida de la cosecha y/o animales por causas biológicas	ND	ND	44.2
Falta de capacitación y asistencia técnica	51.9	45.5	33.1
Dificultad para la comercialización debido a los precios bajos	ND	ND	31.7
Pérdida de fertilidad del suelo	48.6	39.4	28.4
Tiene dificultad para vender a otro país	ND	ND	28.2
Infraestructura insuficiente para la producción	45.0	34.9	24.0
Dificultad para la comercialización debido a la existencia de intermediarios	26.5	37.2	22.8
Dificultad para la transportación y el almacenamiento	ND	25.7	19.7
Productor de edad avanzada o enfermo	23.3	24.6	18.9
Inseguridad	ND	25.3	17.0

**Fuente:** Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), 2017.

Nota: la suma de los parciales es diferente al 100% debido a que una unidad de producción puede declarar más de un problema.

ND. - No disponible

**Cuadro 17.** Superficie total agrícola, de riego y temporal de las Unidades de Producción Rural (UPR).

Estratos de superficie	Superficie (Hectáreas)			
	ENA 2014	%	ENA 2017	%
Superficie total	109,254,749	100	110,258,153	100
Superficie agrícola De las UP	27,496,118	25.2	32,406,237	29.4
Superficie de riego	5 576 992	20.3	6,810,762	21.0
Superficie de temporal	21 919 126	79.7	25,595,475	79.0
Superficie de agostadero, enmontada y de otro tipo	81 758 631	74.8	77 851,916	70.6

**Fuente:** Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), 2017.

**Cuadro 18.** Producción y superficie sembrada de granos en la Unidades de Producción Rural (UPR).

Nombre del cultivo	Producción (Toneladas)			Sup. Sembrada o plantada (Hectáreas)		
	ENA 2012	ENA 2014	ENA 2017	ENA 2012	ENA 2014	ENA 2017
Arroz	133,125	139,354	134,524	22,900	22,869	22,610
Frijol	1,288,152	1,434,668	1,308,282	1,919,453	1,878,933	1,912,609
Maíz amarillo	ND	ND	8,071,840	ND	ND	1,502,326
Maíz blanco	ND	21,087,445	23,142,203	ND	6,715,157	6,947,000
Sorgo grano	6,074,303	7,196,03	ND	1,658,563	2,199,230	2,175,099
Trigo grano	3,175,169	3,494,575	3,214,047	571,323	695,290	640,580

**Fuente:** Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), 2017.

#### 4.1.2. Las actividades económicas primarias y los medios de producción agropecuarios.

Lo más importante que se deba analizar en torno a las actividades económicas primarias y la estructura agraria del país, está relacionado con los medios de producción y su distribución. La sociedad se ha organizado

históricamente para resolver sus problemas sociales, económicos y políticos de diferentes formas, conocidas como **formaciones socioeconómicas** (Harnecker llama modo de producción a la formación socioeconómica) : conformada por la **estructura económica** y la **superestructura**; la **estructura económica**, (también conocida como **infraestructura**, **base económica**, **sistema económico**, o **modo de producción**, los tres primeros más utilizados en el argot de la economía capitalista); el modo de producción representa el conjunto de relaciones de producción (relaciones materiales o económicas) de una sociedad concreta, donde se producen todos los productos o bienes materiales, e incluye toda la infraestructura productiva (campos productivos, fábricas, minas, hombres, etc.) y formas de organización para la producción. Los modos de producción reconocidos históricamente son: comunidad primitiva, modo asiático de producción, esclavismo, feudalismo, capitalismo, socialismo y comunismo (aun en postulados teóricos, pues no ha habido ningún país comunista en el mundo). El otro componente de la estructura socioeconómica o formación socioeconómica, es la **superestructura** o **base ideológica-política-jurídica**, definida como el conjunto de ideas, instituciones y relaciones sociales que tienen como fundamento una base económica dada, y junto con ésta forman la formación socioeconómica, que tienen los mismos nombres que los modos de producción (Harnecker, 1986: 94; Academia de Ciencias de la URSS, 1977: 46).

El modo de producción es la interrelación dialéctica entre las **fuerzas productivas** y las **relaciones de producción (técnicas y sociales)**, que se dan en determinadas épocas históricas y determinan al modo de producción; es decir, son sus “componentes”. Las fuerzas productivas son las fuerzas que resultan de la combinación de los elementos del proceso de trabajo bajo relaciones de producción determinadas y su resultado se mide

por una determinada productividad del trabajo; también se definen como todos aquellos elementos que forman la capacidad productiva de la sociedad, son las fuerzas de que se vale la sociedad para influir en la naturaleza y transformarla, y están integradas por la **fuerza de trabajo** y los **medios de producción**. Y las relaciones (técnicas y sociales) de producción son aquellas **que se establecen entre los hombres durante el proceso de producción, son relaciones determinadas por la propiedad sobre los medios de producción**: las relaciones técnicas son las que se establecen entre los trabajadores y los medios de producción, mientras que las relaciones sociales son las que se establecen entre los trabajadores y los dueños de los medios de producción durante el proceso de producción. Las fuerzas productivas y las relaciones de producción constituyen dos aspectos, indisolublemente unidos, de todo modo de producción concreto (Harnecker, 1986: 76; Acad. de Ciencias de la URSS, 1977: 46-47; Méndez, 2002: 34).

La producción material es el dominio de la vida social en que se crean los productos materiales (y los servicios), destinados después al consumo social, productivo o individual. Por muy alto que sea el grado de desarrollo que alcance la sociedad, no puede existir ni progresar sin la producción. Es suficiente imaginarse que cesa la producción, aunque sea por un plazo breve (que dejen de funcionar las panaderías, que se deje de producir alimentos, que se paralice el transporte público, que no funcione el servicio eléctrico, que se interrumpa el servicio de agua, etc.) para comprender sin dificultad que la paralización completa de la producción implicaría la “muerte” de la sociedad: en los tiempos actuales, sin producción no hay sociedad.

Los **medios de producción** son importantes, porque mediante ellos y el trabajo del hombre se transforma la materia prima en productos útiles, y porque determinan las relaciones sociales y económicas en el proceso de la producción en función de la propiedad sobre ellos; se

conforman por los **objetos del trabajo** (materia prima) y los medios del trabajo. En el proceso de la producción, la naturaleza o mejor, parte de la naturaleza, se convierte en **objeto universal del trabajo humano**, la parte de ella incorporada a la producción al ser utilizada por la sociedad, y que son transformadas por los **medios del trabajo**. El hombre obtiene de la naturaleza materia (prima) que es transformada en el proceso de trabajo. En el proceso de producción (o del trabajo) se opera generalmente, salvo excepciones, con objetos en los que se ha invertido ya algún trabajo: el acero con que se fabrica una máquina fue ya antes fundido, la semilla que se siembra fue extraída de una cosecha anterior, entre muchos ejemplos más. Las materias primas (semillas, algodón, minerales), los productos semipreparados, etc., son **objetos del trabajo** en los que se ha invertido trabajo humano. Por consiguiente, el hombre no sólo toma de la naturaleza el objeto de trabajo ya preparado, sino que también lo crea. El progreso de la producción lleva implícita la incorporación a ella de nuevos y nuevos materiales, como nuevas aleaciones de metales, materiales sintéticos, plásticos, fibras sintéticas, material genético modificado, etc., ampliando las posibilidades productivas del hombre.

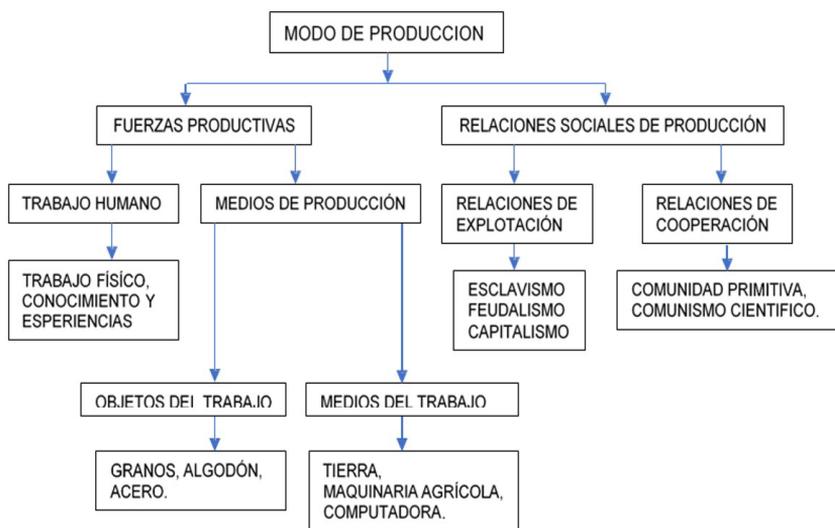
Los **medios del trabajo** son las cosas, los instrumentos, o el complejo de cosas que el hombre introduce entre sí y el objeto del trabajo, y que sirve como intermediario activo de su acción sobre dicho objeto, es decir, son los instrumentos que sirven para transformar las materias primas en otros productos (o servicios). La composición de los medios del trabajo es muy diversa y cambia de una época a otra. En la producción industrial y agrícola actualmente se utilizan máquinas y motores, satélites, así como diversos medios auxiliares de trabajo necesarios para distintos fines: transporte, conservación, transformación, entre otros. Aquellos medios de producción que participan directamente en

el proceso del trabajo se les conoce como instrumentos de producción, y de acuerdo con Marx, conforman el sistema óseo y muscular de la producción. Los medios del trabajo son la base determinante del desarrollo de la producción: “lo que distingue a las épocas económicas unas de otras no es lo que se hace, sino el cómo se hace, con qué instrumentos de trabajo se hace” (Marx, 1989: 123). Para cada nueva generación, los medios del trabajo que hereda de las generaciones precedentes constituyen el punto de partida del desarrollo ulterior y, en consecuencia, son la base de la continuidad de la historia. Los medios del trabajo se convierten en una fuerza activa, que transforma el objeto del trabajo sólo en contacto con el trabajo vivo, con el hombre. Los hombres, las masas trabajadoras, son una fuerza productiva en virtud de que poseen los conocimientos (científicos y tecnológicos), la experiencia y los hábitos necesarios para realizar la producción. Así, las **fuerzas productivas sociales son los medios de producción creados por la sociedad** y, ante todo, los instrumentos de trabajo, así como **los hombres** que los ponen en acción y producen bienes materiales (y servicios).

De manera muy sintética, las **relaciones sociales (económicas) de producción** se refieren a las relaciones que se establecen entre los hombres en el proceso del trabajo, y dependen de la propiedad de los medios de producción: **propiedad social o colectiva** (Comunidad Primitiva y Comunismo Científico) y **propiedad privada** (Esclavismo, Feudalismo y Capitalismo). Con la propiedad social sobre los medios de producción, se establecen **relaciones sociales de producción de cooperación y ayuda mútua**, solidarias, porque todos son “dueños” y ninguno se aprovecha del trabajo del otro (nadie explota a nadie); mientras que con la propiedad privada se establecen relaciones de explotación, de dueño a trabajador (obrero, campesino), con lo que los dueños de

los medios de producción siempre se aprovechan del trabajo de los obreros y campesinos, en forma de ganancia, que conlleva a una distribución desigual de la riqueza generada en el proceso de producción. Se dice que sólo en el modo de producción comunista científico existirán relaciones de cooperación, pues se sostiene que la propiedad de los medios de producción allí serán colectivos. México, como la enorme mayoría de los países del mundo, vive en el modo de producción capitalista en su fase neoliberal y globalizadora, donde existen **relaciones de explotación**. En la figura 31, se aprecia una propuesta esquemática del modo de producción en general.

**Figura 31.** El modo de producción y sus principales componentes.



**Fuente:** Construcción propia, basado en Méndez (2002) y Academia de Ciencias de la URSS (1977).

Ahora bien, ¿Qué importancia tiene que debemos conocer algo de teoría sobre el Materialismo Histórico, y específicamente sobre medios de producción y relaciones sociales de producción?, ¿Qué tienen

que ver con la producción agropecuaria, con la propiedad sobre los medios de producción, la estructura agraria en México y la pobreza? En México, se ha dicho que aproximadamente la mitad de su población se encuentra en condiciones de pobreza y más de 11 millones viven en pobreza extrema; también se ha dicho que menos del 15% de los productores (medianos y grandes productores) poseen y cultivan más del 50% de la superficie agrícola, mientras que más del 80% cultivan apenas aproximadamente cerca del 15% de la superficie agrícola; también se ha dicho que los productores pobres no tienen capital propio ni acceso al crédito, están abandonados por la política agrícola estatal, y mantienen relaciones desiguales con el mercado, entre otros aspectos negativos para la agricultura campesina. Y de creerle a la información internacional periodística, sólo 25 mexicanos tienen la fortuna de todos los mexicanos, y 5 de ellos aparecen entre los 200 más ricos del mundo.

Esta situación estructural explica las desigualdades económicas en el campo, pues el principal medio de producción, que es la tierra, así como el capital, la tecnología de punta y el conocimiento técnico-científico, se encuentra concentrada en pocas manos, los mismos que gozan de los mimos del sistema económico, pues ellos son los “hijos predilectos del régimen”, no los campesinos, dándole la razón a Warman (S/F) cuando afirma que en México, la tierra no es de quien la trabaja, sino de quienes explotan a los que la trabajan. También se entiende que las relaciones de producción en el capitalismo, como ya vimos, son de explotación: toda la ganancia generada queda en manos de los dueños de los medios de producción, y así se explican los bajos salarios, los empleos en condiciones deplorables, la nula o poca cobertura de asistencia social y médica hacia los trabajadores del campo por parte de los empresarios agrícolas y grandes productores, falta de estrategias para evitar los procesos de

migración pues así se tiene mano de obra disponible y vulnerable, acaparamiento de los productos agropecuarios y manipulación de los precios agrícolas a su antojo, etc. Todos estos aspectos reflejan las formas de explotación de los campesinos y los trabajadores sin tierra, gracias a los privilegios que el Estado aseguró jurídicamente con la última reforma agraria en cuanto a la tenencia de la tierra, asegurando la propiedad privada sobre los medios de producción, y los privilegios que otorgó al capital privado nacional y transnacional.

## 4.2. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SOCIEDAD RURAL MEXICANA.

### 4.2.1. Sociedad rural, legislación agraria y desarrollo rural.

De acuerdo con Torres y Morales (2014: 7), citando a varios autores, dicen que el **agro** se entiende como el espacio de la producción agropecuaria cuya finalidad fundamental es la producción de alimentos, en tanto que las **zonas rurales** se definen como una relación compleja en la que se ejercen diversas actividades y a las que se atribuyen múltiples funciones, no solo la producción de alimentos, sino el de ser depositarias de tradiciones, cultura y tareas, entre otras actividades (...), que se entreveran con el medio urbano, con las ciudades, para dar lugar a lo que actualmente se llama “nueva ruralidad” por los neoliberalistas, por lo que es necesario (Sámano, 2001: 79) concebir a lo rural y lo urbano como un complejo sistema de relaciones de intercambio, transferencias e interpenetraciones, en un ámbito no solo nacional sino internacional. El agro, a menudo es caracterizado por el trabajo de las unidades económicas de diversas escalas involucradas en la producción agrícola,

pecuaria o forestal como fuente única de ingresos. Las áreas rurales, por el contrario, se refieren al espacio en el que la producción de alimentos sigue ocupando un lugar fundamental en las actividades de esas unidades económicas, pero no es la única. Junto a la agricultura o la producción pecuaria y forestal se desarrollan una serie de labores que dan a las sociedades rurales un carácter multidimensional con diferentes fuentes de ingreso; en esta perspectiva, la valorización del patrimonio natural (recursos, paisaje, etc.) y cultural (arquitectura e intangibles, entre otros factores), juega un papel fundamental en el desarrollo de estas áreas.

Los criterios para definir las zonas rurales y las zonas urbanas o ciudades es un tanto arbitraria, y las distintas instituciones utilizan el número de habitantes (tamaño demográfico) como criterio o indicador, de manera distinta, por lo que, siguiendo a Sámano (2001: 79), en este documento los conceptos de sociedad rural y población rural son utilizados como sinónimos. México ha sido clasificado, desde los sesenta, como *población rural* (CEPAL, 2001): aquella que vive en comunidades no mayores de 2,500 habitantes, criterio que se sigue utilizando hasta la fecha. Sin embargo, si bien no de manera oficial, podemos considerar como población rural a aquella que, aun viviendo en comunidades mayores a 2,500 habitantes, se dedican principalmente a actividades del sector primario y/o tienen condiciones de vida que se consideran “rurales”: casas con piso de tierra, falta de drenaje, de energía eléctrica, de agua potable, falta de servicios públicos como escuelas, comercios, centros de salud, etc. (Sámano, 2001: 80).

De acuerdo con Sámano (2001: 80), la población rural ha disminuido relativamente desde los años setenta a la fecha (de 40.6% a 24.8% en el año 2,000), pero de manera absoluta se ha mantenido constante, incluso ha aumentado ligeramente. Sin embargo, existe una fuerte contradicción

entre datos de población y de municipios: de los más de 2,462 municipios que tiene el país, 38.06% (937) tienen exclusivamente población rural, y 59.62% (1,468) tienen más de 50% de su población como rural. Esto es claro: en los últimos 30 años (al 2,000) los grandes núcleos urbanos han concentrado cada vez mayor número de habitantes, mientras que las pequeñas comunidades rurales se están quedando despobladas. De acuerdo con CONAPO (2020: ), la población total nacional a mediados del 2020 era de 127, 792, 286 habitantes, que de acuerdo con el criterio de clasificación de la OCDE (2010) de las comunidades rurales, de menos de 15 mil habitantes, son aproximadamente 42.1 millones que viven en el medio rural, siendo más del 32 %, y conformando 5, 347, 079 explotaciones agrícolas (incluidos lo: agrícola, ganadera, pesquera y silvopastoril), de las cuales 4, 331, 134 millones son de AF o UPR. De estas UPR, 1, 505, 457 productores que poseen alrededor de 5, 635, 872 hectáreas, en 2, 265, 185 predios, que representan el 70 %, fueron beneficiados a través del Programa para el Bienestar (SADER, SIAP, 2019: 10-22).

A pesar de la tendencia a la disminución de la población al 2030 (ver figura 34), esta situación está generando los típicos problemas de desequilibrio demográfico: grandes concentraciones de población a las que nunca se llegará a satisfacer totalmente sus necesidades de servicios públicos básicos (vivienda adecuada, agua potable, drenaje, alimentación, empleo, educación, servicios de salud y de transporte), y pequeñas comunidades rurales que tampoco pueden ser satisfechas en los servicios, por lo aislado de su localización, su poca importancia económica y el número tan pequeño de habitantes que tienen. El patrón de poblamiento del territorio nacional continúa presentando las dos facetas que han caracterizado a su desarrollo en los últimos años: la concentración y la dispersión. La emigración de los habitantes de las localidades pequeñas

ha acentuado la dispersión de la población, afectando el bienestar, la disponibilidad de equipamiento, bienes y servicios, así como la creación de oportunidades para el desarrollo económico y social. La falta de equipamiento incrementa la vulnerabilidad de la población, mientras que la inexistencia de oportunidades incide en la sobreexplotación y agotamiento de los recursos naturales locales (CONAPO, 2018- 2019: 16).

El PIB primario creció a una tasa del 16.2% del 2012 al 2017 (Atlas Agroalimentario, 2018: 11), es decir, a un ritmo promedio del 3.24 % anual, por abajo del PIB nacional, que creció a un ritmo anual de más del 4 %, lo que significa un deterioro creciente de los recursos naturales. De los productores rurales, 90% carece de apoyo tecnológico y 80% no está organizado para la producción. De las familias, 80% sobrevive fuera de las comunidades rurales, situación que agrava los flujos migratorios y las condiciones de los habitantes de las zonas conurbadas. La mayor parte de los habitantes del campo carece de tierras de cultivo suficientes para su sustento: de una población rural económicamente activa de 10.7 millones, 7, 056, 744 millones están empleados, 6.6 millones son trabajadores sin tierra y 0.6 millones son productores sin tierra propia; sólo 3.1 millones de productores poseen terreno.

La población rural tiene un promedio de escolaridad de 3 años, en contraparte con el nivel de la población urbana, que es de 7.1 años. Las entidades que con mayor población rural son: Oaxaca (56.50%), Chiapas (55.86%), Hidalgo (52.53%), Zacatecas (49.83%), Tabasco (47.89%), Guerrero (45.32%), San Luis Potosí (42.21%) y Veracruz (41.62%). Por porcentaje de población rural con respecto al total nacional destacan: Veracruz (11.61%), Chiapas (8.29%) y Oaxaca (7.55%) (INEGI, 2010, 2015).

En el caso de la población indígena de México, en especial la de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, representa un segmento de la sociedad que,

por lo general, ha estado aislada físicamente del resto de la economía y la sociedad; ha sido explotada por los sectores mejor comunicados con los centros comerciales y del poder, y ha sufrido abiertas discriminaciones en el trabajo, en lo social y lo político, no obstante, el valor de su cultura local y sus manifestaciones artísticas. Según el INI, en 1997 la población indígena era de 10,597,488, lo que representaba el 11.5% de la población nacional. De los 2,462 municipios en el ámbito nacional, 2,315 tienen habitantes de lengua indígena, y de éstos 556 (22%) tienen 70% o más de población indígena (INEGI, 2015).

En el **Artículo 27 Constitucional** de nuestra Carta Magna, se sustenta y regula jurídicamente la distribución, aprovechamiento, organización y operación de nuestros recursos naturales y productivos (o medios de producción), y los procesos de producción agropecuaria, de donde surge la **estructura jurídica agraria** que prevalece en el país, que se refiere a la organización agraria, a la tenencia de la tierra, la organización y operación, las formas de producción, el aprovechamiento de los recursos naturales, la relación con el mercado, la disposición del apoyo al campo, la cadena agroalimentaria, los servicios públicos al medio rural, entre otros, reglamentados por diversas leyes que emanan de dicho artículo, como la Ley Agraria, Ley Forestal, Ley de Aguas, Ley de Inocuidad Alimentaria, y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, entre otras. Este conjunto de leyes, conforman la estructura legal o marco jurídico agrario que rige la dinámica del campo mexicano, acondicionadas ya a las necesidades del capital monopolístico en un desbocado proceso legislativo, que aún no termina pero que a la fecha ha dado lugar a una estructura jurídica neoliberal, que nada tiene que ver con el bien común ni la justicia social, antes bien privilegia la protección y defensa de la propiedad privada monopólica, tanto de bienes materiales como

de los activos intangibles o productos del intelecto (derechos de autor, propiedad industrial y derecho de obtentor de variedades vegetales): los fabricados con materia inerte y los generados a partir de la materia viva, es decir, los recursos genéticos, principalmente los que son para la alimentación y la agricultura (Morales, 2010: 56). Dos de estas leyes serán comentadas brevemente, en función del tema de discusión y análisis en el presente: la Ley Agraria y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS).

La **Ley Agraria** (la última versión modificada es la de 2018), es la ley que regula principalmente la tenencia de la tierra, que en México adquiere las siguientes modalidades: propiedad privada, propiedad ejidal y propiedad comunal (la propiedad pública no se contempla como un tipo de propiedad pues pertenece al Estado como institución política, y no a los gobernantes en turno). La **tenencia de la tierra** se refiere a la cantidad de tierras que un individuo (y actualmente empresas llamadas “sociedad mercantil”) puede poseer en sus diferentes modalidades: la **propiedad comunal** es aquella que, por dotación presidencial, el Estado ha otorgado a un grupo de productores, indígenas principalmente, organizados para su explotación agropecuaria colectiva, sin estipular una superficie determinada. La **propiedad ejidal** es aquella que ha sido otorgada mediante dotación presidencial, a un individuo o grupo de productores organizados (en colectivo) para su explotación agropecuaria, individual o colectivamente; la Ley dice que la propiedad ejidal individual no debe exceder el 5% del total de la dotación presidencial: por ejemplo, si un grupo de solicitantes de tierra es de 20 personas y la superficie otorgada es de 100 ha, la propiedad ejidal individual no será mayor de 5 hectáreas.

La **propiedad privada** es aquella que, según la Ley, no debe exceder de 100 hectáreas de riego o sus equivalentes en otros tipos de tierras

agropecuarias. Los equivalentes que la Ley establece en los diferentes tipos de tierras, son los siguientes: una ha de riego es equivalente a dos hectáreas de buen temporal, o cuatro de agostadero, u ocho de aprovechamiento forestal, o las 100 hectáreas de riego equiparadas con la superficie suficiente para mantener hasta quinientas cabezas de ganado mayor, o 150 hectáreas para cultivos de algodón y soya, 0 300 hectáreas para cultivos de plantación (cacao, café, henequén, mango, etc.).

La Ley Agraria ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo, que han cambiado el escenario y la estructura agraria en el país. Una de las principales reformas de la Ley fue en el periodo presidencial de Carlos Salinas de Gortari, en 1992, que termina con el reparto agrario y modifica las relaciones sobre la tenencia de la tierra, es decir, termina con el contrato social agrario emanado de la Revolución Mexicana, o sea, el retorno del derecho social agrario al derecho privado. El planteamiento de su propuesta de la “nueva reforma agraria”, quedaría plasmada en los siguientes puntos (Cortés, 1993, citado por Mena y Ramírez, 2014: 92-93; Morales, 2010: 29):

- a) Impulsar una nueva reforma agraria para renovar el ejido, “fortaleciendo sus facultades para autogobernarse”.
- b) Basar la modernización rural en la “participación campesina”, que sería convocada a través de la “movilización social” del campesinado.
- c) Pasar del paternalismo a la “responsabilidad compartida”, lo que había de llevar “hacia la toma de decisiones por los campesinos mismos, en todos los ámbitos de acción.
- d) La modernización del marco jurídico agrario, reconociendo rezagos y necesidades, considerando como eje el “dar seguridad a las tres formas de tenencia”; además de “establecer nuevos modos de producción y de organización”.

- e) La transformación del aparato estatal de fomento rural, junto con el refuerzo de la “unidad de mando” (léase SAGARPA), y la corrección de “trabas” (léase gestión de recursos), ofrecía “hacer más eficiente la acción gubernamental”, así como “trasladar gradual y consistentemente” funciones y atribuciones institucionales a las organizaciones.
- f) Orientar la movilización campesina a la producción, el compromiso era “dar a los productores organizados” el control del crédito, seguro, insumos, comercialización e industrialización de productos, apoyándolos con asistencia técnica e investigación.
- g) Hacer del bienestar social y la justicia la base de la estrategia de desarrollo rural. Se proponía” promover la justicia social en el campo, para recuperar las posibilidades de crecimiento y bienestar social”.

Una vez consolidada la “nueva reforma agraria” salinista, las modificaciones planteadas al artículo 27 constitucional implicaron, entre otras cosas (Mena y Ramírez, 2014:95-96):

- a) El fin del reparto agrario.
- b) La posesión plena para compra-venta, hipoteca, afectación, embargo y herencia de la propiedad ejidal.
- c) Las empresas pueden poseer tierras con la figura de “sociedad mercantil”.
- d) Las empresas pueden poseer hasta 25 veces lo que por ley posee un solo individuo, esto es, hasta 2500 ha de riego o su equivalente en otro tipo de propiedad y de tierras.
- e) La iglesia puede volver a ser propietaria de tierras, con todo lo que esa condición implica.
- f) El cambio de uso del suelo (y las mejoras en infraestructura y tecnología) no implica la reducción del tamaño de la propiedad, por ejemplo, un área ganadera puede transformarse en área de producción de cultivos bajo invernadero.

De acuerdo con Calva (1992, 1993), Mata (1992, 1994, 2002), Muro (1994, 2000, 2002), Torres (1994, 2001, 2010), Mena y Ramírez (2014), entre otros, en diferentes momentos de sus obras, la política de “buenos deseos” de salinas de Gortari ha quedado al descubierto en los más de 25 años de esa reforma, que ha beneficiado más a los medianos y grandes productores, al capital nacional y transnacional, en detrimento de los que menos tienen. Es obvio que la modificación jurídica en torno a la tenencia de la tierra, el fin del reparto agrario, las facilidades de compra-venta, hipoteca, embargos, la facilidad de asociación para formar “sociedades mercantiles”, etc., sirvieron y sirven para consolidar la propiedad privada; en los hechos, la propiedad ejidal se convierte en propiedad privada al quitarle los candados de las “tres ies”: inembargable, inenajenable e imprescriptible, y el certificado parcelario funge como una especie de escritura que se puede hipotecar o vender, para que los capitalistas recuperen su inversión o poder embargar a los ejidatarios, acaparar la producción y comercialización de los productos agropecuarios, y para acaparar grandes superficies de tierras en pocas “sociedades mercantiles”: un solo propietario puede llegar a tener hasta 20,000 ha de agostadero (clase C) en el norte del país, para mantener hasta 500 cabezas de ganado mayor, o 300 ha de cultivos de plantación que puede convertir, con el cambio de uso del suelo, en tierras de explotación intensiva de cultivos hortícolas o biotecnológicos, mejorando su infraestructura y tecnología agrícola, sin afectar su tenencia; y una “sociedad mercantil” puede llegar a tener hasta 500,000 ha de agostadero (clase C), o hasta 7,500 ha para cultivos de plantación, que también pueden mejorar con la tecnología sin afectar su tenencia (Calva, 1993: 56).

Desde la distribución de la tierra hasta la calidad de éstas en manos de los medianos y grandes propietarios, el acceso al crédito, al mercado y a los apoyos gubernamentales, favorecen a una parte de los productores del país, en detrimento de la mayoría: los campesinos con y sin tierra.

Otro de los cambios en el artículo 27 constitucional que vale la pena mencionar, solo para analizar dos ejes centrales para el mejoramiento de la vida de la sociedad rural, es la creación de la **Ley de Desarrollo Rural Sustentable** (LDRS, cuya última versión modificada es del 2019), que nace como ley reglamentaria de la fracción XX del artículo 27, aprobada el 23 de octubre por la Cámara de Diputados, el 13 de noviembre por la cámara de senadores, el 3 de diciembre el Presidente de la República expide el decreto aprobatorio, es publicada en el Diario de la Federación el 7 de diciembre, y entra en vigor el 8 de diciembre del 2001 (Mena y Ramírez, 2014: 220).

Dicha Ley “surge” por la necesidad de amortiguar la pobreza rural, de corregir los problemas de organización y planificación agropecuaria nacional y regional, acabar con el problema de la seguridad y soberanía alimentaria, crear las instituciones y programas adecuados para la generación y transferencia de tecnología agrícola, asegurar la construcción de un desarrollo rural integral sustentable, entre otros objetivos, que siguen pendientes después de más de 30 años de apertura comercial, políticas neoliberales y globalización de la economía.

Uno de los principales títulos de la Ley es el Título Tercero que aborda dos elementos importantes de la vida rural: el fomento agropecuario y el desarrollo rural. Ahí la Ley expone los aspectos relacionados con el fomento a la producción, industrialización y comercialización; la investigación y transferencia de tecnología; la capacitación y la asistencia técnica; el concepto de reconversión productiva; la capitalización rural; los apoyos al ingreso, las compensaciones y los pagos directos; la construcción de la infraestructura hidroagrícola, electrificación y caminos rurales; el impulso de la productividad y la formación y consolidación de empresas rurales; la sanidad agropecuaria; la política de comercialización; el sistema financiero rural; la administración de los riesgos; el sistema de información económica y productiva; la promoción de la organización económica; el bienestar

social y la atención prioritaria a las zonas de mayor rezago económico, de sostenibilidad y sustentabilidad de la producción rural, etc. (LDRS, 2015, 2020, Título Tercero). En la Ley se prevé casi todo (Mena y Ramírez, 2014: 224-225), los programas de atención y apoyo, y la estructura organizativa-operativa, misma que se basa en una concurrencia de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, a través de nueve programas:

- a) El Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable.
- b) El Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.
- c) El Sistema Nacional de Fomento a la Empresa Social Rural.
- d) El Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales.
- e) El Sistema Nacional de Bienestar Social Rural.
- f) El Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable.
- g) El Sistema Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria y Alimentaria.
- h) El Sistema Nacional de Financiamiento Rural. Y
- i) El Sistema Nacional de Apoyos a los Programas Inherentes a la Política de Fomento al Desarrollo Rural Sustentable.

Que se respaldan a su vez en seis servicios de apoyo para su operación:

- a) El Servicio Nacional de Normalización e Inspección de Productos Agropecuarios y del Almacenamiento.
- b) El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria y Alimentaria.
- c) El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.
- d) El Servicio Nacional del Registro Agropecuario.
- e) El Servicio Nacional de Arbitraje del Sector Rural. Y
- f) El Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral.

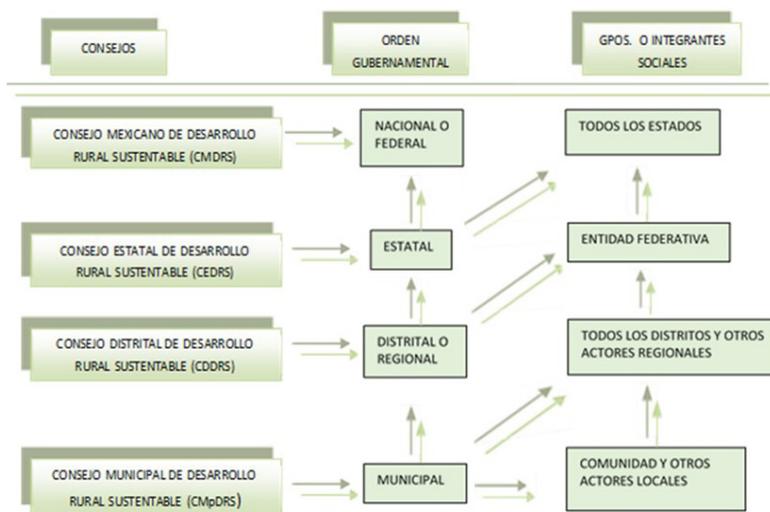
Con estas modificaciones jurídicas y programáticas del artículo 27 constitucional, el municipio se convierte en la unidad básica de planificación, los distritos de desarrollo rural son los responsables de la visión estratégica territorial y se amplía la participación de los gobiernos estatales; se crearon nuevos instrumentos de operación, tratando de dar mayores espacios a la participación democrática a los sectores sociales y privado, dando prioridad a los grupos vulnerables de la sociedad rural (mujeres, jóvenes, indígenas, discapacitados, jornaleros agrícolas y personas de la tercera edad); se crearon nuevas estrategias y criterios de fomento, fundamentalmente para pasar de una política asistencialista y clientelar, de maquillaje y corto plazo, a una política de fomento, que propiciara el crecimiento y fortalecimiento de la infraestructura productiva y la inversión en el campo, que conllevara al desarrollo económico y social; se crearon nuevos órganos de planificación, creándose los Consejos de Desarrollo Rural Sustentable como los órganos responsables de la planificación en los diferentes niveles: local o municipal, distrital, estatal y nacional, tomando su respectivo nombre de acuerdo con su nivel, así como una Comisión Intersecretarial conformada por las diferentes Secretarías de Estado del país involucradas en el desarrollo rural; y cambiar los procedimientos de planificación verticales y exógenos que se venían practicando de facto desde que se iniciaron las primeras propuestas de desarrollo en México, por otros de carácter horizontales y endógenos, buscando involucrar a los verdaderos protagonistas del medio rural desde lo local. Este nuevo proceso con sus órganos se observa en la figura 32.

Los ejes en que se basa la propuesta del desarrollo rural integral y sustentable son cuatro: **capital económico, capital físico, capital humano y capital social.**

En el capital económico se tienen como estrategias: reconversión productiva, formación de empresas rurales, integración de redes de valor,

capitalización y actualización tecnológica, fortalecimiento de servicios de apoyo y modernización del sistema financiero; en el capital humano, las estrategias son: fomento a la investigación y desarrollo tecnológico, ampliación de las redes de formadores locales, impulso a la capacitación y asistencia técnica y desarrollo de procesos de aprendizaje; en el capital social, se tienen las siguientes: nuevas instancias de planificación de desarrollo, consolidación de cadenas productivas, fortalecimiento de la empresarialidad, y fomento a la organización económica rural; y en el capital físico se contemplan: el desarrollo de la infraestructura social y productiva, con énfasis en la infraestructura hidroagrícola, sistemas de almacenaje, caminos rurales, telecomunicaciones y transportes, y los recursos naturales (suelo, bosques y agua), en servicios ambientales, conservación y mejoramiento de suelos y aguas, proyectos alternativos, reforestación, y mejoramiento de los recursos naturales en cuencas.

**Figura 32.** Órganos y procesos endógenos y horizontales en la toma de decisiones en la propuesta de desarrollo rural sustentable.



**Fuente:** Construcción propia, basado en la LDRS (2015, 2019).

**Figura 33:** Ejes del Desarrollo Rural Sustentable.



**Fuente:** construcción propia, basado la LDRS (2015, 2019).

La política de desarrollo rural establecida en la Ley marca un auténtico marco de política de Estado, sustentada en los siguientes puntos:

- a) Se impulsa el desarrollo del sector rural en el marco de un instrumento jurídico con visión de integralidad, ya que considera los aspectos de infraestructura, educación, financiamiento y comercialización, entre otros, que requiere el desarrollo del campo, además del apoyo tanto para las actividades agropecuarias como no agropecuarias.
- b) Incluye el tema de la sustentabilidad y uso racional de los recursos naturales.
- c) Se establece por primera vez la coordinación y la concurrencia de las diferentes dependencias y autoridades federales, estatales, regionales y municipales vinculadas con los aspectos de las actividades rurales, entre ellas la Comisión Intersecretarial integrada por nueve secretarías.

- d) Se crean instancias que permiten la participación de la sociedad en el diseño de las políticas para el campo, como son: el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural, Consejos Estatales, Consejos Regionales o de Distrito y Consejos Municipales para el Desarrollo Rural.
- e) Brinda seguridad a las acciones de mediano y largo plazos que generen beneficio económico para los millones de mexicanos que dependen del campo, ya que se promueven apoyos multianuales a los productores con la posibilidad de anticiparlos, lo que les permitirá operar bajo directrices de certidumbre, oportunidad, transparencia y responsabilidad.

Estas políticas generales están acompañadas de los siguientes principios: **sustentable**, como estrategia de aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y fortalecimiento de los procesos socio-económicos; **participativo**, como lineamiento estratégico eficaz para la planificación y ejecución del desarrollo rural con la concertación de hombres y mujeres del campo, instituciones del gobierno federal, estatal y municipal para la formulación de programas; **incluyente**, que incorpore a todos los sectores, instituciones, niveles de gobierno, organizaciones de productores, comunidades y unidades de producción familiar; **plural**, donde se incorpora a todos los habitantes sin importar la tipología de productores, grupos étnicos, partidos políticos y órdenes religiosas; **integral**, como articulador de los sistemas de producción en lo económico, ambiental, social y cultural, con base en la coordinación interinstitucional, al orientarse hacia un incremento generalizado de la productividad, con esquemas adecuados de comercialización y un sistema financiero eficiente y oportuno; **equitativo**; donde la distribución presupuestal debe realizarse de acuerdo a las necesidades y potencialidades de las diferentes regiones del país; y **corresponsable**, para que

los actores sociales involucrados en el desarrollo regional compartan las responsabilidades que les competen en sus roles y tareas (LDRS, 2001; citado por Cedeño, 2004).

Bien, se han puesto en la mesa de la discusión y análisis los principales elementos y estrategias del Estado en cuanto a la situación jurídica en el campo, su estructura agraria y las políticas de desarrollo rural, con la mira de eliminar o, por lo menos atenuar la pobreza en el campo, revertir los problemas de seguridad y soberanía alimentaria, construir las bases para un desarrollo rural integral y sustentable, entre otros. Vale la pena reflexionar sobre algunos aspectos centrales, como por ejemplo: cómo se decidió jurídicamente esa forma de distribución de la tierra para su usufructo, que señala una marcada diferencia entre la propiedad ejidal y la propiedad privada, con todas sus consecuencias económicas y tecnológicas; cómo se ha decidido la asignación de los recursos de los programas estatales a los diferentes productores, privilegiando a las regiones del centro y norte del país, en detrimento sobre todo del sur y sureste mexicano; por qué se aplica una política económica y tecnológica a tabla rasa en todo el país, cuando estamos conscientes de la enorme biodiversidad, diversidad de agroecosistemas y tecnología, y diferencias culturales agrícolas en el país; por qué los programas y servicios contemplados en la LDRS y las políticas agrícolas en general, no distinguen a los diferentes tipos de productores, sus diversas condiciones socioeconómicas y agroecológicas, para su aplicación; y por qué los pobres en general, los campesinos con y sin tierra, y los indígenas, están excluidos en la realidad de las políticas de desarrollo. Estas y otras interrogantes deben servir de pretexto para seguir observando, investigando, analizando y actuando en el medio rural con conciencia social.

#### 4.2.2. Agricultura, crecimiento demográfico y urbanización.

Se reconoce que, a partir de la consolidación de la agricultura, la población humana tiene un crecimiento mayor, reduciendo la superficie necesaria para mantener a un individuo. Actualmente la superficie (cultivada) necesaria para mantener a un individuo se ha reducido, en algunas regiones del mundo, hasta menos de media hectárea, gracias a la tecnología y al mejor aprovechamiento del espacio y del tiempo. Y nuevamente, después de los avances tecnocientíficos, el crecimiento poblacional no se ha hecho esperar, provocando trastornos no solo por el simple aumento de la población sino también problemas económicos, sociales, culturales y ecológicos.

Hace aproximadamente 10,000 años, al domesticar la calabaza, el maíz y el frijol, comenzó el primer aumento considerable del crecimiento poblacional en Mesoamérica. El último dio inicio hace menos de 75 años, gracias a los avances en salud pública, producción de alimentos y educación masiva. La dinámica demográfica de la región que en la actualidad se conoce como “México” puede ser dividida por conveniencia, en cuatro grandes épocas: antigua (hasta 1519, D. C.), colonial (1519-1821), nacional (1821-1910) y moderna (1910 al presente). Desde hace 9,000 a 7,000 años, las densidades demográficas en el valle de Tehuacán apenas arrojan un promedio de 2 habitantes por cada 100 kilómetros cuadrados; en el transcurso de varios miles de años, las densidades de población, aunque oscilantes, aumentaron y se sextuplicaron: a 14 habitantes por kilómetro cuadrado (5,400-4,300 a. p.: antes del presente, en el original); a medida que iba evolucionando la técnica agrícola y las prácticas de irrigación (2,900-2,100 a. p.) se aceleró lentamente el crecimiento de la población y las densidades se expandieron: de 43 habitantes por cada 100 kilómetros (3,000 a. p.) a 165 (2,500 a. p.) y 1,100 (2,100-1,300 a. p.). En la fase final (hace 1,300-500 años), en los ocho siglos anteriores al contacto con los europeos,

las densidades de la población se triplicaron hasta aproximadamente 3,600 habitantes por cada 100 kilómetros cuadrados; los pueblos fortificados surgieron y se establecieron los “Estados despóticos primitivos”. Así, la población del valle de Tehuacán aumentó de menos de 5,000 habitantes hace 3,500 años, a 1-1.2 millones en 1519, mientras que para 1995 la densidad de población alcanzó 46 habitantes por kilómetro cuadrado. Y la agricultura aumentó las posibilidades de ganar en la ruleta, permitió mayores densidades demográficas y condujo al surgimiento de pueblos, ciudades y ciudades-Estado (MacNeish, 1970, citado por McCaa, 2001: 33-35; McCaa, 2001: 35; Aguilar y Graizbord, 2001: 559). El siglo XVI fue un desastre demográfico para los mesoamericanos, pues se registra un importante descenso de la población nativa de “México” durante el primer siglo de la conquista y colonización españolas. Las estimaciones de la magnitud van de menos de 25% a más de 90%; es ampliamente aceptado que las regiones tropicales y costeras sufrieron las mayores pérdidas, al igual que la tesis de que las tierras altas tuvieron menos bajas; las pérdidas a lo largo de la colonia en el transcurso del siglo XVI alcanzaron al menos la mitad, y tal vez casi nueve décimas partes de las zonas de gran extensión. Las causas de este descenso poblacional se encuentran en el trabajo excesivo, el trastocamiento de la economía nativa, el daño causado a la ecología y la reubicación forzada, la guerra; pero las enfermedades ocupan el primer lugar en ese desastre demográfico, de acuerdo con la mayoría de los historiadores y los primeros cronistas (factores internos y externos) (McCaa, 2001: 45).

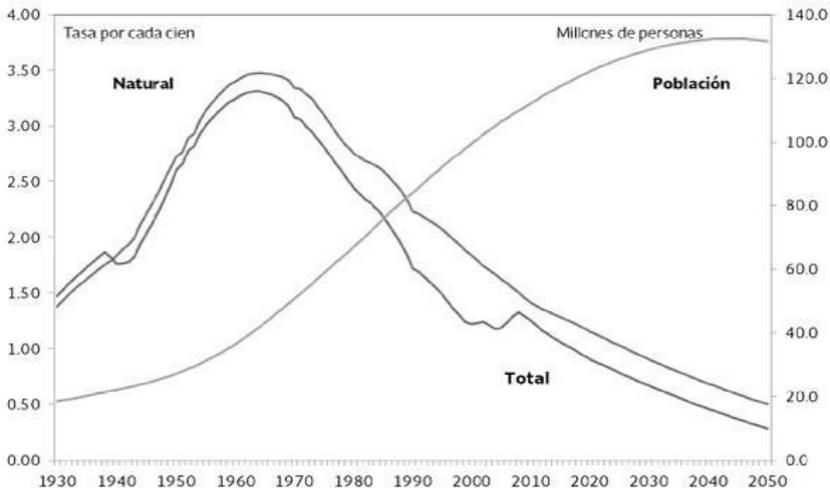
El siglo XIX fue una decepción para muchos mexicanos: a la Independencia de 1821 le siguieron doce años de guerra, enormes pérdidas de vidas y una destrucción económica generalizada; más tarde, durante los 50 años de construcción de la nación, los mexicanos lucharon en innumerables insurrecciones y guerras civiles; perdieron Texas ante inmigrantes

ingleses. Se encontraron en guerra contra Estados Unidos; cedieron vastos territorios del norte a cambio de sumas irrisorias; sufrieron la humillación de ser invadidos por un ejército europeo y fueron gobernados por uno de los príncipes de Habsburgo bajo el patronazgo de Napoleón III y ¡un ejército imperial francés! Los grandes sueños de hacer del México independiente una nación próspera, populosa, fueron trastocados por décadas de torbellino político, guerra civil e invasión, donde la agricultura también fue abandonada. Se suponía que la educación y la inmigración iban a transformar al México independiente, pero casi un siglo después del “grito” del cura Hidalgo en 1810, la República Mexicana contaba con 13.6 millones de habitantes, con apenas dos millones que sabían leer (McCaa, 2001: 55, 60).

La urbanización rápida es un fenómeno del siglo XX, tanto que durante el siglo XX y XXI la población mexicana ha tenido una profunda transformación: en 1895 registró 12.6 millones de habitantes y para el 2,000, la población censada fue de cerca de 100 millones; la población mexicana se multiplicó casi ocho veces en algo más de un siglo, a pesar del decrecimiento causado por la Revolución y de la continua y cada vez mayor emigración a los Estados Unidos. Los rasgos más notables del crecimiento y distribución de la población en México en lo que va del presente siglo son: rápido crecimiento de la población, fuerte incremento del nivel de urbanización y marcada concentración de la población en ciertas regiones del territorio nacional; sin embargo, estas grandes tendencias han mostrado comportamientos diferentes de acuerdo con las etapas de desarrollo económico que han dominado en el país: hasta 1930, se registró un bajo crecimiento demográfico y la población total se mantuvo en la misma magnitud en un país eminentemente agrícola; en el lapso de 1940 a 1970 -con el fuerte impulso por parte del Estado a la industrialización sustitutiva de importaciones- hubo expansión económica, rápida urbanización y aumento de la esperanza de vida; en contraste, durante la segunda mitad de los

setenta y en los años ochenta el país sufrió serias y prolongadas recesiones económicas, sobre todo en la década de los ochenta, se experimentaron notables cambios políticos y procesos de ajuste estructural en la economía hacia un “modelo agroexportador” con una acelerada apertura comercial y privatización de empresas públicas. En esta última fase del desarrollo nacional se alteraron los patrones del crecimiento y la distribución poblacional, predominantes hasta ese momento, lo cual causó, entre otros procesos, un ritmo más lento en el aumento de la población y un crecimiento mucho menos acelerado en las más grandes metrópolis del país. Así, la economía nacional ha evolucionado de una estructura basada en actividades agrícolas a principios del siglo XX, hacia otra eminentemente industrial en los cincuenta a los setenta, y más recientemente hacia una economía de base terciaria (Aguilar y Graizbord, 2001: 553-557). En la figura 34 se presenta una proyección de la población mexicana al año 2050.

**Figura 34.** Población total y tasas de crecimiento natural y total 1930-2050.



**Fuente:** Estimaciones del Consejo Nacional de Población, CONAPO, (2018: 7).

En los patrones de distribución espacial, de la población y sus cambios en el tiempo, intervienen tres factores principales: **factores históricos** (con espacios con continuidad poblacional desde la época prehispánica y nuevos espacios de poblamiento); **factores naturales o físico-geográficos** (clima, relieve, estructura geológica, agua, flora y fauna, entre otros); y **factores socioeconómicos y tecnológicos** (actividades productivas, etc.). Estos movimientos poblacionales han dado pauta a la distribución por regiones que destacan tres aspectos fundamentales, a saber: **primero**, se mantiene el peso relativo y la marcada concentración de población en un número reducido de regiones: Occidente, Centro Norte y Golfo; **segundo**, en un contexto generalizado de crecimiento demográfico se destacan regiones concentradoras y expulsoras de población: las “regiones concentradoras” son: Valle de México, Golfo, Noroeste, Noreste y Península de Yucatán; se consideran “regiones expulsoras”: Pacífico Sur y Centro Norte; y **tercero**, dentro de algunas regiones se manifiesta un proceso de concentración que coexiste con grandes espacios escasamente poblados: se denota un proceso centrífugo del centro a la periferia, como en la Península de Yucatán y el Pacífico Sur. Esta reconfiguración de los movimientos poblacionales, acompañado de un rápido crecimiento de la población urbana – actualmente, la población urbana representa más del 60% del total del país- hacen que México sea predominantemente urbano, y que las grandes ciudades del país (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey) cedan espacio a las ciudades intermedias y pequeñas como centros de atracción de población, por la descentralización de las actividades económicas agroindustriales y turísticas, entre otras (por su tamaño poblacional, las ciudades pequeñas van de 15,000 a 99,000 habitantes; las intermedias de 100,000 a 999,000 y las grandes, mayores a un millón de habitantes).

El crecimiento acelerado de la población, la urbanización progresiva del país, un activo proceso de industrialización, así como modificaciones relativas al campo, entre otros factores, han ocasionado cambios importantes en el territorio nacional. Ante la presión por ampliar la frontera agropecuaria y urbano-industrial, se han alterado irreversiblemente superficies que antaño conformaban los ecosistemas terrestres. En estrecha relación con el proceso de urbanización, se observa la pérdida de suelos con potencial agrícola, pecuario o forestal como consecuencia de su incorporación a usos urbanos; dicho fenómeno se da principalmente en las áreas colindantes con las ciudades que tienen mayor expansión.

Según una evaluación de riesgo de los ecosistemas (SEDESOL, 1994, citado por Saavedra, 2001: 525), se identificaron 25 regiones con problemas críticos desde el punto de vista ambiental, que de acuerdo con Mena y Ramírez (2014: 162-166), se han recrudecido con el paso del tiempo y el avance de la agricultura moderna industrial; Oaxaca presenta los valores más altos de superficie de suelos erosionados, bosques perturbados y alto valor en el índice de marginación municipal. Los estados del norte tienen índices bajos de marginación, pero muestran graves problemas de contaminación causado por residuos contaminantes derivados de la agricultura industrial que practican, y por sus desechos industriales. Los resultados del análisis mostraron que las áreas con alto índice de marginación municipal, bajas actividades productivas (baja productividad) y gran biodiversidad se encuentran en el sur-sureste del país, donde prevalecen gran cantidad de poblaciones indígenas, donde también se manifiestan problemas de erosión, contaminación por uso de agroquímicos al suelo y mantos freáticos, salinización, acidificación y deforestación, provocando severos impactos sociales, económicos y ecológicos (Cáceres, 2018: 31; Novoa, 2020, 122-123).

En las áreas urbanas, el desarrollo industrial y las migraciones masivas a las ciudades iniciadas en los años cuarenta ocasionaron la ocupación desordenada del suelo y una gran demanda de servicios (agua, luz, drenaje, etc.), lo cual causó graves desequilibrios ambientales agregados a los sociales y económicos, que a su vez han sido causa de importantes deterioros en las condiciones de vida de los habitantes del país y particularmente de los sectores más pobres. En las áreas rurales los problemas de contaminación del ambiente que afectan a la población responden, más bien, al limitado o nulo acceso a los recursos básicos, como agua potable, drenaje, servicios sanitarios y recolección de basura, contaminación por uso de agroquímicos, contaminación de las aguas por descargas industriales y domésticas, elementos que -al combinarse con inadecuadas técnicas productivas y de consumo de recursos, tanto individuales como industriales- ocasionan alteraciones de los ecosistemas.

El análisis de la distribución de la población, su dispersión, integración y concentración, entre otros aspectos, tiene que ver con la dimensión espacial, territorial. El territorio es el espacio concreto (el laboratorio) de relaciones de diferente tipo entre elementos físicos naturales, construidos y sociales, el cual (además de ser asiento, sustrato, base de procesos) es producto de las relaciones dialécticas entre sus elementos geográficos y humanos, lo que entraña situar la integración, concentración y dispersión en función de estas relaciones, que darán cuenta de su apropiación en cuanto territorio, y que en perspectiva histórica corresponde al proceso de poblamiento (la apropiación del espacio consiste en la posibilidad de desplazarse, instalarse, poseerlo, actuar; soñar, aprender, crear según los deseos, aspiraciones y proyectos de los individuos). El proceso de poblamiento alude a la manera en que la población va ocupando, ampliando y transformando áreas de un territorio determinado, de acuerdo con las percepciones, posibilidades y oportunidades que su organización

sociopolítica y su geografía le ofrecen y le permiten. Así, el poblamiento no es solamente el proceso de ocupación de un territorio, sino las interacciones continuas de uso y transformaciones del medio físico, de los recursos y de la organización productiva que integran la dinámica demográfica, así como las circunstancias que han influido en la formación de los patrones de asentamiento de una población; es decir, la dinámica que se establece entre los tres postulados principales: postulados biosociales, bioculturales y bioproductivos (Toledo, 2010: 339).

Entre las desigualdades por las que atraviesan estos grupos figuran que cerca de mil millones de personas que habitan zonas rurales aún carecen de electricidad, nueve de cada diez personas que viven en ciudades respiran aire contaminado y, que en 2015, 29% de la población mundial no contaba con suministros de agua potable, 61% carecía de servicios de saneamiento gestionados de manera segura y 892 millones de personas, aproximadamente 150 millones más que la actual población europea, aún realizaban defecación al aire libre (ONU, 2018), citado por SEMARNAT, 2019:21).

Las modalidades del proceso de desarrollo han operado de manera desigual en las ciudades y en el ámbito rural, en tanto que el modo específico de desenvolvimiento que tiene el desarrollo en las sociedades latinoamericanas es desigual y combinado, o sea que en ciertos lugares y condiciones funciona de una manera transformadora y modernizadora; aumenta la productividad, por ejemplo, y a la vez mantiene y reproduce en otras áreas modalidades que no corresponden a dicha lógica. Así, la gran producción, los monocultivos, la tecnificación, la ampliación del mercado, etc., se combinan con la reproducción del minifundio, la pequeña propiedad, formas campesinas de producción, como parte del propio modelo, y no se consideran remanentes tradicionales que no se han integrado. La concentración y dispersión de las actividades y de la producción, el consumo y la población (entre otras) serían consecuencias

estructurales de este proceso. Lo espacial se refiere a ordenamientos, distribuciones, integración, organización, interacciones y procesos espaciales, entendidos como los movimientos sobre la superficie terrestre. De ahí el interés en la estructura espacial y el ordenamiento resultante sobre el territorio; por ello, el proceso por el cual las sociedades ocupan y se apropian de un territorio contiene las dinámicas demográfica, económica, sociocultural y política que especifican dicho poblamiento.

El crecimiento de la población ha sido una de las causas más frecuentemente citadas para explicar la sobreexplotación de los recursos naturales y la degradación ambiental. El explosivo crecimiento poblacional mundial observado durante el siglo XX, ha sido determinante de la condición global actual. No obstante, también se reconoce que el crecimiento de la población per se no es el único factor que determina la intensidad de la presión ejercida sobre el ambiente y los recursos naturales. La capacidad económica de consumo de la sociedad tiene también una importante influencia, así como la eficiencia técnica con la que se usan los recursos para la producción de los satisfactores. Otras variables como la desigualdad, la pobreza, el nivel de urbanización, el régimen jurídico, la política agrícola y la institucionalidad también modifican la dinámica de las causas subyacentes de la presión ambiental (SEMARNAT, 2019: 19).

La situación sobre la distribución, concentración y dispersión de la población, el crecimiento poblacional, el deterioro del medio ambiente y fundamentalmente la pobreza, dieron pauta al surgimiento de la teoría malthusiana y siguen siendo materia de discusión por los neomalthusianos y los críticos de esa propuesta. Thomas Robert Malthus (1766-1834), en su “Ensayo sobre el principio de la población”, sostenía que el aumento de la población responde a una progresión geométrica, mientras que el incremento de los medios de subsistencia ocurre solo en progresión aritmética.

En esta hipótesis, de no intervenir obstáculos represivos (hambre, guerras, pestes, etc.), el nacimiento de nuevos seres provocaría el crecimiento de la población, aumentando la pauperización gradual de la especie humana e incluso podría provocar su extinción -lo que se ha denominado catástrofe malthusiana- además de la bancarrota del Estado. Según Malthus, la falta de correspondencia que, por tanto, existe entre la cantidad de recursos para subsistir y el número de habitantes, se ha de regular de manera natural por medio de guerras, epidemias, limitación de los matrimonios y otros procedimientos que contribuyan a reducir la población. Su teoría lo lleva a plantear dos “leyes” (llamadas leyes de Malthus): primera: la población, cuando no es detenida por ningún obstáculo, crece en progresión geométrica, doblándose cada veinticinco años; segunda: las subsistencias (producción de alimentos), aun en las mejores circunstancias, sólo crecen en progresión aritmética. Así pues, mientras la población aumenta en las proporciones: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, las subsistencias sólo crecen en las de: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Al cabo de dos siglos la población sería, por tanto, en orden a los medios de subsistencia, como 256 a 9, y al cabo de tres siglos como 4,096 a 13, y después de dos mil años la diferencia sería inmensa y casi incalculable. La población crece con mayor rapidez que los medios de consumo, y ese es, según Malthus, el origen del hambre, del desempleo y de la miseria de los trabajadores; de allí se concluye de que los trabajadores, para mejorar su situación, deben limitar la natalidad familiar (Acad. de Ciencias de la URSS, 1977: 41).

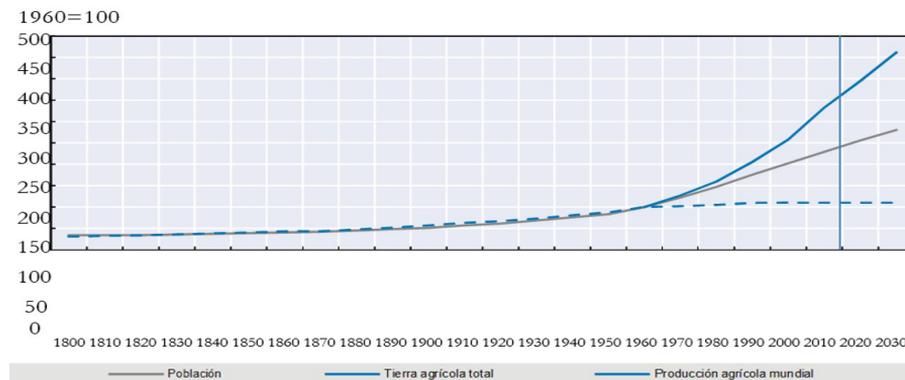
En realidad, la correlación entre el ritmo de crecimiento de la población y la producción de medios de existencia no es dada de una vez para siempre. Con una base técnica relativamente conservadora y un lento desarrollo de la producción, en los modos de producción precapitalistas

se observó una presión del exceso de población sobre las fuerzas productivas, que condujo con frecuencia a grandes migraciones. En cambio, con un progreso técnico más elevado, el incremento de la producción de medios de existencia adelanta considerablemente al ritmo de crecimiento demográfico, como lo prueba, por ejemplo, el aumento de la producción per cápita. Es indiscutible que el número de habitantes, el crecimiento demográfico, la densidad de población y su distribución territorial influyen en el desarrollo de la sociedad; pero al mismo tiempo, el número de personas que forman la sociedad dependen del grado de desarrollo de las fuerzas productivas, de la producción. El aceleramiento del ritmo de incremento de la población no es causa, sino efecto del cambio de los modos de producción, de las condiciones de vida de los hombres; el crecimiento demográfico depende de la correlación entre la natalidad y la mortalidad, y en ambos procesos influyen multitud de factores de carácter social: las relaciones económicas, el nivel de bienestar de la población, las condiciones de vivienda, el progreso de la medicina, de la sanidad, etc. El crecimiento de la población es en su base un proceso espontáneo, pero en él ejercen una influencia mayor o menor las políticas del Estado, las medidas jurídicas y de otro carácter orientadas a estimular o, por el contrario, limitar la natalidad (Acad. de Ciencias de la URSS, 1977: 43-44).

Para sus críticos, el malthusianismo sirve para legitimar la explotación capitalista y la política del imperialismo globalizador. La teoría de Malthus está hoy completamente refutada por economistas y sociólogos de las más distintas escuelas, y, sobre todo, por los hechos: **primero**, la estadística prueba que no es cierto que la población crezca en progresión geométrica; **segundo**, tampoco la proporción aritmética de las subsistencias ha resultado comprobada, sino que, por el contrario, han crecido en una proporción mucho mayor, y los nuevos territorios ocupados y los descubrimientos técnicos y químicos prometen casi inagotables recursos para el

porvenir; **tercero**, Malthus no tuvo en cuenta el aumento de la capacidad industrial del hombre, merced a la cual puede un individuo quintuplicar y hasta decuplicar su potencial agroindustrial; cuarto, los progresos de la química, la bioquímica, la biotecnología, entre otras, flexibilizan el problema de la existencia humana mediante el cultivo del suelo, y más aún la producción independiente de los acontecimientos del suelo, de la lluvia o de la sequía (agroindustrial y sintéticos); quinto, actualmente se sostiene que la causa de la miseria no es la población, sino la actual organización económica, y la mala distribución de los recursos productivos y de la riqueza. En la figura 35 se puede apreciar el comportamiento a largo plazo en el uso del suelo, la producción agrícola y el crecimiento poblacional.

**Figura 35.** Población, producción agrícola y uso de tierra agrícola en el largo plazo



**Fuente:** OCDE/FAO (2019), "OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas", *Estadísticas de la OCDE sobre agricultura* (base de datos).

Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en>.

*Nota:* Los datos de la población provienen de las estadísticas históricas de Maddison para 1820-1940; de la División de Población de las Naciones Unidas para 1950-2030; para 1800 y 1810, se extrapolaron de Maddison. Los datos sobre la tierra agrícola (cultivos y pastizales) de 1800-2010 se tomaron de la History Database of the Global Environment (HYDE 3.2), Klein Goldewijk *et al.* (2017); y se extendieron a 2030 con las proyecciones de las *Perspectivas Agrícolas*. Los datos de la producción agrícola mundial de 1960-2010 provienen de FAOSTAT (Índice de la producción agrícola neta), y se extendieron a 2030 con las proyecciones de las *Perspectivas Agrícolas*.

En el fondo, el problema no es la cantidad de población, sino su relación con la disponibilidad de alimentos, y hoy en día con el ambiente y con el trabajo: si se define al medio ambiente como el entorno al servicio del hombre y la sociedad, entonces es obvio que el crecimiento de la población es parte consustancial al ambiente: si hay más productores, deberá crecer más la producción, y efectivamente la producción crece más que la población, de ahí el gran problema de los excedentes en los países avanzados, lo cual dista mucho de satisfacer las necesidades de la población. Entonces, los alimentos no son escasos, sino el poder de compra de los más pobres: en **primera instancia**, es el sistema actual el que, a través de la producción y distribución desiguales, impide que se tenga acceso a los alimentos; y en **segunda instancia**, al imponer precios elevados, presiones y chantajes, que permiten hacer su antojo en la sociedad. Lo mismo sucede con los intentos de reducción de la pobreza, el incremento y mejoramiento de los empleos, y el control de la natalidad, que intentan realizarse desde el modelo económico neoliberal vigente: donde siempre se favorecerá a los que más tienen en detrimento de los más pobres. No hay otra alternativa que voltear la mirada hacia una alternativa diferente, y una de ellas es la sustentabilidad, que procura una mejor distribución de la riqueza, de los recursos productivos y alimentos (Torres, 2001).

La crítica al malthusianismo no significa, por supuesto, que no exista en absoluto para la sociedad el problema de regular el crecimiento demográfico y conseguir un modo racional de reproducción de la población. Para los malthusianos, el culpable del hambre y de la miseria es el crecimiento excesivo de la población; para los marxistas y otros críticos, el culpable es el régimen social explotador y caduco, el insuficiente desarrollo de la producción. Los primeros consideran que la panacea de todas las calamidades sociales consiste en reducir la natalidad; los segundos ven el

medio principal de resolver los gravísimos problemas sociales y económicos de nuestro tiempo, en la transformación del régimen capitalista y en la búsqueda de una alternativa viable y sustentable.

Los cálculos hechos por muchos científicos muestran que con un aprovechamiento más completo de las tierras aptas para el cultivo y con la elevación de su rendimiento por hectárea se puede alimentar sin ninguna dificultad a una población diez veces mayor que la existente hoy en el mundo. Es indudable que el aprovechamiento de las ingentes reservas alimenticias de los mares y océanos y, a la par, los éxitos de la síntesis química y biotecnológica de los productos, brindan la posibilidad de asegurar alimentos a un número mayor de personas. Ahora bien, el quid de la cuestión está en que la realización de estas posibilidades no depende solo de que se descubran modos más racionales de utilización de la biósfera, sino también de que se resuelvan los problemas socioeconómicos y culturales de la sociedad, sobre todo de los más pobres, se acabe con el yugo imperialista que los oprime y se ponga fin a la explotación de millones y millones de trabajadores. Así se resolverá también la supuesta contradicción entre la agricultura, el crecimiento demográfico, la pobreza, y la creciente urbanización y sus cinturones de miseria.

#### **4.2.3. Los "rostros" del contexto rural: pobreza, violencia, migración.**

El contexto social, económico, político, cultural y ecológico en México, como se ha venido sosteniendo, es muy diverso. Esta falta de diferenciación en la aplicación de las políticas estatales para promover el desarrollo rural (en vez de buscar alternativas al desarrollo rural, recordando a Hernández y Suárez-Navas, 2004), y la diferenciación en la distribución de la riqueza generada en la economía regional, nacional

y mundial, así como la distribución de los recursos productivos, han creado un mundo fragmentado social, económica y culturalmente.

La **pobreza**, en palabras de Sahlins (1980), citado por Cano y De la Cruz (2013: 217), “no debe entenderse como una débil calidad de bienes... es ante todo una relación de hombre a hombre, una condición social. En cuanto tal, la pobreza es un invento de la civilización, que ha crecido con ella, a la vez que una distinción insidiosa entre clases y, aún más grave, una relación de dependencia. Esta situación de pobreza en gran parte de la humanidad, se ha venido acrecentando desde el liberalismo del siglo XVIII, el neoliberalismo de la segunda mitad del siglo XX y la globalización actual, que consideran al mercado y al Estado como instancias de regulación económica e institucional de las relaciones de convivencia: se asumen como fenómenos propios de nuestro hábitat natural, pretendiéndose que la miseria, la injusticia, las desigualdades económicas y sociales quedarían resueltas de manera natural; sería como aceptar históricamente inevitable las sumisiones y dominaciones, la explotación y el “consumo” de unos hombres sobre otros (Cano y De la Cruz, 2013: 217).

**La pobreza**, en su acepción más amplia, está asociada a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impiden la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social. Aun cuando existe una gran variedad de aproximaciones teóricas para identificar qué hace pobre a un individuo, hay un consenso cada vez más amplio sobre la naturaleza multidimensional de este concepto, el cual reconoce que los elementos que toda persona necesita para decidir de manera libre, informada y con igualdad de oportunidades sobre sus opciones vitales, no pueden ser reducidos a una sola de las características o dimensiones de su existencia (Alkire y Foster, 2007; CDESC, 2001; Kakwani y Silber, 2008). El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)

dice que la **medición de la pobreza** en nuestro país ha sido desarrollada, tradicional y mayoritariamente, desde una perspectiva unidimensional, en la cual se utiliza al ingreso como una aproximación del bienestar económico de la población. Desde esta perspectiva, se suele definir un umbral o línea de pobreza que representa el ingreso mínimo necesario para adquirir una canasta de bienes considerados indispensables. Dicho umbral es comparado con el ingreso de los hogares para determinar aquellos que son pobres. Esta aproximación permite identificar a la población que carece de las condiciones necesarias para satisfacer sus necesidades, siempre y cuando se puedan adquirir a través de los mercados de bienes y servicios (Citados por CONEVAL, 2018: 22-23).

A pesar de la evidente utilidad, así como de su amplia aceptación en el orden mundial, las medidas unidimensionales de pobreza han sido sujetas a exhaustivas revisiones y críticas; por ejemplo, la principal medición de pobreza utilizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Unión Europea (UE) es la línea de pobreza definida a partir de un nivel de ingreso fijado a cincuenta por ciento del ingreso medio por hogar; Estados Unidos basa su medición oficial en una línea de pobreza definida en el costo en dólares de un determinado plan de alimentos; el Banco Mundial (BM) define la pobreza extrema como vivir con menos de 1.25 dólares de Estados Unidos al día. (CDESC, 2001; DWP, 2003; ONU, 2004). Se argumenta que una de las principales limitaciones de las medidas unidimensionales, consiste en que el concepto de pobreza comprende diversos componentes o dimensiones, es decir, se trata de un **fenómeno de naturaleza multidimensional** que no puede ser comprendido y aprehendido, única y exclusivamente, por los bienes y servicios que pueden adquirirse en el mercado (CDESC, 2001; CTMP, 2002; Jahan, 2002; Kakwani y Silber, 2008; O'Neil, 2006).

La pobreza está asociada también a la imposibilidad de disfrutar diversos satisfactores esenciales, muchos de los cuales son provistos por el Estado (como el acceso a servicios de saneamiento o la seguridad pública), o que son considerados fundamentales por formar parte de los derechos humanos, económicos, sociales y culturales (CDESC, 2001; Kurczyn y Gutiérrez, 2009; ONU, 2004), (Citados por CONEVAL, 2018: 23).

Actualmente, las formas más adecuadas de diagnosticar las condiciones de vida, en particular de los grupos vulnerables, han sido mediante la construcción de indicadores de medición concentrados en la cobertura de la **Canasta Básica Alimentaria** (CBA), definida como el conjunto de bienes y servicios indispensables para que los individuos y sus familias puedan satisfacer sus necesidades esenciales, y tiene como objetivo medir la **pobreza multidimensional**. A nivel mundial, hoy en día, la CBA es un referente clave en los estudios que sirven para medir grados de pobreza, desigualdad social, nivel de vida de la población y políticas de seguridad alimentaria. Así, la carencia alimentaria expresada por la cobertura de la CBA constituye en sí misma un indicador de pobreza y desigualdad (Torres, 2013, 62-63). Para el CONEVAL (2018), y su Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza en México *“una persona se encuentra en situación de pobreza multidimensional cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social, y si sus ingresos no son suficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades”* (la definición de pobreza señala que una persona es pobre si tiene al menos una carencia social y un ingreso inferior a la línea de bienestar); en esta metodología se consideran dimensiones constitutivas de la pobreza en el Estado mexicano a todas aquellas asociadas a los indicadores mencionados en el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social (LGDS), a excepción de

la cohesión social y el grado de accesibilidad a carretera pavimentada. A efectos de identificación de la población en situación de pobreza, y conforme al marco conceptual, estas dimensiones se dividen en dos grupos (CONEVAL, 2018: 36):

- a) El de la dimensión asociada al espacio del **bienestar económico**, la cual se mide operativamente por el indicador de ingreso corriente per cápita. y
- b) El de las dimensiones asociadas a los **derechos sociales**, es decir, la **educación**, la **salud**, la **seguridad social**, la **alimentación nutritiva** y de **calidad**, la **vivienda** y sus **servicios**, las cuales se miden por medio de los seis indicadores de carencia social referidos.

En 2010, cerca de la mitad de la población en México (46.2%) se encuentra en situación de pobreza; de los 52 millones de pobres, 40.3 eran pobres moderados y 11.7 millones pobres extremos, es decir, una décima parte en pobreza extrema (Hernández et al, 2013: 256; Escamilla et al, 2014: 91). Cordera (2010), citado por Mena y Ramírez (2014: 187), explica que en el campo mexicano hay 2.5 millones de hogares en pobreza extrema que representan poco más de la mitad de los cinco millones de hogares rurales; 14 millones son pobres (56%) y 11 millones superan la pobreza extrema. En contraste, en el medio urbano menos de 15% son pobres. Asimismo, hay 175 mil localidades menores de 2,500 habitantes, casi cinco veces más que en 1970, dispersión que se asocia con la pobreza y también con la población indígena.

El minifundismo influye para que las necesidades básicas de alimentación sean cubiertas deficientemente, lo que obliga a los campesinos del sur-sureste del país y aún centroamericanos, a la migración tanto a las regiones del norte con agricultura comercial, como a EE UU para

sobrevivir; en ocasiones se acompañan de sus familias, alimentando los cinturones de miseria que se forman en las orillas de las ciudades. Se calcula que alrededor de tres millones de personas migran anualmente en esas condiciones. Alrededor de la mitad de los ejidatarios superan los 50 años, y cerca de 20% tiene más de 65 años. Los jóvenes buscan mejores condiciones de vida y como consecuencia de la migración, las mujeres se han estado haciendo cargo de las actividades productivas en el campo: en 1970 existían 31,459 y para el año 2005 ya eran 498,061. En México, la población rural se estima en la actualidad en 24.5 millones de personas; de ellas, 10.7 millones pertenecen a la población económicamente activa, pero sólo 3.1 millones de productores son dueños de un pedazo de tierra. Las posibilidades de desarrollo para los jóvenes del medio rural (más del 50% de los habitantes) son escasas. Por un lado, el acceso a la posesión de tierras prácticamente está cancelado al agotarse el reparto agrario y, por otro lado, las organizaciones rurales difícilmente logran consolidarse, pues el desmantelamiento de las instituciones del sector que antes proporcionaba diversos apoyos como el crédito, la inversión y los precios de garantía, no ha sido sustituido por una estrategia pertinente para enfrentar las nuevas realidades económicas políticas y sociales del campo. La tan esperada asociación productiva entre inversionistas privados y ejidatarios ahora dueños de sus tierras de cultivo no se ha dado, más bien continúan los arreglos de renta y aparcería. Tampoco se ha logrado mucho en la formación de empresas campesinas, en donde los procesos de apertura económica y globalización han modificado valores y compromisos comunitarios de la sociedad rural (Mena y Ramírez, 2014: 187-188). En el cuadro 19 se aprecian los diez estados con mayor concentración de la pobreza en México para 2005.

**Cuadro 19.** Los 10 estados de la República Mexicana con mayores porcentajes de población en condiciones de pobreza (2005).

Estado	Población total	% Población en pobreza alimentaria	% Población en pobreza de capacidades	% Población en pobreza de patrimonio
Chiapas	4,293,459	47.0	55.9	75.7
Guerrero	3,115,202	42.0	50.2	70.2
Oaxaca	3,506,821	38.1	46.9	68.0
Durango	1,509,117	24.4	33.7	59.4
Tabasco	1,989,969	28.5	36.6	59.4
Veracruz	7,110,214	28.0	36.3	59.3
Puebla	5,383,133	26.7	35.3	59.0
San Luis Potosí	2,410,414	25.7	33.3	55.5
Michoacán	3,966,073	23.3	30.8	54.5
Hidalgo	2,345,514	25.7	33.0	54.2
<b>Nacional</b>	<b>103,263,388</b>	<b>18.2</b>	<b>24.7</b>	<b>47.0</b>

**Fuente:** CONEVAL (2006), citado por Pérez y Altamirano (2009: 50).

CONEVAL (2016, 2018: 51-52) Y SEMARNAT (2019: 46-47), dicen que, para alcanzar un mayor desarrollo humano, es necesario que la población obtenga mayores ingresos, pueda acceder a un grupo mayor de satisfactores, que obtenga un mayor Índice de desarrollo Humano (IDH), que reduzca el Índice de Pobreza (IP), que se disminuya la brecha en la desigualdad económica y social, entre otros indicadores. Pero la realidad parece decir lo contrario con algunos estados y municipios del país. Los estados con mayor IDH a nivel nacional son Nuevo León y Sonora, con 0.799, comparado con los más bajos, que son Oaxaca, Chiapas y Guerrero, con un promedio de 0.681.

Con datos del 2014, CONEVAL (2017: 104) se presenta el cuadro 20 donde se aprecian los porcentajes de la población con cada carencia social.

**Cuadro 20.** Porcentaje de la población con cada carencia social.

Indicadores de la pobreza multidimensional rural, 2008-2014. <i>Porcentajes</i>				
Indicadores de Incidencia	2008	2010	2012	2014
Pobreza Multidimensional				
Población en situación de pobreza	62.4	64.9	61.6	61.1
a. Moderada	36.2	40.9	40.1	40.5
b. Extrema	26.2	23.8	21.5	20.6
Población vulnerable por carencias sociales	33.1	28.8	31.9	31.7
Población vulnerable por ingresos	0.7	1.1	1.3	1.2
Población no pobre y no vulnerable	3.8	5.2	5.3	6.0
Privación Social				
Población con al menos una carencia social	95.6	93.6	93.5	92.8
Población con al menos tres carencias sociales	60.6	50.3	47.4	46.0
Indicadores de Carencia Social *				
Rezago Educativo	36.3	33.9	32.4	31.5
Carencia por acceso a los servicios de salud	48.2	32.2	20.6	17.3
Carencia por acceso a la seguridad social	86.2	81.9	81.5	80.0
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	35.9	29.2	23.4	22.1
Carencia por acceso a los servicios básicos de la vivienda	51.7	46.6	57.3	57.9
Carencia por acceso a la alimentación	32.6	33.6	30.9	32.1
Bienestar				
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	32.8	35.0	32.7	31.9
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	63.1	66.0	62.8	62.4

**Fuente:** CONEVAL, 2017.

Por otro lado, el CONEVAL (2016, 2019), en el cuadro 21, presenta estimaciones porcentuales sobre la pobreza multidimensional en México, concluyendo que la pobreza para el periodo de cálculo es de 43.6%, es decir, 53.4 millones de habitantes, mientras que la pobreza extrema es del 7.6%, lo que equivale a 9.4 millones de mexicanos, sumando

más del 50% de la población total en nuestro país, es decir, aproximadamente 52.4 millones de personas. Chiapas es el estado con más pobres, con 4.1 millones de personas, que representan el 77.1 % de su población total; de estos, 1.5 millones están en pobreza extrema (28.1 %), mientras que Baja California es el que menos pobres tiene, con 176 mil personas (22.1 % de su población total), 13 mil en pobreza extrema (2 % de su población total). La misma tendencia sigue la pobreza por municipios: Chiapas con seis, Oaxaca con seis y Guerrero con uno; los estados con los municipios más ricos son Sonora con siete, Nuevo León con cinco y Cd de México con dos. El municipio más pobre es Santos Reyes Yucaná, Oaxaca, con el 97.5 % de su población en pobreza.

**Cuadro 21.** Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, 2016. Porcentaje, número de personas y carencias promedio por indicador de pobreza, 2008-2016.

Indicadores	Estados Unidos Mexicanos														
	Porcentaje					Millones de personas					Carencias promedio				
	2008	2010	2012	2014	2016	2008	2010	2012	2014	2016	2008	2010	2012	2014	2016
<b>Pobreza</b>															
Población en situación de pobreza	44.4	46.1	45.5	46.2	43.6	49.5	52.8	53.3	55.3	53.4	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2
Población en situación de pobreza moderada	33.3	34.8	35.7	36.6	35.9	37.2	39.8	41.8	43.9	44.0	2.4	2.2	2.0	1.9	1.9
Población en situación de pobreza extrema	11.0	11.3	9.8	9.5	7.6	12.3	13.0	11.5	11.4	9.4	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5
Población vulnerable por carencias sociales	32.3	28.1	28.6	26.3	26.8	36.0	32.1	33.5	31.5	32.9	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7
Población vulnerable por ingresos	4.7	5.9	6.2	7.1	7.0	5.2	6.7	7.2	8.5	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Población no pobre y no vulnerable	18.7	19.9	19.8	20.5	22.6	20.9	22.8	23.2	24.6	27.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Privación social</b>															
Población con al menos una carencia social	76.6	74.2	74.1	72.4	70.4	85.5	85.0	86.9	86.8	86.3	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0
Población con al menos tres carencias sociales	31.7	28.2	23.9	22.1	18.7	35.4	32.4	28.1	26.5	23.0	3.7	3.6	3.5	3.5	3.4
<b>Indicadores de carencia social</b>															
Rezago educativo	21.9	20.7	19.2	18.7	17.4	24.5	23.7	22.6	22.4	21.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.6
Carencia por acceso a los servicios de salud	38.4	29.2	21.5	18.2	15.5	42.8	33.5	25.3	21.8	19.1	3.0	3.0	2.8	2.8	2.7
Carencia por acceso a la seguridad social	65.0	60.7	61.2	58.5	55.8	72.5	69.6	71.8	70.1	68.4	2.6	2.5	2.3	2.3	2.2
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	17.7	15.2	13.6	12.3	12.0	19.7	17.4	15.9	14.8	14.8	3.7	3.6	3.4	3.3	3.1
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	22.9	22.9	21.2	21.2	19.3	25.5	26.3	24.9	25.4	23.7	3.6	3.3	3.2	3.1	2.9

Fuente: CONEVAL (2016: 1).

La **desigualdad**, aparentemente es el principal inductor de la **pobreza**; sin embargo, a pesar de la correlación que existe entre la desigualdad y la pobreza, hay importantes diferencias entre ellas. Mientras la desigualdad se expresa en distintos niveles de ingreso y de oportunidades entre los diversos segmentos de la sociedad, la pobreza extrema

se manifiesta como la carencia absoluta de la población que la padece, debido a que se encuentra excluida de los beneficios del crecimiento económico y del desarrollo social. La pobreza ha ido en aumento en el campo, obligando a los campesinos a buscar actividades no agrícolas, para compensar sus precarios ingresos. Entre las principales causas genéricas de la pobreza rural se encuentran los bajos ingresos agrícolas, la falta de empleo, los bajos salarios y la marginalidad geográfica; así, existen diversas definiciones de pobreza, pero su elemento común es la carencia de un cierto nivel de ingreso o de consumo, así como de capacidades y oportunidades para mejorar la situación personal y familiar. Esta carencia o privación ocasiona que las personas no puedan satisfacer sus necesidades económicas y sociales, determinadas por la sociedad en la que viven. De la pobreza surgen sentimientos de inseguridad con respecto al futuro, de dependencia con respecto a otros, de humillación y depresión, elementos de tipo no económico que forman parte de esa lacra social (Rello, 2002, citado por Mena y Ramírez, 2014:189).

En México, la Secretaría de Desarrollo Social considera que 54% de los mexicanos vive en pobreza de patrimonio, lo que indica que vive con menos de 4 dólares diarios, mientras que 32% lo hace con menos de 2.5 dólares, y 24% con menos de dos. Con esa perspectiva, los estados de mayor pobreza en el país son Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Durango, y en ellos se concentran altos porcentajes de población indígena. En general, en México, según la FAO (2019: 7), la población pobre se distribuye de la siguiente manera: de los pobres extremos, 53 % viven en el medio rural y 47 % en el medio urbano (cinturones de miseria de las ciudades); de los pobres moderados, 49 % en el medio rural y 51 % en el medio urbano; y de los no pobres, 18 % vive en el medio rural y el 82 % en el medio urbano. La **violencia** es otro de los rostros del medio rural. La violencia, de

manera general y sistemática, se define como el uso deliberado o no, de la fuerza física o de poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, objetiva o emocional; contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones (Jiménez et al, 2013: 140). Existen diferentes tipos de violencia, como las siguientes: **autodirigida**, cuando víctima y agresor coinciden, como el suicidio o las autolesiones; **interpersonal**, cuando la perpetra un individuo o un grupo reducido de individuos contra una persona, y puede ser *familiar o comunitaria* (contra alguien que no es de la familia); y **colectiva**, cuando la practican grupos grandes como el Estado, contingentes políticos organizados, tropas irregulares y organizaciones terroristas; puede ser a su vez *violencia económica*, que comprende los ataques perpetrados por grupos más grandes movidos por el afán de lucro, *violencia política*, que incluye la guerra y otros conflictos violentos similares, la violencia del Estado y actos similares llevados a cabo por grupos más grandes, o *violencia social*.

La **violencia social** (Krug, 2003, citado por Jiménez et al, 2013:141-142) se define como "... la practicada por grupos grandes para favorecer intereses sociales sectoriales. Adopta diversas formas: actos delictivos de odio por grupos organizados, acciones terroristas y violencia de masas"; la violencia social involucra y tiene su manifestación en la violencia institucional e individual, ya que una sociedad con condiciones sociales violentas incidirá en los sectores de la población con menores posibilidades económicas y simbólicas para escapar a la incorporación de conductas violentas. Los factores de la violencia social son múltiples, pero no se puede dejar de mencionar: el desempleo, la precariedad laboral, desigualdad social, empobrecimiento de algunos sectores y la falta de posibilidades de superación de estos mismos factores.

Las posibles **causas de la violencia** social pueden ser: **instrumentales** (costo-beneficio), que sostiene que la violencia es ejercida por parte de los sujetos con el objetivo de alcanzar determinadas metas: los actores son racionales en tanto que realizan sus acciones estratégicas con base en costos y los beneficios que se esperan alcanzar; la violencia es un mero recurso instrumental que puede modificarse para lograr ciertos fines. **Estructural-funcionalista** (pobreza, marginación, exclusión): esta perspectiva considera que la violencia es una situación derivada de la frustración de expectativas (falta de oportunidades); cuando el sistema social no es capaz de cumplir con las expectativas originadas en los actores, la violencia surge. **Cultural** (el ámbito de lo simbólico identitario): el comportamiento violento se aprende de otros a través de la socialización y de la aculturación. Esto implica que tanto la enseñanza como el aprendizaje por observación son muy importantes; el comportamiento agresivo sufre influencia cultural que comienza desde edad temprana. Los impactos de la violencia no se dejan esperar: no hay desarrollo económico, las mujeres perciben menos ingresos, se reduce la inversión nacional y extranjera, se pierde capital humano (algunos optan por actividades criminales, que aumentan los procesos migratorios), aumenta la desintegración familiar, entre otros. Así, la violencia social en México frena el crecimiento económico de nuestro país, dando por resultado un ciclo en forma de espiral, donde se genera más violencia, desigualdad social y pobreza, y falta de oportunidades (Jiménez et al, 2013: 143-144), generando o reproduciendo una cultura de la violencia (Acevedo, 2013: 513-515).

Otro fenómeno asociado con la población rural es la **migración**, hacia dentro y fuera del país, voluntarias o forzadas (por guerras, terrorismo, persecuciones, etc.). Sin querer ahondar en el tema, cabe

aclarar que, la cuestión de las personas o comunidades que cambian de residencia por diversas razones, se ha intentado explicar desde diversos conceptos, marcos jurídicos y decisiones políticas en función de las situaciones específicas expresadas en distintas formas de movilidad y de rutas de tránsito. Se repiten, así, convencionalismos ideológicos desde los cuales se parcializa la comprensión de la migración y desplazamiento forzoso, en la consabida clasificación de factores de expulsión y factores de atracción, sin conceptualizar que ambos forman parte de la totalidad donde convergen condiciones complementarias, no dissociables; tal convergencia tiene como eje la imposición de modelos de dominación y producción cuya demanda de mano de obra vulnerable es circunstancial al éxito económico y simbólico del progreso, la seguridad y la libertad acuñadas desde la perspectiva neoliberal; tal éxito debe expresarse en productividad y competitividad (Rodríguez et al, 2013: 79).

El carácter voluntario o forzado de la migración se ha definido de manera parcial; en el primer caso se asocia con búsqueda de empleo, en el segundo con violencia; a los primeros migrantes no se les apoya, los segundos son atendidos al ser percibidos como víctimas sin capacidad de respuesta (...); pero se insiste en que tales situaciones no existen en estado puro. En materia de clima y movilidad social, se distinguen conceptos tales como desplazados ambientales o refugiados climáticos, sobre todo desde la primera década del siglo XXI, tanto por la ocurrencia de desastres de vastas dimensiones, como por la confirmación del carácter antropogénico del cambio climático y la prospección de efectos devastadores en el mediano y largo plazos, sobre todo en los países subdesarrollados, que registran históricamente mayores impactos por desastres relacionados con fenómenos hidrometeorológicos. El término “desplazado ambiental” se refiere a las personas “(...) que se han visto

forzadas a dejar su hábitat tradicional, de forma temporal o permanente, debido a un marcado trastorno ambiental, ya sea a causa de peligros naturales y/o provocados por la actividad humana, como accidentes industriales o que han provocado su desplazamiento permanente por grandes proyectos económicos de desarrollo, o que se han visto obligados a emigrar por el mal procesamiento y depósito de residuos tóxicos, poniendo en peligro su existencia y/o afectando seriamente su calidad de vida (Suescún e Iván, 2011, citado por Ramírez, 2013: 80).

El tema de la migración ha estado presente desde la formación del país, pero en el siglo pasado y lo que va del actual ha cobrado importancia, tanto en lo relativo a los movimientos que se registran al interior del país como en los que ocurren hacia el extranjero, particularmente hacia Estados Unidos. Cuando se habla de migración se tienen que señalar los dos tipos principales de movimientos de la población: los que ocurren al interior del territorio nacional, y los que entran al país o salen de él. En la decisión de migrar, la causa que mayor peso tiene es la cuestión económica, pero en la realidad son múltiples los motivos que se conjugan en la toma de la decisión: deseo de superación, insatisfacción con las opciones de vida en los lugares de origen, salario insuficiente, trabajo poco satisfactorio, conflictos familiares (y comunitarios) y más recientemente el clima de violencia e inseguridad que se ha profundizado y ampliado en los últimos años (los migrantes no son necesariamente los más pobres de sus lugares de origen) (Chávez, 2013:105). México tiene una de las tasas migratorias más altas del planeta y la segunda más alta a nivel de la OCDE, y pasó de 6.4 millones en 1994 a 11.8 millones en 2012, acrecentada por la puesta en marcha del TLCAN; su principal destino es Estados Unidos (CONAPO, 2012); y los estados del país donde el fenómeno tiene mayor presencia son Michoacán, Jalisco, Guanajuato y Zacatecas, y más recientemente Veracruz, Chiapas y Tabasco (Rodríguez et al, 2013: 75).

No es de interés aquí tratar las cuestiones técnicas de la migración (emigración e inmigración), sino de analizar las razones que la provocan y sus consecuencias, y cómo se interrelaciona con los otros “rostros” de la población rural y del contexto rural en general. Las razones se han dicho de manera general en el párrafo anterior; sus consecuencias, grosso modo, están relacionadas con la descomposición familiar, con el abandono de sus tierras de cultivo, con el desarraigo de sus descendientes a la tierra, con el envejecimiento de la población rural en regiones con mayores procesos migratorios (las edades de los que más migran oscilan entre 20-34 años), con la feminización del trabajo agrícola; en pocas palabras, con la pérdida de la cultura agrícola local y regional. Ahora bien, si pensamos en fenómenos como la pobreza: la desigualdad social, económica y política; la violencia familiar y social, entre otros, no es difícil reconocer los puntos de intersección con la migración, lo que arroja una compleja realidad en el medio rural.

Aunque parezca reiterativo, vale la pena mencionar que las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los productores pobres del país, y su marginación política, económica y social, marcada por el retiro del Estado financiero del campo desde la década de los ochenta y el desmantelamiento de las instituciones y dependencias relacionadas con el agro, en esta era de la globalización y de la sociedad de la información, conforman el escenario “adecuado” para la confluencia de características contextuales como la pobreza, desigualdad, violencia, migración y marginación, la falta de oportunidades en el medio rural, que provocan desintegración familiar, desintegración comunitaria, procesos migratorios hacia dentro y hacia fuera del país, acrecentamiento de los cinturones de miseria en las grandes ciudades y, en general, deterioro de la vida de la sociedad rural.

Antes las circunstancias enumeradas sobre nuestra realidad rural, se pone en tela de juicio la propuesta sustentada en la LDRS, en relación a lograr el desarrollo rural integral y sustentable, sobre todo porque hasta los momentos en que esto se escribe, no se conoce una iniciativa del Estado a nivel nacional, estatal o regional, que aborde la problemática desde la visión estructural hasta la orientación del modelo de desarrollo rural y tecnológico a nivel regional y local, que indique formas diferentes de aprovechamiento y conservación de nuestros recursos naturales y productivos y, en general, en la búsqueda de una relación más armoniosa, sinérgica, entre la sociedad y la naturaleza.

### **4.3. LA AGRICULTURA Y LA TRANSFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE MÉXICO.**

#### **4.3.1. La agricultura y el desarrollo socioeconómico de México.**

¿Cómo se llega a la actualidad con esta situación socioeconómica, política y ecológica en México? Para intentar aclarar y analizar este panorama actual, se realiza un breve análisis histórico del desarrollo de la agricultura y su relación con la sociedad mexicana en general, y con la sociedad rural en particular.

La agricultura, desde su “invención”, ha permitido a los seres humanos disponer de tiempo para dedicarse a otras actividades, al poder suministrar sus necesidades básicas con mayor facilidad, de tal manera que los mesoamericanos, a la llegada de los españoles eran casi 33.8 millones (Livi-Bacci, 2006, citado por Almaguer et al, 2010: 17). A partir de la época colonial, la agricultura sufrió un fuerte golpe, ya que debido a la abundancia de tierras de que dispusieron los conquistadores (...), se fueron

conformando sistemas de producción sumamente extensivos, poco eficientes y sin aplicación de tecnología, con una población rural extremadamente pobre y una economía basada en la minería; muy a su pesar, como asunto de sobrevivencia, tuvieron que impulsar la agricultura, la ganadería y las obras hidráulicas para su sostenimiento y desarrollo. Desde entonces, la agricultura mexicana ha evolucionado en medio de tensiones crecientes entre diferentes sistemas y formas de producción. La primera diferencia surge entre la agricultura y la producción ganadera, que sobrevive hasta la actualidad; la primera ligada al sacrificio y la baja remuneración por sus productos, y la segunda más cercana a la bonanza y la productividad, aunque se dan diversas combinaciones y claro-oscuros entre ellas. De acuerdo con Saldaña (S/F), a partir de 1550, la agricultura de México se dividió en dos tipos: la agricultura prehispánica maicera e intensiva, que no desapareció, sino sólo se vio alterada, modificada y mutilada; y la agricultura española extensiva con tracción animal. Estas dos estampas empiezan a dar forma al México agrícola y sus dualidades; por un lado, la coa y el arado; por otra parte, la mula y el buey; el indio y el español; el campesino mestizo y el hacendado (Palerm, Martínez y Escobedo, 2000, citado por Mena y Ramírez, 2014:12-13). De Alba, citado por los mismos autores (p 13), señala que la agricultura con tecnología empírica (arcaica o tradicional) se constituyó como un producto sincrético entre lo indígena (maíz, frijol, calabaza, chile) y lo español (caballo, vaca, cabra, caña de azúcar, trigo, arroz). Sincretismo que se dio principalmente en el Bajío (Jalisco, Michoacán centro y Guanajuato), los Valles Centrales (México, Puebla y Toluca) y la Gran Chichimeca (toda el área del altiplano, desde Querétaro hasta Saltillo).

Si bien los cambios fueron notorios en el orden técnico agrícola, más lo fueron en el orden agrario, pues desaparecieron los sistemas indígenas y fueron sustituidos por los sistemas europeos, incluso algunos de ellos

también desconocidos en Europa, tales como la *merced* (permiso real para poseer tierras), la peonía (superficie de 40 a 80 ha con tierras de diferentes clases), la *caballería de tierras* (cinco veces mayor que una peonía), la hacienda (unidades de producción agrícola constituida por una propiedad rural bajo el dominio de un propietario, explotada con trabajo dependiente o esclavo, con un empleo escaso o intensivo de capital y que produce para el mercado), y la *comunidad indígena* (propiedad de los pueblos indígenas ya asentados). Estas dos últimas fueron creación de la política española para el control y colonización sobre Hispanoamérica y dominarían el paisaje mexicano por más de cuatro siglos (Mena y Ramírez, 2014: 13).

En la época colonial se establecen las primeras plantaciones de cultivos perennes, como el henequén en Yucatán; el café en el Soconusco, Chiapas; la “pulquera” en el altiplano central, la vid y el olivo; la caña de azúcar se promovió en todo el territorio de la Nueva España; además de cultivar cereales como el trigo, arroz, cebada, incorporaron el maíz, que permitió la cría de ganado bovino, principalmente lechero. Mientras que la agricultura indígena, reducida en su superficie, sobrevivió con especies de origen americano: maíz, frijol, calabaza, maguey y chile. La producción agrícola durante la colonia fue organizada y realizada por la familia, para el autoconsumo y el consumo local y su expansión estuvo en función del desarrollo de los centros mineros (Márquez, 2010: 31).

La evolución de la agricultura y su desarrollo en esta época, se ubicó en las regiones de economía más dinámica, durante los siglos XVIII y XIX. A inicios del siglo XIX, Guanajuato era la región agrícola más desarrollada y era considerado “el granero de la Nueva España”. De esta forma quedaron consignados los dos tipos de agricultura que se practican en el país: la agricultura comercial, principalmente en el Bajío, Guadalajara, parte de Michoacán y el Norte de México, caracterizada por el

uso intensivo y extendido de energía animal, uso de técnicas de cultivo con yuntas y arados de madera y de metal, presas para riego, regadíos y uso de abonos animales, y actualmente con la tecnología moderna industrial; y la agricultura arcaica o tradicional, practicada por campesinos e indígenas, en la parte central, sureste y sur del país, combinando la herencia de las prácticas autóctonas tradicionales y las deformaciones de la hacienda latifundista. Por ese tiempo, la agricultura aportaba el 62% a la economía general de la Nueva España, la industria y el comercio el 25%, y la minería el 13% (Almaguer et al, 2010: 31; Mena y Ramírez, 2014: 18).

Durante el México independiente, debido a la guerra de independencia, la producción agrícola se redujo a la mitad. A diez años de la consumación de independencia, los campos de México presentaban un aspecto desolado, con una alta inseguridad por los constantes levantamientos armados, guerras civiles e internacionales que se dieron durante el siglo XIX, por la lucha entre conservadores y liberales, por la guerra contra Estados Unidos, la invasión francesa, entre otras. Los principales cultivos para la alimentación de los mexicanos seguían siendo el maíz, frijol, trigo, arroz y chile; y la agricultura de autoconsumo seguía constituyendo la “milpa”; el nivel técnico no había evolucionado en esta etapa, y los cultivos eran muy vulnerables a plagas, sequías y fenómenos meteorológicos recurrentes. Debido a que la independencia de México modificó muy poco la estructura agraria, algunas tendencias de la época colonial seguían vigentes, como el desequilibrio en la distribución de la tierra, donde dominaba la iglesia como propietaria y los hacendados laicos que, como grandes terratenientes, mantenían grandes extensiones sin cultivar, y seguían utilizando tecnología proveniente de España, pero cada vez era mayor la influencia de la agricultura francesa y alemana, promovida por los inmigrantes de esos países. La carencia

de capital obligaba a los productores a endeudarse con prestamistas usureros o casi siempre con la iglesia (Mena y Ramírez, 2014: 27).

La desamortización de los bienes eclesiásticos por las leyes de reforma (1857-1859) aumentó el poder de los hacendados laicos y rancheros, y aumentó la inseguridad en el campo, debido a la aparición de gavillas que asolaban los caminos, por el lento y caro transporte de los productos agropecuarios. Otra preocupación de la época independiente, en materia agrícola, era la colonización de terrenos baldíos, que para 1890, entre desamortización y enajenación de terrenos baldíos, habían permitido la consolidación de los grandes latifundios y la especialización de las grandes haciendas en la exportación de productos agrícolas para la industria europea (inglesa, francesa y alemana), apoyando la expansión del sistema capitalista. El panorama era desalentador, sólo el 15% de los pueblos de toda la República conservó sus tierras comunales, mientras que el gobierno mexicano se mantenía alejado del campo, de tal manera que el hacendado se convertía en el administrador de la justicia, imponía el orden y era representante de la autoridad nacional, es decir, detentaba todo el poder político de la región (Márquez, 2010: 35; Mena y Rodríguez, 2014: 31).

Las comunidades indígenas se fueron constriñendo hasta constituirse prácticamente en refugios para los autóctonos que habían visto truncada su esperanza de mejora social y económica; se ubicaron en lugares inhóspitos e inaccesibles, donde el interés de los acaparadores no llegaba por los altos costos de inversión que se requerían para producir. Los pantanos de Tabasco, las regiones húmedas de Veracruz, las tierras frías de Chihuahua, Zacatecas, Nayarit y Jalisco, así como los desiertos del norte y sur, fueron dejados en manos de los indígenas que tenían cierta libertad, aunque sus condiciones de vida eran muy precarias. Estos grupos constituían el 30% de la población rural y vivían en el 2%

del territorio nacional. Los rancheros o productores independientes que vivían cercanos a las haciendas cerealeras se consolidaron en esa época, manejaban superficies de 100 a 1,000 ha, algunos eran descendientes de españoles, se ubicaban en el altiplano de México, pero sobre todo en el occidente, en Jalisco, Colima, Michoacán y Guanajuato; este grupo fue clave para recuperar la producción agrícola del país y su economía, representaban otro 30% de la población rural y poseían el 8% del territorio nacional. Los campesinos sin tierra comprendían el 40% restante y habían sido despojados de sus tierras en el norte, principalmente por las haciendas comerciales ganaderas, y en el sur, por las haciendas azucareras. Unos y otros habrían de dar sustento a las fuerzas armadas de Francisco Villa en el norte y Emiliano Zapata en el sur, durante el siguiente conflicto armado que sufriría México: la Revolución Mexicana (Martínez, 1983, citado por Mena y Ramírez, 2014: 28).

Antes del inicio del siglo XX, en todo México la mayoría de los incrementos en la producción agrícola y ganadera provinieron del aumento del área cultivada. La transición de la producción agrícola basada en los recursos naturales a los sistemas basados en la ciencia, que elevaron la productividad de la tierra, inició en la segunda mitad del siglo XIX en los países desarrollados, pero en la mayoría de los países en desarrollo, incluido México, esta transición inició a mediados del siglo XX (Ruttan, 2002, citado por Márquez, 2010: 38). Pero a principios de los años 1930, el México rural continuaba dominado por las haciendas y los latifundios, pues la etapa decisiva del reparto agrario aún no llegaba. La producción agropecuaria aportaba 25% del PIB en 1929; en ese año se presentaron en el campo sequías, heladas e inundaciones, que afectaron la frágil situación de la agricultura, de por sí dañada por las constantes asonadas militares y las secuelas de la guerra cristera. Subsistían los métodos de

cultivo atrasados y la insuficiencia de créditos, comunicaciones e irrigación: Los hacendados detenían las inversiones productivas por temor a la reforma agraria. La cosecha de los principales cultivos como el maíz y el frijol descendió y tuvieron que importarse grandes cantidades de esos granos durante los años de la depresión. En estas condiciones se manifestó en el país la crisis internacional de 1929. La mayor parte del comercio se realizaba con estados Unidos, pero fue afectado por sus medidas proteccionistas, que provocaron el descenso en los precios y la demanda de los productos agrícolas de exportación, como el algodón, el henequén y el café. Además, un importante número de braceros fueron expulsados y repatriados, por lo que se incrementó el desempleo que, en la región de la Laguna, como ejemplo, llegó cerca de 20,000 desocupados durante 1930 (Fujigaki, 2004, citado por Mena y Ramírez, 2014: 53).

Cárdenas reinició el reparto agrario, dando prioridad a los ejidos sobre la producción privada, constituyendo el mayor reparto agrario del país, con 17,891,577 ha entre 814,537 campesinos. El objetivo del reparto agrario cardenista era no solo satisfacer una demanda popular considerada en la Constitución de 1917, sino la formación de pequeñas unidades productivas, con capacidad de autosuficiencia alimentaria. La unidad básica del modelo era el ejido. Además del reparto agrario y el financiamiento, la reforma agraria cardenista incluía el establecimiento de un sistema educativo que permitiera la formación de profesionistas técnicos que ayudaran al desarrollo de los ejidos, donde los niños y jóvenes deberían adquirir conocimientos sobre agricultura, ganadería y otras que permitiera el medio ecológico, con lo que buscaba transformar política y económicamente a la población campesina. Cárdenas visualizaba al México del futuro como un país predominantemente agrícola, rural y cooperativo; empezó a sustituir importaciones de bienes de consumo

y aparecieron nuevas industrias y se encumbraron nuevos empresarios. Así, la reforma agraria cardenista puso fin (en gran parte) a la hacienda y modernizó al campo mexicano en algunas regiones; sin embargo, algunos de los rasgos que caracterizaron la estructura agraria persistieron como herencia del sistema, entre los cuales están la coexistencia del ejido con la pequeña propiedad y el impulso de la producción agrícola destinados a la exportación (Mena y Rodríguez, 2014: 58).

A mediados de la década de los 30, aprovechando la coyuntura internacional por el movimiento de la segunda guerra mundial, México da un giro en su modelo de desarrollo económico: inicia el “**modelo de desarrollo por sustitución de importaciones**” (desde Cárdenas hasta López Portillo: 1934-1982) donde la idea principal era promover la industrialización “con estabilidad” del país, es decir, el desarrollo de la industria manufacturera nacional, con la idea de abastecer el mercado interno y evitar el intercambio comercial desigual con los países desarrollados, donde el Estado (Estado benefactor o Estado de bienestar, con intervención sistemática en la economía) juega un papel central como promotor y regulador del desarrollo social, económico y político, buscando la independencia económica de nuestro país (mejor conocido como “modelo de desarrollo estabilizador”, de 1934-1970). Dicha transformación implicó un doloroso proceso social que fue pagado casi exclusivamente por las clases trabajadoras, cuyos miembros experimentaron una nueva forma de explotación económica de consecuencias socialmente negativas: jornadas laborales extenuantes, inseguridad en el trabajo, altos niveles de explotación del trabajo femenino e infantil, morbilidad y mortalidad laboral, etc., junto con el desarraigo de sus comunidades rurales, desmembramiento familiar, entre otros (Espadas et al, 2004: 44, 49).

Este periodo constituye para la agricultura mexicana una “época de oro” (1940-1970), de tal manera que contribuyó al crecimiento industrial

y urbano, aunque poco retributivas para el campesinado, con los siguientes importantes aportes, que a la postre significó un enorme sacrificio del campo en favor de la industria (Espadas et al, 2004: 72; Ramírez, 2010: 216; Mena y Ramírez, 2014: 73):

- a) Aportar divisas para apoyar el desarrollo industrial, principalmente por las exportaciones agrícolas; y por las generadas por la minería y el turismo.
- b) Proveer a la industria con materias primas baratas, pues a nivel interno se mantuvieron los precios de los productos agrícolas bajos y fijos por años.
- c) Producir en el campo alimentos baratos para permitir salarios bajos, en favor de la industria.
- d) Transferir de manera constante mano de obra agrícola barata y disciplinada a la industria y los servicios, facilitando la capitalización de la industria.
- e) Funcionar como mercado para los nuevos productos industriales, en beneficio del sector industrial. El crecimiento del ingreso rural, en las regiones beneficiadas con la agricultura comercial, permitió que parte del sector rural se transformara en un mercado importante para los productos industriales como agroquímicos, maquinaria agrícola, bienes de consumo no duraderos, etc.
- f) Transferencia de los excedentes económicos generados por la agricultura hacia el resto de la economía nacional. El ahorro generado en la agricultura sirvió para financiar actividades no agrícolas.
- g) Se estableció una serie de barreras para proteger la industria nacional, por ejemplo, un mercado cautivo y una serie de apoyos fiscales, en créditos, en infraestructura básica, etc., para que no compitiera con la poderosa industria norteamericana. Con estas acciones, la agricultura queda desarticulada de la industria y pierde sus funciones clásicas, siendo la industria (y no la agricultura) quien encabezara el desarrollo económico nacional.

En esta época se registró un elevado índice de crecimiento del PIB, superior al 6% anual y sin inflación, por lo que a todo este movimiento que comprendió poco menos de veinte años se le bautizó como el “*milagro mexicano*” (Espadas et al, 2004: 73). **Dos factores influyen en este crecimiento: primero**, que el periodo cardenista fue el de mayor reparto agrario en el país, lo que permite una enorme apertura de tierras y su incorporación a la producción agropecuaria (explotación extensiva) en los próximos años; y **segundo**, se crean instituciones de investigación agrícola, mencionadas en el tema 3.1.1.2 del capítulo 3, que en general culminan en la revolución verde, con la aplicación de la ciencia y tecnología en el campo, lo que permite una explotación más intensiva de la producción agropecuaria. A la incorporación de mayor cantidad de tierras y a la aplicación de la ciencia y tecnología a la agricultura se debe el “milagro mexicano”, con lo que el sector agropecuario jugó un papel fundamental, al abastecer de alimentos y a la industria de materias primas, además de transferir importantes capitales, principalmente divisas, fruto del comercio exterior para su fortalecimiento.

La producción agrícola creció a tasas superiores al incremento de la población; de 1945 a 1955 la tasa media anual del sector agropecuario superó a la industrial, pero de 1955 a 1960 tomó un camino descendente, asociado tal vez con la caída de los precios internacionales de las materias primas, así como a las medidas proteccionistas de Estados Unidos respecto a su sector agropecuario; pero de 1960 a 1965 volvió al camino del crecimiento, aunque se fue deteriorando poco a poco. La agricultura aportaba en 1950 12% del PIB y para 1967 se redujo a 8%, mientras que la ganadería mantuvo su aportación de 4%. El Estado promovió el desarrollo agrícola del país a través de una política de inversión en infraestructura carretera, de irrigación y electrificación que favoreció parte del campo mexicano, así

como la ampliación del crédito de la banca oficial; la región más beneficiada -otra vez- fueron el norte y el bajío del país, por la ampliación del monocultivo y las zonas de riego para una verdadera agricultura comercial, además de desarrollar un alto nivel tecnológico respecto al resto del país.

Este proyecto de modernización de la agricultura mexicana tenía como estrategia crear y consolidar distritos de riego en las zonas del país propicias para ello, la mecanización creciente de algunos cultivos, el empleo de semilla mejorada genéticamente y el uso fertilizantes e insecticidas (la revolución verde); desde luego, **esos apoyos no llegaron a los ejidatarios minifundistas ni mucho menos a los campesinos que producían para su propio consumo (es decir, a la agricultura tradicional);** y por ende, **ni a las regiones más pobres del país, como el centro, sur y sureste.** Así, la producción agrícola en la agricultura comercial se fortaleció y creció a razón promedio de 8-12 %, principalmente en los cultivos de maíz, trigo y algodón. La importación de alimentos representaba 13.9% del total de las importaciones en 1945 y se redujo a 8% para 1950 y llegaría hasta sólo 3.7% en 1955. Las divisas liberadas o disponibles permitían adquirir maquinaria y equipo de transporte que favorecían el desarrollo de la industria. Algunas ramas agroindustriales (textiles, calzado, vestido, alimentos y bebidas) se vincularon con el sector agropecuario, participando en la producción industrial y generando empleos. La recuperación de la producción y los precios de los productos agrícolas se da a partir de la década de los sesenta; el maíz recupera su precio en 1963 y fines de 1867; el trigo, la harina y frijol en 1864; la cebada en 1867, entre otros, mientras que la producción total creció 20%, aunque el PIB per cápita desciende 21.6%, y el valor de la producción decreció casi el 3%, lo que junto con el incremento poblacional significó una reducción de 9% en la producción per cápita. (Mena y Ramírez, 2014: 64-65, 68-69).

Después del gran repunte de la agricultura mexicana en el periodo mencionado, la economía de México se vio afectada por **dos factores: la descapitalización del campo**, que transfirió de manera constante sus excedentes económicos a la industria y las ciudades, en lugar de fortalecer la inversión en infraestructura productiva agrícola; y la **corrupción** representada por la mayoría de la clase política mexicana, que despilfarró y robó los recursos públicos. De finales de la década de los sesenta a 1982, México deja de ser exportador de productos agropecuarios y pasa a ser importador creciente de los mismos. El modelo capitalista de producción agropecuaria de México llegó al fracaso, sobre todo por su enfoque excluyente y polarizante, que favoreció a un pequeño sector de productores rurales, que concentró tierras, agua, semillas mejoradas, tecnología y crédito; y abandonó a la mayoría, pero a la que le imponía el compromiso de sostener la autosuficiencia alimentaria, que irremediablemente se iría perdiendo. En este proceso, los precios de los productos básicos como el maíz y el frijol se mantuvieron bajos por medio de los precios de garantía, mientras que los precios de los productos ganaderos se elevaron; la agricultura fue perdiendo terreno frente a la ganadería, por la siembra de cultivos que eran insumos de la ganadería intensiva y porque se elevó el consumo de carnes y productos lácteos, y se evidenció el avance de las tierras ganaderas, a veces a costa de las tierras agrícolas (Mena y Ramírez, 2014: 78-79).

La **polarización entre la agricultura comercial y la tradicional** se fue acrecentando, en detrimento de los cultivos básicos, ocasionando el aumento de las importaciones alimentarias, y perdiéndose el concepto de autosuficiencia alimentaria. El Sistema Alimentaria Mexicano (SAM), con López Portillo, fue uno de los últimos intentos serios que se hizo para rescatar el campo mexicano de su deterioro. Este programa se

proponía: aumentar la producción y productividad en zonas de temporal mediante la adopción de innovaciones tecnológicas e inversiones en infraestructura, servicios financieros y comerciales proporcionados institucionalmente; incorporar nuevas tierras al cultivo; impulsar el reparto agrario y las organizaciones campesinas; y apoyar el consumo de las mayorías empobrecidas. En este programa, los alimentos y el petróleo tenían una posición estratégica en la búsqueda de la soberanía económica, tecnológica y financiera del país. Nuevamente, la corrupción en el manejo de los recursos públicos, la burocratización, la apatía para atender a la agricultura tradicional (80% de las tierras laborables de temporal estaban en el olvido por el Estado), así como la falta de continuidad de las políticas agrícolas y económicas por el cambio del gobierno sexenal, llevaron a la quiebra del programa. En 1980 se inicia una nueva etapa de profundización y generalización de la crisis del sector agropecuario, manifiesta en el estancamiento de actividades que hasta entonces habían sido productivas; entre 1980 y 1982, los productos como sorgo, cártamo, ajonjolí, cebada, avena forrajera, algodón y jitomate, vieron disminuida su superficie de cultivo, sus volúmenes de producción y su consumo nacional *per cápita*. Así, se fortalecieron los procesos de ganaderización del agro y las tendencias hacia la agroindustrialización del sector primario (Romero, 2002, citado por Mena y Ramírez, 2014: 86-87).

A partir de 1982, el Estado mexicano cambia de modelo de desarrollo: **pasa del modelo por sustitución de importaciones al modelo secundario agroexportador**, entendido como la primera fase del modelo de desarrollo neoliberal, donde se apuesta por el cultivo y procesamiento de granos y forrajes para alimentos balanceados de consumo animal, y el cultivo de frutales y hortalizas con características agroindustriales. Para ello, México tiene que abrir sus fronteras, pasando de una economía

cerrada, interna, a una economía abierta, primero con la entrada al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) en 1986, hoy Organización Mundial de Comercio (OCM); el lanzamiento, en 1989, de un programa de modernización del agro centrado en la promoción del mercado externo, el Programa Nacional de Modernización del Campo (PRONAMOCA); la reforma agraria de 1992; y después con la firma y entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte en 1994 (TLCAN, más conocido como TLC), concretándose el **inicio abierto del modelo de desarrollo neoliberal, con su respectivo modelo agrario neoliberal.**

El **modelo secundario agroexportador** significa, **primero**, apostar por cultivos con potencial agroindustrial y con posibilidades de exportación; y **segundo**, ampliar y consolidar la agroindustria para procesar y transformar los productos agroindustriales. Muchas regiones del país vieron cambiar su paisaje agrícola, en un ostentoso cambio de uso del suelo (hoy llamado reconversión productiva): **pasar de la producción de cultivos básicos a la producción de cultivos agroindustriales.** Y entonces se empezó a observar en el paisaje regional del Soconusco, Chiapas, cultivos como algodón, soya, banano, tabaco, hule o caucho, papaya, entre otros; se fortalecieron cultivos como el café y cacao; se introdujeron otros como el marañón, rambután, etc. Todo, con el claro abandono y detrimento de la superficie ocupada por los cultivos básicos, con lo que se refuerza la dependencia alimentaria, sumiendo al campo en una aún más profunda crisis agrícola y provocando una drástica caída en el consumo de alimentos por habitante. De esta manera, **el sector agropecuario fue sacrificado de nuevo con la intención de favorecer la recuperación del aparato urbano-industrial.** En el sexenio de De la Madrid se dieron la mayoría de los recortes presupuestarios que

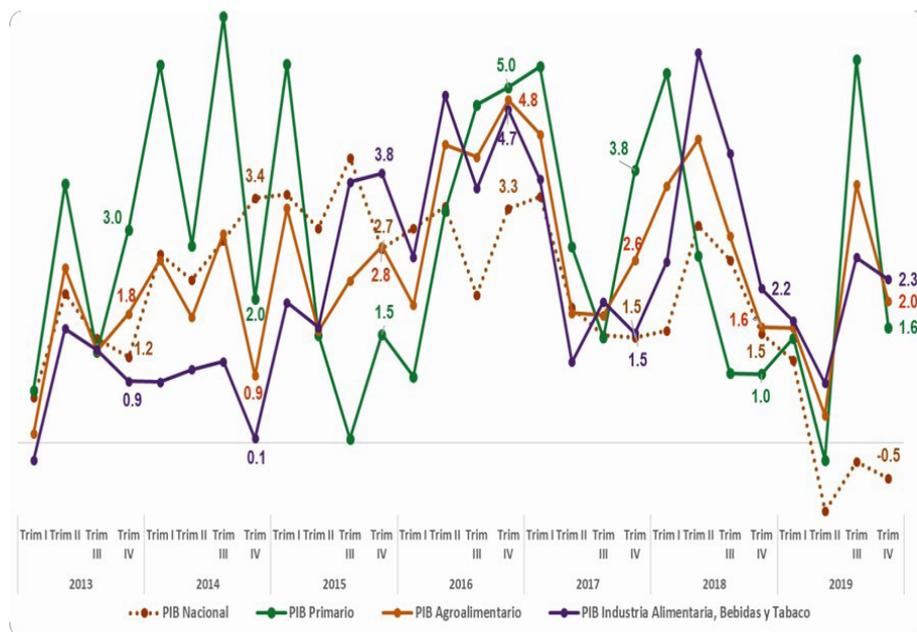
llevaron al desplome de la inversión pública en el agro, la descentralización administrativa y desmantelamiento de las instituciones relacionadas con el agro, el retiro financiero del Estado del campo, y se perfilaron los escenarios económicos y políticos favorables para la implementación definitiva de las políticas neoliberales del salinismo (Cortés, 1993, citado por Mena y Rodríguez, 2014: 91).

En el 2004, Fox Quezada promulgó la “nueva” Ley General de Bienes Nacionales, que permite la enajenación abierta de los bienes nacionales a particulares, entre ellos la tierra rústica y su consiguiente cambio de uso para toda clase de grandes destinos comerciales, turísticos e inmobiliarios, permitiendo la reconcentración de la tierra que, según cálculos de Calva (1993: 60), bastarían 10,933 nuevos latifundios de sociedades mercantiles para acaparar toda la tierra del país. Para enero del 2008 se da la apertura total de las fronteras a la entrada de todo tipo de productos agropecuarios provenientes de Estados Unidos y Canadá, libre de todo arancel. El primer impacto lo reciben el maíz y la tortilla; aunque la importación de maíz representa 33% de los que el país consume, en otros productos agrícolas la situación es más grave, pues se importaba 55% tanto de trigo como de algodón, 72% del arroz y 95% de la soya. Por otro lado, la importación de fertilizantes representó una gran erogación para la agricultura mexicana y era, con mucha diferencia, el insumo más caro para producir: hasta 2006 el país importaba 977,623 toneladas y sólo producía 17,654, según la Secretaría de Economía (la tonelada de urea superaba los \$4,000 en ese año).

En los últimos años, el sector agropecuario mexicano, en relación con su aportación al PIB, en dos terceras partes de las entidades del país, es un poco superior del 5% y para un tercio es de 10% o más. Con

respecto al empleo, el agro emplea en promedio a 14% del total de la población. Así, el PIB agropecuario aportaba de manera directa 4.6% del total de la economía mexicana; sin embargo, si tomamos en cuenta el PIB agropecuario ampliado (incluyendo transformación, insumos y servicios) se obtiene 24.5% del total. Para el 2019, el comportamiento del PIB nacional disminuyó en el 0.5 %, mientras que el PIB primario creció en 1.6 %, el PIB agroalimentario lo hace en el 2.0 % y el PIB agroalimentario lo hace en el 2.3 %, como se aprecia en la figura 36.

**Figura 36.** Variación Real del Producto Interno Bruto Primario y Agroalimentario (%)



**Fuente:** PIB Agroalimentario, SADER-SIAP (2019).

Nota: PIB agroalimentario = PIB primario + PIB de industria de alimentos, bebidas y tabaco. SIAP con datos del Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En cuanto a la pobreza, la OCDE menciona que la contribución de las actividades agropecuarias para la reducción de la pobreza es de 52%, en comparación con el resto de las actividades económicas (GEA, 2012; Cervantes- Godoy, Dewbre, 2010, citados por Galindo, 2014: 19). En el entorno actual, la sociedad se encuentra en estado de alerta debido al aumento del consumo de alimentos, tanto humano como animal, así como el incremento en el uso de los mismos para la producción de bioenergéticos. Además, el sector agropecuario enfrenta los retos del cambio climático, la escasez de agua y la proximidad de la frontera agrícola, lo que provocó que el precio de los alimentos alcanzara su máximo histórico en 2011. La FAO y la OCDE, en un documento conjunto, señalan que la producción mundial de alimentos debe aumentar más de 40% para el año 2030 y más de 70% para 2050, comparada con los promedios del periodo 2006-2007 (FAO- OCDE, 2011, citado por Galindo, 2014: 20).

Algunas conclusiones, si se permite, que se pueden desprender de esta breve descripción histórica de la agricultura mexicana y su relación con el desarrollo socioeconómico de sus habitantes, es que **no ha habido una política pública consensuada que promueva la inversión y la aplicación efectiva en la educación, ciencia, tecnología e innovación en el campo** y, en general, en bienes públicos, que se refleje en el logro de la soberanía (y seguridad) alimentaria mexicana, en el mejoramiento del nivel de vida de sus actores e incrementos de productividad sostenidos, excepto para algunos cultivos durante la revolución verde, con todos sus inconvenientes. El raquítico presupuesto destinado a ciencia y tecnología, que por ley federal debería de ser del 1% del PIB nacional y no del 0.4% como se mantenido en los últimos años, ha tenido influencia en la poca cantidad de patentes registradas, innovaciones aplicadas, pocos desarrollos

tecnológicos y en general, en la reducción tan drástica de la competitividad mexicana, que de acuerdo con WEF (2009, citado por Almaguer et al, 2014: 319), en los últimos 10 años retrocedió 18 lugares y actualmente (2018) suman 23 lugares perdidos (Censo Agropecuario, 2018).

Aunado a estos datos, el incremento en los indicadores de pobreza, pérdida de soberanía alimentaria, reducción de la rentabilidad, migración, etc., confirman el **fracaso de las políticas públicas implementadas hasta la fecha**. Se acentúa al problema con un escenario de mayor variabilidad en la disponibilidad de granos por los constantes cambios en la producción nacional e internacional, y como consecuencia, la reducción de la disponibilidad en el mercado internacional y una mayor volatilidad de los precios de los alimentos, lo que obliga a los mexicanos a buscar y garantizar su soberanía alimentaria. La política agroalimentaria nacional ha estado orientada hacia el mercado y libre comercio, contrario al gran proteccionismo e intervencionismo estatal de las naciones industrializadas. De hecho, la agricultura mexicana, después de un largo periodo de proteccionismo, se tuvo que enfrentar a la competencia internacional en un rápido proceso de desregulación de mercado y apertura comercial, pero sin desarrollar adecuadamente su infraestructura, servicios, financiamiento, solución al deterioro de sus recursos naturales, debilidad de instituciones, baja productividad, reducido apoyo a bienes públicos y elevado costo de transacción en el medio rural (Gómez- Oliver, 2008, citado por Almaguer et al, 2010: 320).

Esta situación general ha llevado a **la vulnerabilidad al campo mexicano**, después de un cuarto de siglo de políticas neoliberales y cinco décadas más de desarrollismo industrializador, de tal manera que se puede caracterizar actualmente como **un espacio fragilizado en sus dimensiones ambientales, productivas, tecnológicas, socioculturales**

**e institucionales** (Ramírez, 2010: 210-211). Visto desde la **perspectiva ambiental**, el espacio rural de nuestro país se distingue por la degradación acelerada de los recursos naturales: pérdida de la masa forestal, erosión de los suelos, contaminación de los ríos y cuerpos de agua, alteración del ciclo hidrológico, alteración del material genético y una notoria vulnerabilidad a los fenómenos meteorológicos derivados del cambio climático.

Desde el ángulo **productivo** el campo mexicano muestra su complejidad y los saldos de las políticas que pretendieron modernizarlo; es abrumador el predominio del agronegocio transnacional y el capital comercial, la desestructuración de las cadenas productivas y la pérdida de la soberanía alimentaria; frente al complejo entorno sectorial se verifica la desagriculturización de las unidades campesinas, y como testimonio de la fracasada modernización resurgieron el usurero y el coyote, protagonistas de la exacción campesina en la etapa desarrollista. En **lo tecnológico** podemos encontrar en el campo mexicano aplicaciones biotecnológicas y hasta cibernéticas, pero el hecho más relevante es el agotamiento del modelo insumista, la regresión tecnológica derivada de las estrategias defensivas de las unidades campesinas y la persistencia de la llamada tecnología tradicional.

En la **dimensión sociocultural** se destaca el aumento de la pobreza rural, la exclusión de amplios sectores sociales, la feminización de los espacios rurales, el aumento del narcotráfico y la delincuencia, el surgimiento de movimientos particularistas de resistencia, la erosión cultural y la pérdida de tradiciones, el surgimiento de las nuevas identidades, el fortalecimiento de localismos; pero sin duda el elemento que articula y caracteriza al medio rural es la emigración. Finalmente, en la **dimensión institucional** la situación puede resumirse señalando que hay un cambio institucional inconcluso, caracterizado por una suerte de desvanecimien-

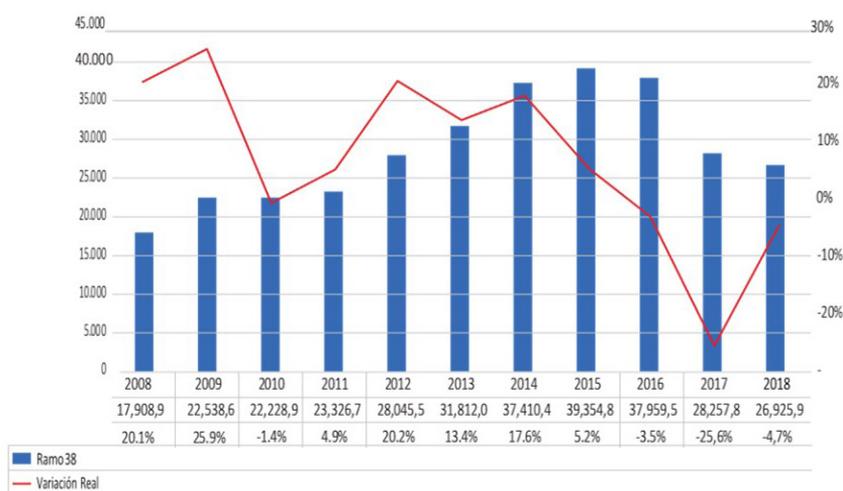
to organizativo y la ausencia de gobierno en amplias franjas del mapa rural, así como de instituciones en áreas tan relevantes como la asistencia técnica, desmantelada durante la década de los noventa.

Los países que han entendido la necesidad de invertir en educación, ciencia, tecnología e innovación, y cuentan con modelos económicos adecuados, han mejorado considerablemente su competitividad. Corea del Sur, en 1985, obtuvo de la Oficina de Patentes de Estados Unidos, 50 registros; en 2003 fueron 4132. México obtuvo en 2003, 92 patentes, que representaron 0.032% de dicha oficina. Lo anterior tiene que ver con los ingresos de los trabajadores. El salario total en dólares para trabajadores industriales en Corea del Sur era de 0.32 en 1975; en 2002 subió a 9.04; el de México subió en el mismo lapso, menos de un dólar; México no publica ni el 1% de los artículos científicos del mundo (cálculos realizados con información del 2008). Estados Unidos, que tiene la mayor cantidad de patentes y artículos científicos a nivel mundial, en el mismo lapso subió el salario total en dólares para trabajadores industriales de 6.36 a 21.37; Estados Unidos, nuestro principal socio comercial, destina actualmente a ciencia y tecnología 130 veces más recursos que México (Enríquez, 2005, citado por Almaguer, 2010: 322), aunque con el actual gobierno, tal parece que la tendencia va hacia arriba.

En cuanto a ciencia y tecnología, México tiene una fuerte dependencia del exterior, con altos costos en la transferencia e importación de bienes y servicios, y una incorporación tardía al avance de los cambios mundiales. En 2019, México invirtió en investigación y desarrollo alrededor del 0.5 % del PIB nacional, por abajo de países como Chile, Nigeria, Argentina, Costa Rica, entre otros; Algunos de los países que invierten al menos el 2.5 % de su PIB nacional son: Suiza, Francia, Estados Unidos, Finlandia, Suecia, etc. Los esfuerzos realizados para estimular el

desarrollo científico y tecnológico, así como la innovación en México han sido hasta ahora insuficientes, pues el presupuesto es menor al óptimo definido por los parámetros internacionales (al menos el 2.5 % del PIB nacional), y esto tiene repercusiones negativas para para todo el sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI). En la figura 37 se aprecian las variaciones del presupuesto del ramo 38 CONACyT durante 2008-2018.

**Figura 37.** Presupuesto del Ramo 38 CONACyT, recursos fiscales, 2008-2018.



**Fuente:** Oficina de Información Científica, Tecnológica e Innovación en México (INCyTU), 2018.

### 4.3.2.- Las políticas agrícolas y el agro mexicano en el siglo XXI.

Aun cuando el campo mexicano sigue enfrentando problemas estructurales importantes, existen oportunidades en el mismo. Por ejemplo, se cuenta con una gran riqueza de recursos naturales, México tiene una gran diversidad biológica, y se ubica entre los 12 países megadiversos más importantes;

tiene una amplia gama de regiones agroecológicas: árida, semiárida, templada, sierras, trópico seco y trópico húmedo; dispone de 11,122 kilómetros de litorales, que le dan gran potencial pesquero y acuícola; y tiene gran potencial en el Sureste (trópico húmedo), región con una gran abundancia del recurso agua (hasta 8 veces más que el promedio per cápita del centro, norte y noroeste del país) y apta, por ejemplo, para la producción de cultivos oleaginosos, en la cual México tiene una dependencia de más del 75%. El país tiene una extensión total de 1, 964, 375 de kilómetros cuadrados, con aproximadamente 195 millones de hectáreas, de las cuales 53.7% se usan para ganadería, aportando 29.4% del PIB agropecuario; la actividad forestal (incluyendo caza y pesca) comprende 21.9% de la superficie total y aporta 6.7%; la agricultura con 12.4% de la superficie total, aporta 63.9% del PIB del sector (y sólo el 50% es superficie con mayor vocación agrícola); con una superficie menor, la agricultura tiene un importante aporte del valor total del sector. En cuanto a la generación de valor por cultivos, en el año agrícola 2011 se pudo observar que el grupo de los cereales y forrajes ocupó el 69.9% de la superficie cosechada, pero genera tan solo 40.7% de valor de la producción total nacional, mientras que las frutas y hortalizas ocupan 9.9% de la superficie generando 36.2% del valor total de la producción, lo que es de tomarse en cuenta en una visión amplia y de perspectiva del sector (CNA, ahora CONAGUA, 2012; INEGI, 2012, citados por Mérito, 2014: 29-30).

Para el 2018, las aportaciones del sector primario al PIB nacional variaron. De 24.6 millones de hectáreas para agricultura, se sembraron 21.6 millones; para ganadería se dedicaron 109 hectáreas; el volumen en el subsector pesquero fue de 2.1 millones de toneladas. El crecimiento reflejado en los tres subsectores de 2012 a 2018 fue: para la agricultura, el 21.1 %; para ganadería, 11.9 % y para pesca del 37.8 %. En promedio el sector primario creció en esos años el 16.2 % (ATLAS Agroalimentario 2012-2018: 12-15).

En materia comercial, se cuenta con una plataforma de 19 Tratados de Libre Comercio (TLC); 28 acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRIS), y Acuerdos de Cooperación Económica con cincuenta países. De esta manera, somos el único país con acuerdos comerciales con los tres mercados más grandes del mundo: América del Norte, la Unión Europea y Japón (y recientemente con China). Además, está la cercanía geográfica con el mercado estadounidense, la experiencia exportadora a mercados exigentes como el de Japón y un mercado potencial interno adicional de más de cincuenta millones de habitantes, de mejorar sus ingresos. En cuanto al capital humano, en nuestro país existe gente emprendedora que le apuesta al campo, aun con las dificultades que enfrentan, que se refleja en casos exitosos de asociacionismo, resultados de años de prueba y error. No obstante, la pobreza en zonas rurales, tanto la de patrimonio como la de capacidades, es del doble con respecto a la zona urbana, mientras que la pobreza alimentaria es el triple, y en 2018 pasa a 53.4 millones de personas pobres, siendo el 43.6 % de la población total (Galindo, 2014: 30; CONEVAL, 2018: 53).

Ahora bien, existen elementos cruciales para asegurar la competitividad en el sector: visión de cadenas productivas y/o redes de valor y/o sistemas-producto; multifuncionalidad de la actividad productiva; políticas diferenciadas de fomento productivo contra desarrollo social; reformas estructurales; seguridad jurídica, visión de corto, mediano y largo plazo; consolidación de programas y recursos; compensación de asimetrías; desregulación, presupuesto multianual, etc. Todos ellos válidos y que de alguna manera reflejan la complejidad en el cual se desarrollan y toman las principales decisiones que definen esta visión productiva en el agro mexicano. Asimismo, se necesitan acciones más específicas sobre educación y capacitación; financiamiento público y privado; innovación, investigación y transferencia tecnológica; inver-

sión en infraestructura, tanto de comunicaciones como de almacenamiento; organización de productores en la modalidad que sea conveniente; reconversión productiva; seguridad social; valor agregado, entre otras.

El fenómeno más grave en el campo mexicano ha sido la pobreza. Viven millones de mexicanos en las zonas rurales con niveles de ingreso insuficiente para satisfacer sus necesidades mínimas de alimentación, vivienda, educación y salud. De acuerdo con la CONAPO (2010), 23% de la población del país habita en localidades rurales de menos de 2,500 habitantes, mientras que el criterio de la OCDE (FAO, 2019: 7), considera poblaciones rurales aquellas que tienen menos de 15, 000 habitantes, por lo que sostiene que más del 80 % de la población pobre vive en la pobreza, convirtiéndose un fenómeno rural; dicha población genera un poco más de 4% del PIB, pero el ingreso per cápita en esas zonas representa menos de un tercio del PIB per cápita promedio nacional. La importancia del sector rural aumenta al incluir el procesamiento de alimentos y bebidas, con lo que su aportación al PIB nacional se eleva a 16.2 %, y dicha importancia queda de manifiesto en las siguientes cifras, por lo que merecen mayor atención en las políticas públicas y agrícolas del país. Ver figura 34 (Delgado y Carballo, 2014: 58-59, SADER-SIAP, 2019):

- a) Ocupa más del 70 % del territorio nacional.
- b) Produce prácticamente la totalidad de los alimentos consumidos en el país.
- c) Es crucial para la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales.
- d) Depositario de muchas de las raíces culturales mexicanas y de las expresiones más entrañables de la identidad nacional.
- e) El ingreso por habitante de los más pobres es 73% inferior al promedio nacional.

- f) Concentra la mayor parte de la población más pobre (53 %).
- g) La pobreza, miseria, marginación y deterioro ambiental del medio rural son socialmente inaceptables.

En México, la marginalidad no afecta a algunos -pocos o numerosos- individuos; la marginalidad, la pobreza y la miseria en el campo mexicano no son individuales, afectan masivamente a todo el medio rural. Los campesinos no son agricultores empresariales potenciales; la especialización en la agricultura (4% del PIB nacional) no puede ser solución para el conjunto de la población rural (24%) y menos para la población nacional. Es importante considerar que la política agropecuaria es diferente de las políticas de desarrollo rural, aunque tengan interrelaciones, y la confusión de ambas políticas provoca que apoyos y subsidios para la población marginada sean captados por los agricultores más solventes. Considerando sus diferencias, una política de desarrollo rural debe contemplar: un poderoso programa de inversión en infraestructura y servicios; un servicio eficiente y eficaz de extensión rural; y un sistema de financiamiento rural con preferencia para los campesinos. Mientras que una política agropecuaria (desarrollo agroalimentario) debe incluir programas para aumentar la eficiencia y la competitividad de las cadenas agroalimentarias (producción, transformación, comercialización); reducir la marginalidad del medio rural; corregir el atraso social y económico de amplias zonas rurales del país, principalmente en el sur y sureste, a través de un poderoso programa de inversiones en bienes públicos orientados a potenciar un mayor dinamismo económico; aumentar el ingreso de los campesinos, a través de las múltiples actividades productivas, incluyendo el crecimiento acelerado y sostenido de la producción agropecuaria; y recuperar los recursos naturales, en particular, agua, suelo y biodiversidad, a través de programas de inversiones y

con la participación de las comunidades rurales. Esto se debe dar en un marco institucional para el desarrollo rural que favorezca: un poderoso programa de inversiones orientado a mejorar la infraestructura física, las condiciones de vida y las bases económicas de la población rural; estrategias de desarrollo regional de largo plazo que integren las diversas acciones sectoriales, en un proceso altamente participativo; nuevos programas, en un espectro que vaya mucho más allá de los apoyos asistenciales, enfatizando la transformación productiva y el progreso autónomo de la población rural pobre, en un enfoque de desarrollo territorial con visión de largo plazo; marco regulatorio y operacional del mercado laboral, considerando el empleo rural; derechos de propiedad (tierra, agua, recursos forestales, cuotas de pesca, biodiversidad, patentes tecnológicas), incluyendo la definición de instrumentos (contratos y otros) para el funcionamiento eficiente y equitativo para estos mercados y el cumplimiento de la ley; sistemas financieros rurales, incluyendo ahorro, crédito y microseguro; e incorporación de los recursos naturales a la dinámica productiva rural sustentable, incluyendo el pago por servicios ambientales y el funcionamiento de un mercado para captura de carbono (Delgado y Carballo, 2014: 60-61).

La situación del campo mexicano debe ser ahora vista y atendida desde una perspectiva interdisciplinaria (y multidisciplinaria) y considerando un conjunto de relaciones complejas que involucran, entre otros, elementos como la política energética y alimentaria de los Estados Unidos, el predominio de las grandes empresas agroalimentarias en los mercados internacionales, el encarecimiento de los combustibles fósiles y la búsqueda de energéticos alternativos, el crecimiento de la demanda de granos por el cambio de patrones de consumo en los países que tuvieron acelerado crecimiento económico a principios del siglo XXI, el

debilitamiento de la capacidad interna de producción de alimentos, y hasta el desplazamiento de inversiones especulativas al sector alimentario como producto de la baja rentabilidad en otras esferas económicas. Lo anterior significa que el campo mexicano en este siglo XXI, debe ser visto desde la óptica de la funcionalidad, pero teniendo como elemento sustantivo y su razón de ser **la producción de alimentos básicos**. La producción de alimentos básicos debe salvaguardarse por **razones económicas**, que tienen que ver con el equilibrio de las cuentas externas, con los efectos multiplicadores de la actividad agropecuaria sobre el conjunto de la economía nacional y con el equilibrio interno del desarrollo; pero también por **razones sociales**, que implican los empleos de más de tres millones de familias de productores que no pueden competir en el mercado del TLCAN (Ramírez, 2010: 213,217).

En el siglo XXI que, dentro de la política agrícola, debe ser el de la búsqueda de la reconstrucción ambiental y de la transición energética a fuentes renovables, las nuevas y múltiples funciones del campo, desde la perspectiva del discurso de la sustentabilidad, tienen que ver con lo siguiente: la protección y salvaguarda del ambiente; la soberanía y la inocuidad alimentaria; la cultura y la identidad nacional; la democracia; el combate a la pobreza; la ocupación del territorio; y la recreación. La nueva funcionalidad de la agricultura, en esa transformación del campo por venir, debe considerar: el papel prioritario e imprescindible de la sociedad rural a fin de asegurar su soberanía, desarrollo y viabilidad; paridad entre las políticas destinadas al campo y a la ciudad; soberanía y seguridad alimentarias; multifuncionalidad y respeto a las formas de producción campesina e indígena; presupuesto e inversión pública multianual; federalismo y descentralización; enfoque de desarrollo rural integral; políticas públicas diferenciadas; sustentabilidad y mercado interno;

fortalecimiento de las cadenas productivas; ordenamiento de mercados; diversificación económica; defensa del patrimonio rural; participación e inclusión social; y corresponsabilidad (El Campo no aguanta más, Acuerdo Nacional para el Campo, LDRS, citados por Ramírez, 2010: 217-218). Para intentar alcanzar los objetivos mencionados en el párrafo anterior, será necesario que la educación, la ciencia, la tecnología y las innovaciones, se desarrollen y se apliquen con un modelo acorde con estas propuestas, que las innovaciones tecnológicas, como las formas acabadas y llevadas a la acción, a la práctica, dejen de ser vistas de manera unilateral: como motor del desarrollo económico, delimitada a los costos del ámbito interno del proceso innovador (proceso de producción), sin considerar el impacto o costos hacia el exterior, al entorno que lo rodea, al medio ambiente. Este modelo (o modelos) no solo deben considerar el análisis detallado de la situación actual del campo mexicano, sino también las tendencias y características sociales, económicas y alimentarias de la población mexicana y del mundo, nuestras características agrarias, que son muy diferentes a la de los países desarrollados, nuestra historia y las estrategias que han desarrollado las naciones exitosas, a todos los actores y consensuar una visión del campo mexicano que queremos en diferentes plazos. No hay duda que un elemento fundamental de este o estos modelos, es la prioridad que se dé a los bienes públicos como educación, ciencia, tecnología, innovación, infraestructura, para el desarrollo de capacidades de innovaciones, organizativas, administrativas y de gestión de todos los actores de las cadenas productivas (Almaguer et al, 2010: 323; Morales, 2014: 165-166).

Son necesarios los proyectos donde la educación, la ciencia, la tecnología y las innovaciones, etc., respondan de manera holística, sistémica, a los diferentes problemas que enfrenta la sociedad: económico, social, ambiental, cultural, etc., pero fuera de la perspectiva económica

capitalista, neoliberal, sin hacer de la mercancía y el dinero los “dioses” que mueven al mundo; donde también nuevas disciplinas científicas y tecnologías empiezan a participar, como la economía política ecológica, la bioeconomía, la biotecnología, la cibernética, fertiirrigación, agricultura protegida, agricultura de precisión, etc. Las nuevas tecnologías que se perciben como más eficientes para la producción de alimentos son: biotecnología agropecuaria (transgénicos con características que favorezcan la agricultura tradicional, biofertilizantes, etc.); cultivos protegidos (invernaderos, hidroponía, mallas sombra, techos sombra, etc.); agricultura de precisión (computarizada, dosis exacta de insumos productivos, sensores remotos, GPS, SIG, etc.), los sistemas modernos de uso eficiente del agua (riego presurizado, automatizado, fertiirrigación, entre otros) (Mena y Ramírez, 2014: 200-218; Morales, 2014: 165-166). En este tenor, es importante el rescate de muchas especies vegetales cultivadas que se han dejado de utilizar: actualmente solo utilizamos unas 300 especies, de las casi 3,000 que se utilizaban en el siglo XIX y principios del XX, y que tienen un enorme potencial productivo; asimismo, la recuperación y ampliación de especies animales domesticados que, o se han dejado de utilizar o se hace un uso muy esporádico de ellos (conejos, aves, insectos, escorpiones, jabalíes, ciervos, etc.). Y una gran reserva de especies animales aptas para la domesticación y convertirse en “ganado” está en el mar, que junto con la domesticación de algas, tendríamos una verdadera acuicultura quizás paralela a la agricultura, con granjas de especies domesticadas: marinas, estuáricas y de agua dulce (mojarras, truchas, salmones, mejillones, ostras, etc.) para hacer una explotación racional de esos recursos, que juntas prometen un futuro alagüeño para la especie humana y para el planeta en general (Cubero, 2018: 779-782).

Aunque parezca repetitivo, se hace énfasis en que las políticas públicas y agrícolas, deben poner mayor atención a los campesinos e indígenas que practican generalmente una agricultura tradicional, pues es urgente y fundamental, ya que los medianos y grandes productores agropecuarios no tienen capacidad para resolver las necesidades del mercado interno, toda vez que su producción está pensada fundamentalmente para el mercado externo y su producción física per cápita está llegando al límite. El incremento de la producción y productividad agroalimentaria, bajo un modelo diferente a la visión de la agricultura industrial y su modelo agrario neoliberal, es decir, bajo modelos diferentes, sustentables y humanistas, es uno de los principales retos más grandes y complejos del siglo XXI. La construcción de nuevos paradigmas con carácter sustentable, tiene en la ciencia, la tecnología y las innovaciones un fuerte aliado que, con una educación adecuada, en general orientada al cuidado y conservación del medio ambiente, y en particular a los futuros agrónomos y otros actores del campo mexicano, abren ricas vetas de aplicación desde el punto de vista económico, social y ecológico. En este proceso de educación, investigación y divulgación de los conocimientos agropecuarios se encuentra la llave para incursionar en un mundo mejor, incluyente, democrático, justo, con todos y para todos.

#### **4.4. LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO Y SU PROSPECTIVA: A MANERA DE CONCLUSIONES.**

Bien, se ha llegado al final del presente, y para concluir, o mejor dicho, para plantear algunas interrogantes (o inconclusiones) a manera de conjeturas sin respuesta, con la idea de que tenemos que iniciar un nuevo recorrido, o fortalecer un camino que muchos productores en el mundo

ya han iniciado, con un modelo o con modelos agrícolas diferentes, es necesario reflexionar en la situación actual del mundo, pensando en qué puede ayudar a la discusión sobre el nuevo rumbo que debe tomar el desarrollo de la agricultura, pensada no de manera aislada, sino en estrecha relación con la naturaleza y la sociedad. El título de esta propuesta es sugerente: **Agricultura y Sociedad**. Ya en el siglo anterior, desde la década de los setenta, y en lo que va del presente, la preocupación por el medio ambiente, la biodiversidad y la enorme polarización en la sociedad entre ricos y pobres, entre otros problemas existentes, se ha dado el grito de alerta para hacer conciencia sobre la problemática global y rural, y la puesta en peligro de la propia existencia humana, al poner en peligro la existencia del planeta mismo.

Ante estos retos, la política pública del Estado mexicano debe adecuarse y vincularse con las propuestas de otros países como Finlandia, Holanda, Suiza, Suecia, Noruega (por mencionar algunos), organizaciones mundiales, organizaciones civiles y ONGs, entre otros actores de la sociedad en general y del campo agropecuario en particular, reconociendo desde el punto de vista holístico, que la problemática integral mundial, nacional y regional no tiene un solo actor, sea privado, social o de otra índole, por lo que es necesario la participación activa de todos en pro del rescate de nuestro planeta. Por desgracia, en ese escenario social, económico y ecológico mundial, nacional y regional, la problemática no se comparte en partes iguales por todas las naciones ni por todos los individuos; siempre existe una parte que carga sobre su existencia material y espiritual la mayor parte de esa problemática, con lo que hace que su vida familiar, comunitaria local y regional, y la relación que guarda con la naturaleza y sus recursos productivos, sea muy difícil, lo que trae como consecuencia que tenga que existir en condiciones paupérrimas en todos

los ámbitos de la vida humana, negándoles la posibilidad de realizarse, o al menos de tener una vida digna.

Nuevamente, estas relaciones invitan a pensar y actuar en pro de intentar resolver esa problemática multifacética, donde esa parte pequeña, mínima, enriquecida y todopoderosa de la sociedad debe reaccionar en favor de la gran mayoría, empobrecida y con una vida deteriorada en todos sus valores y condiciones materiales. Es una invitación, sino a ultranza, sí con el apremio de que estamos en el mismo barco, que al hundirse social, económica, ecológica y culturalmente, necesariamente tendrá consecuencias para todos los seres vivos y no vivos de nuestro planeta; no hay que pensar que los intentos de conquista de otros espacios fuera de la tierra, como el planeta Marte, pondrán a salvo a los poderosos de la tierra, porque esa utopía (ya como realidad virtual) tiene un carácter social negativo y pasarán muchos años para hacerse realidad, en caso de ser posible. Actualmente existen propuestas políticas viables que apuntan a menguar el carácter depredador de esa parte de la sociedad con respecto a los recursos naturales y productivos, y transitar a espacios y tiempos de mayor racionalidad ecológica, social y económica.

Para ello, es necesario crear o construir una nueva cultura política sobre educación, ciencia, tecnología e innovaciones, que “encierre” a los científicos, tecnólogos, extensionistas ...en fin, a educadores, a semejanza de una “esfera de coherencia” (Bartra, 2014: 29) científica-técnica, sobre todo en el campo agropecuario, vigilada desde el interior y el exterior por la sociedad agropecuaria, y donde participen activamente los diferentes tipos de productores. Una “esfera líquida” que no sea impermeable, ni cerrada, ni aislada de la sociedad (Bartra, 2014: 30). Así, los científicos y tecnólogos no podrán derramar sobre los productores sus inconsistencias de sus investigaciones y adaptaciones tecnológicas

(cuando no parten de la realidad agroecológica y socioeconómica de los productores en general). Una cultura política en la agricultura que no incluya a todos los productores, es una cultura que tiende a la muerte y, desde luego, no conviene arriesgar el futuro a una cultura muerta.

Y aquí el problema fundamental es la consolidación de una cultura política capaz de constituirse en un terreno fértil para que surjan nuevas ideas; una nueva cultura, pero basada en un antiguo concepto: el de ciudadanos del mundo, una cultura cosmopolita (citando a Beck, 2006), no en el sentido de buscar la unificación global de estilos de vida, como lo plantea el capitalismo en su fase neoliberal globalizadora, sino como una afirmación del interés por la vida de los otros, de aquellos que tienen ideas diferentes y prácticas distintas; al mismo tiempo, el cosmopolitismo sostiene que tenemos obligaciones con respecto a los otros, obligaciones que van más allá del círculo familiar, local o nacional; como una propuesta que retome la igualdad para inscribirlo en un contexto global, como una propuesta concreta de limitar política y concretamente los daños que provocan los flujos mundiales de capital y la ganancia a favor de una minoría, de frenar los daños “colaterales” de la industrialización y quimiquización de las actividades agroindustriales, de frenar las ambiciones lucrativas de las grandes empresas transnacionales, de controlar la deslocalización y dispersión del trabajo y de la fuerza de trabajo, de dar protección social básica a aquellos sumidos en la flexibilidad de trabajos precarios, etc. Y si hay un lugar donde es evidente la necesidad de desarrollar una cultura cosmopolita, ese lugar es México, donde el futuro es incómodo y peligroso, incierto y nebuloso, indócil, y es negro cuando se observa que se expanden los males del presente y se avistan pocas esperanzas (Modificado de Bartra, 2014: 13, 32-37). No cabe duda que el éxito que hemos tenido como especie en

nuestro planeta, la naturaleza nos lo cobra de una manera cruel, y lo peor de todo es que aún no lo queremos entender.

El mismo Bartra, en su obra citada (2014: 20-21, 25-26), haciendo referencia a varios autores, opina que los hacedores o planificadores de las políticas públicas en México: científicos, educadores, tecnólogos y demás, viven una “singularidad de lo no contemporáneo” (Germani, 1935) o “simultaneidad de lo no contemporáneo” (Bloch, 1935), es decir, que “viven” en un abigarrado conjunto de situaciones incongruentes que proceden de épocas diferentes, que no comparten la misma realidad, el “mismo ahora”. Podría decirse que México ha sufrido la simultaneidad de planos premodernos, modernos y posmodernos, que se entrecruzan en un espectáculo fascinante: “no toda la gente vive en el mismo ahora” (Bloch, 1935), y por lo tanto, no todos imaginan el mismo futuro. Bartra plantea que se debe *contemporizar*, en el sentido de saber vivir en la misma época, de saber vivir en el mismo tiempo; también significa adaptarse, transigir, avenirse, recordar que viajamos en el mismo barco, pero que, con sus intransigencias, corrupciones e intolerancias, los políticos, planificadores, científicos, etc., podrían provocar un naufragio. Y subraya que lo importante es lograr que las fuerzas más importantes del país sean capaces de vivir en el mundo de hoy, que comprendan los códigos de nuestro tiempo y que, desde posiciones contrapuestas, puedan leer el momento histórico en que les ha tocado coincidir. Desde luego, se puede decir con Koselleck (1993), que no existe la singularidad del tiempo único, sino que hay diversos ritmos temporales propios de las unidades políticas, sociales, tecnológicas, etc., de los hombres concretos que actúan y de las instituciones y organizaciones. Así que no hay un tiempo histórico, sino muchos tiempos superpuestos unos a otros. Ello no quiere decir que en la sociedad no cristalicen *espacios de experiencia*

*y horizontes de expectativa.* El problema en México es que los espacios de experiencia con frecuencia se limitan al municipio, al estado (y sólo en ocasiones a la nación), y a fracciones de la institución o de la organización, es decir (crudamente), muchos no ven más allá de sus narices; lo mismo sucede con el horizonte de expectativas: no va más allá de la planificación sexenal (por el cambio presidencial en el país). De esta manera, la complejidad del mundo y la imagen de un futuro más allá del corto plazo, se le escapan a la élite política mexicana. Tal parece que, a los hacedores de la política pública y agrícola en México, y al proceso político-económico, les hace falta un “mapa mental” para orientarse en ese espacio fragmentado en que viven y que les resulta desconocido. Y nuestra miopía es tan grande que no nos damos cuenta que cuando nos apresuramos hacia el futuro, más vamos a ciegas.

Pero alrededor del mundo, algunas cosas empiezan a cambiar, y en ese vaivén, México también es arrastrado, cuando no participa directamente, para entrar en la ola del cambio, como está sucediendo con la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (RSDS), promovida por la Agenda 2030 en México, en marzo de este año 2019, puesta en marcha por la UNAM y el Instituto Tecnológico de Monterrey, donde se plantean Los **Objetivos de Desarrollo Sostenible para alcanzar el Desarrollo Sostenible**. En la versión México participan instituciones del Estado, instituciones universitarias del país, instituciones privadas, organizaciones civiles y algunas ONGs. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como **Objetivos Mundiales**, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Estos 17 Objetivos, en los que coinciden más de 150 países miembros de la ONU, se basan en los logros de

los **Objetivos de Desarrollo del Milenio** (ODM) sustentados por la ONU en el 2015, que reconocen la necesidad de aspirar a una vida sustentable, sin pobreza y con calidad ambiental, como un derecho humano esencial, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados: con frecuencia la clave del éxito de uno, involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro. Estos objetivos son:

**Objetivo 1:** Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

**Objetivo 2:** Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

**Objetivo 3:** Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

**Objetivo 4:** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

**Objetivo 5:** Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

**Objetivo 6:** Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

**Objetivo 7:** Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

**Objetivo 8:** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

**Objetivo 9.** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

**Objetivo 10:** Reducir la desigualdad en y entre los países.

**Objetivo 11:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos seguros, resilientes y sostenibles.

**Objetivo 12:** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. **Objetivo 13:** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

**Objetivo 14:** Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

**Objetivo 15:** Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

**Objetivo 16:** Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas.

**Objetivo 17:** Revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

Con estas propuestas, “se busca transitar hacia un modelo de desarrollo que erradique los efectos devastadores de la sobreexplotación de los recursos naturales, que propicie sociedades con equidad social, sin pobreza, y con acceso a una nutrición adecuada, a educación de calidad, a servicios universales de salud y a empleos dignos” (Grauge, E., discurso de inauguración de la RSDS, marzo del 2019), porque “hemos llegado a un momento decisivo de la humanidad” (Ban Ki Mon, Srio. Gral. de la ONU, 2015, en la aprobación de la Agenda 2030). Es una propuesta audaz, y si el alcance de los retos globales a los que se pretende dar respuesta no tiene precedentes –niveles galopantes y al alza de las desigualdades, desborde de los límites biofísicos del planeta, persistencia de niveles inadmisibles de hambre y pobreza, por mencionar algunos–, tampoco lo tiene una apuesta internacional como la Agenda de Desarrollo Sostenible. Lo que desde algunas tribunas se ha calificado como el *nuevo contrato social* de la humanidad nació como nuevo proyecto político a escala mundial, tan ilusionante como

susceptible de defraudar si fracasa: probablemente sea el último cartucho para poner al planeta en la órbita de la sustentabilidad, con un verdadero efecto transformador positivo, no como mero efecto de maquillaje; sí con el deseo de que se convierta en una “cosmopista” (Cortázar, citado por Bartra, 2014: 37) que permita viajar en el quehacer científico y tecnológico de manera global y local, para todos y con todos.

Parece ser que el gobierno actual de la República Mexicana intenta hacer eco de estas demandas fundamentales para volver al equilibrio social, económico y ecológico, donde la sociedad tiene que jugar un papel diferente: no ya de depredador, sino de colaborador para restablecer el orden en la naturaleza. Parece un buen sueño, es decir, una utopía positiva, que puede construir su propio camino. En esta construcción, las instituciones de educación superior también deben influir en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y los que vienen (por desgracia, sexenales) para promover, por ejemplo, que la investigación científica (básica) y la transferencia de tecnología aporten elementos estratégicos en favor del uso y manejo sustentable de los recursos, partiendo de nuestra propia realidad; para impulsar modelos educativos con una visión de desarrollo sostenible; y para fortalecer la educación de posgrado con un enfoque orientado al bienestar social y al desarrollo sostenible, entre otros. En esta direccionalidad deben apuntar las políticas públicas del país, sobre todo, como machaconamente se ha señalado, en las propuestas de desarrollo rural, y del desarrollo del campo agropecuario como su parte inalienable, para traer paz, justicia, seguridad y dignidad a los pueblos originarios de México, campesinos e indígenas, pues se lo debemos después de más de casi 500 años de cargar sobre sus hombros el estigma de ser la clase despreciada, explotada y olvidada por parte del Estado y una parte de la sociedad.



# GLOSARIO



## GLOSARIO

### A

**Agroecología.** Enfoque teórico y metodológico que toma como base el manejo múltiple que realizan los campesinos en sus agroecosistemas, y aplica los conceptos y principios de la ecología a los sistemas de producción agropecuarios, considerando al mismo tiempo aspectos agronómico- biológicos, sociales, culturales y económicos, creando un puente entre el conocimiento tradicional y la tecnología generada científicamente, proponiendo estrategias de manejo de los recursos con impactos positivos en el medio ambiente, es decir, buscando promover un desarrollo sustentable.

**Agroecosistema.** Término que se refiere a los campos cultivados, que se convierten en ecosistemas “domesticados”, es decir, con intervención humana con fines productivos. Se consideran intermedios entre los ecosistemas naturales (sin intervención humana), como los pastizales, bosques, etc., y los ecosistemas “artificiales”, como las ciudades. Se considera sinónimo de sistema agrícola, sistema agropecuario, entre otros.

**Aluviación.** Proceso de arrastre superficial del suelo, provocado por las corrientes superficiales de agua, principalmente por las lluvias y las crecientes de los ríos. Forman el aluvión o depósito de suelos una vez terminado el proceso de arrastre, que dan origen a los suelos aluviales.

**Ambiente o medio ambiente.** En términos generales, el medio ambiente o ambiente es la suma total de condiciones y factores externos, orgánicos e inorgánicos, que rodean y afectan la vida y desarrollo de un organismo, y que incluyen a los otros organismos de su misma especie y de otras especies. Para su estudio, el ambiente puede dividirse en diferentes tipos: ambiente físico-natural, humano, cultural, social, organizativo, etc.

**Antinomia.** Contradicción entre dos leyes o dos lugares en una misma ley. Ideas o posiciones opuestas, contradictorias.

**Antonomasia.** Consiste en poner el nombre apelativo por el propio o viceversa. Que se da por hecho una cosa o fenómeno, es decir, que debe de ser.

**Antropocéntrico.** Concepción que supone que el hombre es el centro de todas las cosas y el fin absoluto de la naturaleza. A diferencia de las posturas ambientalistas radicales, que buscan preservar el ecosistema aún en detrimento del hombre.

**Autofecundación.** Proceso por el cual una planta o animal hermafrodita puede fecundarse a sí mismo. Autofertilización, autopolinización.

**Autótrofos.** Organismos capaces de fijar la energía de la luz (principalmente la luz solar) y producir su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas simples (como agua, bióxido de carbono, nitratos, etc.) por el proceso de la fotosíntesis. Se les llama también productores.

## B

**Barlovento.** Parte expuesta a la dirección de donde viene el viento.

**Biodiversidad.** Se refiere a la “vida sobre la tierra”, es decir, a la variabilidad de los organismos vivos sobre la tierra, sus funciones ecológicas y la diversidad genética que contienen. Constituye una fuente inapreciable

de riqueza ecológica, genética, social, económica, científica, educativa, cultural, recreativa y estética. Para su estudio se le ha dividido en: diversidad genética, diversidad de especies y diversidad de ecosistemas.

**Bioma.** Grandes unidades de comunidades terrestres fácilmente reconocibles por su tipo de vegetación, por ejemplo: bosques de coníferas, pastizales, desiertos, sabanas, bosque tropical, etc.

**Biota.** La totalidad de las formas vivientes de una determinada región, o a todos los organismos del planeta tierra.

**Bosques.** Biomas caracterizados por la presencia dominante de árboles, que pueden ser de varios tipos: bosque de coníferas siempre verdes, bosques deciduos o caducifolios, bosque tropical (selva).

## C

**Cadena productiva.** Proceso económico-productivo donde se “amarran” o encadenan actividades productivas primarias (agropecuarias), secundarias (agroindustrias) y terciarias (comercialización), con el fin de revalorizar los productos o mercancías que se obtienen en la producción primaria, ahorrando inversión, tiempo y trabajo, para obtener mayores ganancias, en una localidad o región determinada, y promover procesos de desarrollo económico.

**Cadena trófica.** Estructura de alimentación (generalmente no lineal) de un grupo de organismos estrechamente relacionados. Serie o sucesión de organismos, cada uno de los cuales come o degrada al precedente. Generalmente, los niveles tróficos comunes de la cadena trófica son cinco: productores (vegetación en general), consumidores primarios (herbívoros), consumidores secundarios (carnívoros), consumidores terciarios (omnívoros) y descomponedores o desintegradores (hongos, bacterias).

**Cambio climático.** Consiste en el calentamiento global del planeta que, comparado con los ritmos y patrones de la naturaleza, resulta rápido, como resultado de la actividad antropocéntrica. Se define como todo cambio en el clima a través del tiempo, como resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas. Estos cambios pueden presentarse tanto en la intensidad y distribución de las lluvias a lo largo del año, como en la temperatura en la tierra y en el mar, entre otros efectos.

**Capitalismo.** Estructura socioeconómica o formación socioeconómica (el modo de producción o estructura económica en que se basa también se le conoce como capitalismo) basado en la propiedad privada de los medios de producción, la explotación de la fuerza de trabajo asalariado, producción de mercancías para el libre mercado, que busca la máxima ganancia, a través de la explotación intensiva de los recursos productivos, con el uso de la ciencia y de la tecnología.

**Clima.** Se refiere al estado meteorológico del tiempo en un momento o lugar determinados. Condiciones o estado medio de la atmósfera sobre un área y un periodo de tiempo específico, que indican su variabilidad o estabilidad, determinado por los principales elementos siguientes: radiación solar, brillo solar, temperatura, humedad atmosférica o relativa, nubosidad, presión atmosférica, precipitación y viento. Además, existen algunos factores que modifican el clima como los siguientes: altitud, latitud, vegetación, distribución de tierras y mares, y relieve.

**Codominante.** Una de varias especies que se reparten la dominancia en la comunidad.

**Comensalismo.** Asociación o Interacción entre organismos de distinta especie, en la cual uno de ellos (comensal) es beneficiado por la interacción, mientras que el otro (huésped) no es beneficiado ni recibe daño alguno.

- Competencia.** Rivalidad entre individuos, especies o comunidades bióticas en su demanda por espacio, nutrientes, luz y otros elementos, que se presentan en el medio físico y biótico en cantidades limitadas.
- Contexto.** Entorno, conjunto de unidades, medios o condiciones que rodean a un individuo, objeto o fenómeno, sobre los que influye íntimamente. Se refiere a la parte o “parcela” de la realidad que comparte un individuo, objeto o fenómeno con otros, donde se encuentran interrelacionados de alguna manera, determinados por el tiempo, espacio, tecnología, mercado, etc.
- Correlación.** Relación mutua que existe entre dos o más variables, organismos, objetos, fenómenos, ideas, etc., que hace que varíen su interacción cuando no se conoce la función exacta que rige la relación entre esas variables u organismos, es decir, que un cambio en uno de ellos va acompañado por cambios en el otro u otros.
- Cosmovisión.** Concepción del mundo, de la vida. Ideologías que interpretan la situación global del hombre referido a su entorno cultural, político, económico, ecológico, social, etc.
- Cultivo.** Acción y efecto de cultivar. Se refiere a la siembra y cría de organismos vegetales y animales de interés económico, biológico, entre otros, para el hombre, a través de técnicas de manejo y control del crecimiento y desarrollo de ese organismo.
- Cultivo anual.** Siembra y cuidados hasta la cosecha, de un organismo vegetal, como maíz, sorgo, trigo, etc., cuyo ciclo vegetativo no es mayor de un año.
- Cultivo perenne.** Siembra y cuidados durante la vida productiva de un organismo vegetal, como árboles frutales, maderables, etc., cuyo ciclo vegetativo y económico generalmente se estima más allá de los cuatro años.

**Cultivo semiperenne.** Siembra y cuidados de una especie vegetal, como caña de azúcar, papaya, etc., cuyo ciclo vegetativo y económico se considera entre uno y cuatro años.

**Cultura.** Conjunto de productos del pensamiento y de las acciones humanas, de generaciones sucesivas, entendidas como actos de comunicación, como los valores materiales (instrumentos, herramientas y maquinaria para el trabajo, etc.), bienes, etc. (entendidos como *cultura material*); y los valores espirituales o no materiales (arte, tecnología, conocimientos, política, moral, etc.), entendidos como *cultura no material*) creados a lo largo de la historia humana, como resultado de procesos de construcción de conocimientos, que se enriquecen con nuevas generaciones y nuevos conocimientos, tecnocientíficos y que caracterizan a una sociedad en tiempo y espacio determinados. Generalmente se define el concepto de cultura como oposición al de naturaleza, para distinguirla de todo lo hecho por el hombre.

## CH

**Chinampa.** Terreno de antiguo fondo lacustre, rodeado de canales, en donde se cultivan principalmente hortalizas y flores de ornato (por ejemplo, en Xochimilco y alrededores). Huerto conformado de extensiones de terreno rodeado de agua, donde se cultivan frutas y verduras.

## D

**Demografía.** Ciencia cuyo objeto de estudio es la población. La demografía se divide en dos grados disciplinas: demografía cuantitativa o analítica (basada en fuentes factuales como censos, registros, sondeos, encuestas) y demografía cualitativa o social (se orienta al conocimiento de las características biológicas, sociales, económicas y culturales de los individuos y grupos de un país).

**Desarrollo.** Concepto “amiba” que tiene diferentes definiciones, dependiendo del área del conocimiento de que se trate. Para la ontogenia (proceso general de desarrollo de un ser vivo, desde la fecundación hasta la edad adulta), crecimiento, desarrollo y maduración son conceptos afines. De manera general, el concepto de desarrollo se refiere a los cambios que sufre un organismo, objeto o fenómeno durante su existencia; en el terreno biológico se puede definir como el proceso que sigue un ser vivo desde su origen o nacimiento, pasando por diferentes etapas o estadios, hasta alcanzar su madurez; en el terreno económico, se puede definir como la evolución de un país o área geográfica, fruto de un crecimiento económico, medido por el ingreso per cápita y la renta nacional. Entre otras definiciones que se pueden consultar en la literatura especializada.

**Desarrollo económico.** El desarrollo económico, definido así por la corriente economicista del desarrollo, sin querer ahondar en sus interpretaciones, generalmente es definido en términos de ingreso por habitante y de tasa de crecimiento, donde el ingreso per cápita es el indicador usado para definir el nivel y ritmo de desarrollo, de donde se deduce que, bajo criterios escogidos arbitrariamente habrá países desarrollados por sus altos índices de ingresos y otros subdesarrollados por encontrarse por debajo de tales índices. Este modelo de desarrollo económico ha tenido gran influencia en la política de desarrollo seguido por México, donde el estado tiene un papel fundamental en las políticas económicas y se admite que el objetivo es llegar a tener el mismo sistema económico social y político que existen en los países con altos grados de desarrollo. Los conceptos sobre desarrollo agrupados en la corriente economicista o capitalista del desarrollo, tienen como factor común algunos supuestos o aspectos comunes: el nivel y ritmo del desarrollo es entendido en términos del ingreso por habitante y en términos de tasa

de crecimiento económico; se hace énfasis en el uso de la ciencia y la tecnología para aumentar la producción; en la modernización de las instituciones y de las formas de vida; en nuevas formas de organización para la producción con el uso de paquetes tecnológicos donde el mercado juega el papel más importante; la explotación intensiva de la naturaleza; y se impone la lógica de la ganancia. Estas concepciones las implementa el Estado y el gran capital de manera vertical, global, sin considerar las diferencias regionales y locales, y donde ciertos sectores de la sociedad han sido mayormente beneficiados, polarizando aún más la desigualdad social, económica, ecológica, cultural y política.

**Desarrollo sostenible o sustentable.** El desarrollo sustentable o sostenible es definido en una primera instancia en 1987, como “aquel que provee las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para solventar sus propias necesidades”. En 1988, el Consejo de la FAO adoptó lo que se ha convertido en la definición oficial de lo que se entiende por agricultura sustentable y desarrollo rural: “desarrollo sustentable es el manejo y conservación sobre la base de los recursos naturales y la orientación de los cambios tecnológicos e institucionales, de manera que se garantice la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El desarrollo Sustentable en la agricultura y la ganadería conserva los recursos de la tierra, el agua, plantas y animales, no degrada el medio ambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable”. Se consideran como sinónimos, o al menos como complementarios, de la estrategia de desarrollo sustentable, otros conceptos afines como el desarrollo agroecológico, el desarrollo a escala humana, desarrollo

con soberanía alimentaria, entre otros, que comparten también algunas características comunes, como las siguientes: búsqueda de armonía entre Sociedad y Naturaleza, visión holística en los procesos de producción, basados en la teoría de sistemas, uso de tecnologías apropiadas o alternativas, búsqueda de un desarrollo endógeno y local, toma de decisiones democráticas y horizontales.

**Dialéctica.** En sentido general, dentro del campo filosófico, se dice que es el arte de razonar y analizar la realidad filosófica, donde se aplica a los procesos (dinámicos) de raciocinio y de construcción de leyes, formas y modos de expresión; y pedagógicamente, en el desarrollo y evolución, que implica movimiento, de la realidad educativa como algo científico. Para el pensamiento marxista-leninista, el concepto de dialéctica es definida como la “ciencia de las leyes generales que rigen la dinámica y el desarrollo de la naturaleza, de la sociedad humana y del pensamiento”, como “la doctrina del desarrollo en su forma más completa, más profunda y exenta de unilateralidad, la doctrina de la relatividad del conocimiento humano, que nos da un reflejo de la materia en constante desarrollo”, sustentada en tres grandes leyes de la dialéctica: la ley de la transformación de los cambios cuantitativos en cualitativos y viceversa; la ley de la unidad y la lucha de los contrarios; y la ley de la negación de la negación. Y en cuanto a proceso, se convierte en un movimiento de relación sujeto-objeto, que se expresa en la lucha de los contrarios, en el sentido de que una realidad (tesis) suscita su contrario (antítesis), resolviéndose la contradicción por medio de la síntesis. En la realidad social, este proceso dialéctico (dinámico) se desarrolla a través del trabajo y de la actividad científica y económica general.

## E

**Ecología.** Es la ciencia que estudia las interacciones o interrelaciones de los seres vivos entre sí y con su medio ambiente físico, inanimado o inerte, de materia y energía; el estudio de la estructura y funciones de la naturaleza.

**Economía.** Existen diferentes puntos de vista para definir este concepto, pero destacan dos enfoques: el objetivo y el subjetivo. La definición objetiva o marxista de la corriente objetiva dice que “la economía política es la ciencia que estudia las leyes que rigen la producción, la distribución, la circulación y el consumo de los bienes materiales que satisfacen necesidades humanas”. La definición subjetiva o marginalista dice que “la economía es la ciencia que se encarga de la satisfacción de las necesidades humanas mediante bienes que, siendo escasos, tienen usos alternativos entre los cuales hay que optar”.

**Ecosistema.** Unidad ecológica básica que comprende el conjunto de poblaciones de diferentes especies que cohabitan en un lugar determinado, que interaccionan entre sí y con el ambiente físico y químico en el que se desarrollan. O cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos de un área determinada, y que actúe en reciprocidad con su medio ambiente físico y químico.

**Eluviación.** Es la remoción del material del suelo en suspensión (o en solución) de una capa o capas, que puede seguir diferentes direcciones, tanto superficial (hacia otros lados del suelo) como vertical (hacia abajo o interior del suelo). Se relaciona con los conceptos de arrastre o lavado del suelo.

**Endémico.** Organismos con distribución restringida en cierta localidad, región o país y que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo.

**Endógeno.** Que se origina o nace o se forma en el interior de un objeto, fenómeno, organismo o sistema; o que se origina por causas o influencias internas de un fenómeno, organismo o sistema.

**Entropía.** Concepto que se explica a partir de la segunda ley de la Termodinámica, referida al cambio que sufren los cuerpos o sistemas al pasar de estados ordenados o más ordenados (en su orden molecular, por pérdida de energía) a estados menos ordenados y organizados. La entropía siempre va en aumento en los sistemas físicos (cerrados), que llevan esos sistemas al caos, al desorden y a la desorganización, y hasta su desintegración.

**Era geológica.** O tiempo geológico, que comprende desde la formación de la tierra hasta nuestros días, desde el cual se empiezan a contar los años como unidad cronogeológica de primer orden en que se distinguen los tiempos geológicos, y se dividen, para algunos autores, en cuatro grandes eras: precámbrica, paleozoica, mesozoica y cenozoica. Otros autores, mencionan cinco grandes eras: precámbrica o arqueozoica, paleozoica o primaria, mesozoica o secundaria, neozoica o cenozoica, y psicozoica o antropozoica.

**Erosión cultural.** Pérdida de los conocimientos, valores y costumbres que puede sufrir una cultura determinada, en detrimento de su propia existencia. La erosión cultural puede ser provocada por influencia de otra u otras culturas, de manera predeterminada (intencionada) o fortuita.

**Espectroscopía.** Conjunto de conocimientos y técnicas referentes al análisis espectroscópico que estudia la producción y observación de los espectros visibles.

**Estado (Política).** Se define como la forma histórica de organización político-jurídica-administrativa de una sociedad, surgida en el siglo

XVI, que representa y personifica a una nación tanto al interior como al exterior, que asegura su funcionamiento y cohesión, e incluye tres características esenciales: territorialidad, soberanía y legitimidad. También se define como la estructura permanente de dominación de una sociedad, sobre la cual y, en el territorio que ocupa, ejerce su autoridad con exclusión de cualquier otra, cuyas principales características son: la permanencia, la hegemonía del poder político, la legalidad de su organización y sus funciones, y la universalidad de su autoridad en su ámbito.

**Estructura.** En sentido general, conjunto ordenado de elementos, que adquieren sentido en relación o referencia a la totalidad. Se refiere a la organización formal, la división de funciones y las líneas de autoridad y de responsabilidad existentes en una empresa, institución o país.

**Etología.** Ciencia que estudia el comportamiento individual y colectivo de los organismos, principalmente animales, y concretamente las respuestas que cada especie da al medio ambiente que lo rodea.

**Evolución biológica.** Es el proceso mediante el cual se produce un cambio gradual y continuo en la genética de una especie, que tiene lugar a ritmos distintos, lo que a su vez se ve reflejado en su mejor adaptación a las condiciones del medio ambiente por medio del proceso de selección natural, que permite la supervivencia sólo de los organismos más aptos, dando lugar a la aparición de nuevas especies, generalmente de complejidad creciente.

**Exógeno.** Que se origina en el exterior de un objeto, fenómeno, organismo o sistema, como consecuencia de causas o influencias externas.

## F

**Fenómeno.** En general, toda apariencia o manifestación, tanto del orden material como del espiritual, que puede ser percibido bien por los sentidos o bien por la conciencia.

**Fenotipo.** Conjunto de caracteres hereditarios de un individuo que se manifiestan externamente y pueden modificarse por la influencia del medio ambiente. Apariencia externa o aspecto de un organismo, resultante de la interacción entre su patrimonio genético y el ambiente.

**Filosofía.** En general, se refiere al conjunto de concepciones sobre los principios y las causas del ser de las cosas, del universo y del hombre; un conjunto de valores, prácticas, objetivos, creencias y políticas que son la razón de ser, esencia y finalidad del hombre, de una organización, institución, etc. Desde el punto de vista marxista, la filosofía es la ciencia que estudia las leyes más generales del universo, de la naturaleza, la sociedad y del pensamiento, que argumenta teóricamente sus principios y conclusiones; que se señala como fin argumentar una orientación determinada en la vida social, política, científica, moral, estética, etc., del género humano. La filosofía ha desempeñado un magno papel en la afirmación de la idea del desarrollo y en su elaboración como teoría científica. mucho antes ya de que las ciencias concretas que tratan de la naturaleza y de la sociedad supieran enfocar desde el punto de vista del desarrollo los problemas que estudian, la filosofía adelantó el enunciado referente al desarrollo como principio fundamental del ser. Por su contenido, la concepción filosófica del mundo puede ser científica, no científica e incluso anticientífica.

**Fisiografía.** Geografía física, que estudia la ubicación o localización y distribución en el espacio de cuantos fenómenos y elementos se manifiestan en la superficie terrestre; en este caso, referidos fundamentalmente a los recursos suelo, clima, agua, vegetación y fauna.

**Fósil.** Restos mineralizados de un organismo de épocas geológicas pasadas, que se encuentran en la corteza terrestre. Organismo completo o fragmentario, y también traza de su actividad, conservado después de su muerte, en rocas generalmente sedimentarias, a través de un proceso de fosilización .

**Fosilización.** Proceso de mineralización de los restos de un organismo, basado en la sustitución de la fracción orgánica (materia orgánica) por moléculas minerales (material mineral), conservándose la mayor parte de las características anatómicas y morfológicas del primitivo organismo.

## G

**Gen.** Unidad de acción, mutación y recombinación del material genético presente en los cromosomas y formada por un segmento de ADN, y que sirve como unidad de herencia. Los genes gobiernan las características visibles e invisibles de los organismos vivos, en gran parte dirigiendo la síntesis de proteínas en una célula.

**Genotipo.** Constitución genética de un organismo, que se refiere al conjunto de todos los factores hereditarios, es decir, a la totalidad de su patrimonio de genes, o bien un par de genes determinantes de un solo carácter, que los organismos reciben de sus padres por medio de los gametos.

**Geología.** Ciencia que estudia la composición, estructura, evolución o transformación de la corteza terrestre. Este estudio se enfoca desde varios puntos de vista: morfológico, químico, evolutivo e histórico.

- Gerontocracia.** Se refiere al gobierno desempeñado por los ancianos.
- Globalización.** Integración económica e inserción en los mercados internacionales, proceso político, económico, social, cultural y ecológico por el cual cada vez existe una mayor interrelación económica entre unos lugares y otros, entre unos países y otros, por alejados que estén, bajo el control de las grandes empresas capitalistas o multinacionales o transnacionales. En la organización política y socioeconómica mundial significa un proceso de derechización que busca beneficiar a los grandes capitales financieros. Se relaciona estrechamente con el neoliberalismo.
- Glosario.** Catálogo de vocablos de difícil comprensión, con definición o explicación de cada una de ellas, propios de una lección, asignatura o libro de texto, explicados para facilitar la asimilación y comprensión por parte del discente (estudiante) o lector.

## H

- Heterótrofos.** Organismos que utilizan a otros para alimentarse, descomponiendo los materiales complejos sintetizados por los autótrofos. También se les llama consumidores.
- Hibridación.** Fenómeno o proceso genético de cruce entre individuos de diferentes razas, variedades, especies o géneros.
- Holártico.** Relativo al inicio o principio del territorio fitogeográfico o biogeográfico, que empieza alrededor del trópico de cáncer, que corresponde a las regiones templadas y frías del hemisferio norte (incluida Norteamérica). Formada por la zona paleártica (del viejo mundo) y neártica (de Norteamérica).
- Holístico, holismo o sistémico.** Significa todo, íntegro. Se entiende con este concepto la concepción de la realidad como un todo unitario

y dinámico en sí mismo, y no como consecuencia de la suma de las diferentes partes que lo componen; así, con el método holístico se trata de explicar a la realidad como una unidad o totalidad.

**Holoceno.** Último periodo del cuaternario, que comprende los tiempos posteriores a la última glaciación y continúa en la época actual. Se inició hace unos quince o diez mil años.

**Holografía.** Método de registro y reproducción de imágenes tridimensionales, sin cámaras o lentes, mediante el uso de películas fotográficas y luz coherente emitida por un láser. Procedimiento para conseguir una imagen con sensación de relieve, basado en las interferencias que producen la superposición de dos haces de rayos láser: uno proviene del aparato productor y el otro reflejado por el objeto que se desea fotografiar.

**Homeostasia o homeostasis.** Mecanismos de equilibrio que permiten a un individuo o sistema mantener su estado general de equilibrio, a pesar de alteraciones eventuales.

## I

**Iluviación.** Es el proceso de deposición o lavado del material del suelo removido de un horizonte a otro, usualmente de un horizonte superior a otro inferior en el perfil del suelo. Se relaciona con los conceptos de lixiviación y percolación.

## L

**Latifundio.** Propiedad sobre la tierra, generalmente rústica y de explotación extensiva, de grandes dimensiones, que rebasan las cien hectáreas o la propiedad privada reconocida legalmente

en muchos países del mundo. Surgida en la edad media por la apropiación de grandes extensiones de tierras principalmente por las órdenes militares, fue la estructura agraria dominante hasta la segunda guerra mundial, aunque prevaleció mucho tiempo después en muchos países de América Latina. En México, los grandes latifundios rebasaron las cien mil hectáreas.

**Lixiviación.** Proceso de arrastre por el agua de lluvia de los materiales solubles o coloidales del suelo, de los horizontes superiores hacia los horizontes inferiores, más profundos. Se puede usar como sinónimo de percolación, ya que también implica pérdida de nutrientes, sobre todo nitratos.

## M

**Mecanicismo.** Teoría o doctrina según la cual todo fenómeno puede ser explicado por las leyes de la mecánica y la ingeniería, o en términos mecánicos, como consecuencia del movimiento de la materia. El mecanicismo concibe al universo como una máquina e interpreta todo cambio mediante un determinismo causal.

**Mesoamérica.** Área geográfica e histórica-cultural que comprende desde, más o menos, desde el centro de México (desde el estado de San Luis Potosí), hasta Panamá, donde se desarrollaron, además de otras, principalmente cuatro culturas dominantes: tolteca, olmeca, azteca y maya; las dos últimas vigentes a la llegada de los españoles a México. Se reconoce como una zona intermedia (meso: en medio) de América; las otras dos son aridoamérica, hacia el norte y suramérica o sudamérica, hacia el sur del continente. Generalmente se reconocen como parte de Mesoamérica los países de Panamá o parte de él, Costa Rica o parte de él,

Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice y parte de México (marcada por el inicio de la zona conocida como árido américa). Es una región rica y diversa en recursos naturales, que ha aportado al mundo muchos cultivos que han contribuido al ascenso de la civilización mundial.

**Mesolítico.** Etapa de la prehistoria que sirve de transición entre el paleolítico y el neolítico, caracterizada por el uso de instrumentos de piedra y hueso, y el paso de una economía y sociedad primitiva, recolectora cazadora, a una sociedad incipientemente agrícola ganadera, que practica el trueque como medio de intercambio.

**Método.** Literalmente significa “camino que se recorre”, es decir, significa ordenar los acontecimientos o conocimientos para alcanzar un objetivo. Se puede definir, en su sentido más general, como la manera o “camino” para alcanzar un objetivo, o bien como determinado procedimiento para ordenar una actividad, o filosóficamente, como medio de conocimiento, como la manera de reproducir en el pensar el objeto que se estudia. Modelo. Paradigma.

**Método de investigación. método científico o modelo de investigación.** Procedimiento que indica el camino, ruta o recurso metodológico de conocimiento, análisis, interpretación o explicación de la realidad. “Camino” a seguir mediante una serie de operaciones, reglas o procedimientos de antemano de manera voluntaria y reflexiva, para alcanzar undeterminado fin que puede ser material o conceptual (a nivel de teoría). Sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o, en otras palabras, para comprobar o desaprobar hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos, desconocidos hasta el momento. El método de investigación o científico es un rasgo característico de la ciencia, pura o

aplicada, pero no es infalible ni autosuficiente; al contrario, es falible y se puede perfeccionar mediante la estimación de los resultados a los que se llega por medio del análisis directo, y no es autosuficiente porque no puede operar en un vacío de conocimientos, sino que requiere de conocimientos previos para luego reajustarse y elaborarse.

**Minifundio.** Parcela o propiedad sobre la tierra de reducida extensión, con una explotación rústica, extensiva, de bajos rendimientos, generalmente dedicada al autoconsumo. En México se refiere a la propiedad sobre la tierra que no excede de tres o cuatro hectáreas.

**Modelo.** Reproducción de un objeto o fenómeno de la realidad, con fines de estudio y/o experimentación. Paradigma o figura paradigmática que debe ser imitada. Método. Paradigma.

**Monocultivo.** Sistema de producción agrícola donde se trabaja un terreno, lugar o región con un solo cultivo, para obtener un solo producto.

**Monopolio.** Se refiere al dominio en el mercado de un solo vendedor (una empresa o conjunto de empresas) que domina o controla la oferta o venta de un producto o mercancía, que no tiene sustitutos próximos. El monopolio o monopolista tiene la facilidad de fijar e imponer los precios de dicho producto o mercancía, a los cuales los consumidores se ven obligados a comprar.

**Monopsodio o monopsonio.** Se refiere a la estructura de mercado donde sólo existe un solo comprador (una o más empresas), que controla la compra o demanda de un producto o mercancía, con la capacidad de fijar los precios, a los que los vendedores se ven obligados a vender

**Mutualismo.** Asociación de individuos u organismos de diferentes especies, destinados a formar sociedades de ayuda mutua, donde ambas resultan beneficiadas, y sin cuya asociación resulta difícil o nulo su éxito.

## N

**Naturaleza.** Concepto que tiene pluralidad o diversidad de significados, en función del área del conocimiento de que se trate. Esencia y propiedad característica de cada ser. conjunto, orden, disposición, características y propiedades de todos los objetos, fenómenos, o entidades que componen el universo como son las especies, géneros, clima, etc. Generalmente, la naturaleza (en oposición a lo social y cultural) que nos rodea lo dividimos en el mundo de los seres vivos, representado por una variedad enorme de especies, animales y vegetales y otros seres vivos; y el mundo inanimado o inorgánico, como el clima, rocas, agua, entre otros.

**Neguentropía.** Explicado por la segunda ley de la Termodinámica, el término es en sí una medida de orden, es decir, que refleja la capacidad de los organismos (sistemas abiertos, organismos vivos) de mantener un alto nivel de orden y organización, que les permite permanecer activos o vivos. La organización del sistema representa al proceso que lucha o se opone a la entropía, y la energía gastada en mantener el sistema organizado es la entropía negativa o neguentropía.

**Neoliberalismo.** Corriente del pensamiento político-económico que propone la implementación de las doctrinas liberales del sistema capitalista, como la libertad de empresa, el libre comercio o apertura comercial entre países, la reducción de la participación del estado (del gobierno propiamente dicho) en el sector y la inversión pública, la liberación de los precios, etc. Generalmente liderado por los grandes monopolios, oligopolios, monopsonios y oligopsonios o, en otras palabras, las empresas transnacionales.

En el sistema político actual, significa un proceso de afianzamiento de la política de derecha, en favor de unos cuantos y en detrimento de la enorme mayoría de la población mundial. Se relaciona estrechamente con la globalización económica y política.

**Neolítico.** Etapa o periodo de desarrollo cultural de la prehistoria que significa “piedra pulimentada”, que se inicia entre 10 000 y 12 000 años antes de nuestra era, que sustituye la época paleolítica. Se caracteriza por el inicio de la agricultura y ganadería: el hombre de entonces, mediante la cría de animales reemplazó la caza y con la agricultura, los productos alimenticios vegetales que recolectaba. Esto constituye el origen y ascenso de nuestra civilización. Esta etapa empieza su fin con la aparición de la edad de los metales.

**Neotropical.** Territorio fitogeográfico o biogeográfico de América que comprende desde el Trópico de Cáncer hasta el extremo sur del continente.

**Nivel trófico.** Se refiere a todos los organismos que se ubican en el mismo nivel de transferencia de energía, más allá de la fuente energética original (como la luz solar, por ejemplo) que ingresa a un ecosistema. Así, todos los productores pertenecen al primer nivel, y todos los herbívoros al segundo trófico de una cadena o red alimentaria.

## O

**Oligopolio.** Forma de mercado o estructura de mercado caracterizada por la presencia de un pequeño número de oferentes o vendedores, que controlan la venta de un producto, en común acuerdo, con la capacidad de fijar el precio de la mercancía, a los cuales los consumidores de ven obligados a comprar. Normalmente dominado por grandes empresas transnacionales.

**Oligopsodio u oligopsonio.** Forma de mercado o estructura de mercado donde predomina un pequeño número de demandantes o compradores de una mercancía, con la capacidad de fijar el precio, a los cuales los vendedores se ven obligados a vender.

## P

**Paleolítico.** Etapa de desarrollo cultural que se caracteriza por el uso de piedra rústica, sin pulimentar, que va de 2 300 000 años antes del presente, hasta 12 000-10 000 años antes del presente. De acuerdo a la perfección de los restos de utensilios, herramientas y artefactos encontrados, comprende cuatro periodos: el Paleolítico arcaico (2 300 000- 400 000 años antes del presente), el Paleolítico inferior (1 300 000-100 000 años antes del presente), Paleolítico medio (100 000- 35 000 a. C.) y el Paleolítico superior (35 000-10 000 a.C.).

**Pastizal o pastizales.** Este bioma o ecosistema se refiere a la vegetación con predominancia de pastizales (gramíneas o poaceas), que pueden tener diferentes alturas y formas de crecimiento. Los pastizales naturales se desarrollan donde la precipitación anual es intermedia entre el desierto y la del bosque; en las zonas templadas es, la precipitación generalmente va de 250 a 600 mm, y en las zonas tropicales desde los 1200 mm.

**Percolación.** Movimiento o flujo del agua del suelo, en solución coloidal, de manera vertical descendente, es decir, hacia la profundidad, que arrastra o lava los nutrientes y otros minerales del suelo, situándolos fuera del alcance de las raíces. Se puede usar como sinónimo de lixiviación.

**Planta calcícola o calcífuga.** Planta que está adaptada a vivir en suelos con alto contenido de calcio, contenida en rocas cálcicas o calcitas.

**Planta halófito o halófila.** Planta que está adaptada a vivir en un ambiente salino, acuático o terrestre.

**Planta termófila.** Planta que está adaptada a vivir en climas calientes o extremos, como en los desiertos, con temperaturas superiores a los 45 grados centígrados.

**Policultivo.** Sistema de producción agrícola donde, en un mismo terreno o parcela, lugar o región, se establecen o cultivan simultáneamente diferentes cultivos, con diferentes ciclos vegetativos y productivos, obteniendo una producción diversificada.

**Prehistoria.** Ciencia que estudia la evolución de la especie humana desde su aparición sobre la tierra hasta la aparición de los primeros documentos escritos (que posteriormente dan origen a la escritura). Para su estudio, la prehistoria se divide en la edad de piedra (paleolítico, mesolítico y neolítico) y la edad de los metales (edad del bronce y del hierro).

**Producción.** Proceso social mediante el cual (en un proceso productivo) las materias primas u objetos del trabajo se transforman en objetos útiles para el consumo inmediato o mediato para la sociedad humana; comprende un conjunto de transformaciones que tienen por objeto aumentar el grado de utilidad que posee un bien o mercancía; este incremento en la utilidad de los bienes puede consistir en su producción misma, en su distribución, en su circulación y/o en su consumo, fases comunes del proceso productivo. Todo el proceso productivo tiene su origen en los medios de producción: los objetos del trabajo o factores primarios (materias primas) que, junto con los medios del trabajo, el capital y el trabajo humano, acaban en los bienes de consumo. La producción tiene un sentido doble: es producción material (alimentos, herramientas, computadoras, tecnologías, etc.) y producción no material (arte, pintura, conocimiento teórico y científico, moral, etc.), dos esferas de la actividad humana.

**Productividad.** Rendimiento físico en un proceso productivo industrial, agroindustrial, de un cultivo o actividad ganadera, que significa que, con una misma combinación de la cantidad total de factores o medios de producción, se puede obtener mayor cantidad de producto o bienes, o que, las mismas necesidades pueden ser satisfechas con el menor uso de esos medios o factores de producción. La productividad expresa relaciones entre medios de producción, tiempo y espacio, conocimiento (trabajo calificado), tecnologías determinadas, entre otros elementos.

## R

**Rentabilidad.** Capacidad económica o de inversión para producir beneficios, ganancia o renta.

## S

**Sabana.** Formación vegetal o llanura extensa, donde predominan plantas herbáceas (pastos), sin vegetación arbórea o frecuentemente acompañado de árboles espaciados, que son propias de zonas tropicales en cuyo clima hay una estación seca.

**Septentrional.** Que se encuentra ubicado al norte.

**Simbiosis.** Interdependencia o ayuda mutua. Asociación biológica, temporal o permanente, entre dos especies distintas, con beneficio mutuo de los participantes, que puede surgir incluso a partir de una relación de parasitismo primitivo. La simbiosis puede establecerse entre vegetales, animales, vegetales y animales, bacterias, etc.

**Sociedad de la información o del conocimiento.** Paradigma tecnológico que se empieza a construir en la década de los 80 del siglo XX, que

significa la transición de nuestra cultura material, social y económica, es decir, en cambios en los procesos tecnológicos y económicos industriales modernos a una sociedad apoyada en conocimientos y en tecnologías de la información y comunicación, y donde el conocimiento es la principal fuente de productividad, junto con el procesamiento de la información y comunicación de símbolos, articulando reglas y estilos organizacionales que despersonalizan los procesos económicos, sociales, institucionales, académicos, etc. El término de sociedad del conocimiento, desde la perspectiva del futuro, hace referencia a la importancia que está adquiriendo y la que se prevé tendrá el conocimiento, la información y comunicación, y la tecnología en la organización de las economías y las sociedades en el presente siglo.

**Sociosistema o socioecosistema.** Término que se usa en analogía con el concepto de ecosistema, que hace referencia al conjunto de personas, instituciones, empresas, organizaciones, etc., que cohabitan o comparten un espacio y tiempo específicos, que interaccionan entre sí y con el ambiente donde viven, con las mismas implicaciones de un ecosistema. Se conoce el delicado equilibrio de los ecosistemas: la introducción o supresión de una nueva especie vegetal o animal puede provocar inestabilidades e incluso catástrofes y desaparición de otras; de modo semejante, las tecnologías, entendidas como prácticas sociales que involucran formas de organización social, empleo de artefactos, gestión de recursos, están integradas en sociosistemas, dentro de los cuales establecen vínculos e interdependencias con diversos componentes de los mismos. En consecuencia, los procesos de difusión tecnológica, pueden generar alteraciones en los sociosistemas, semejantes a lo que ocurren en los ecosistemas cuando alteramos el equilibrio que los caracteriza.

**Sostenibilidad o sustentabilidad.** Existencia continua en el tiempo de cualquier sistema dado, lo que permite la evolución de ese sistema. También se puede definir en términos de producción (agropecuaria), como la capacidad de un agroecosistema de mantenerse en el tiempo sin degradar el ambiente, sin perder su viabilidad económica y con equidad social. Así, dado las múltiples áreas del conocimiento, se puede hablar de sustentabilidad ambiental, sustentabilidad del desarrollo o desarrollo sustentable, entre otras interpretaciones.

**Sotavento.** Lado contrario al expuesto a la dirección del viento.

## T

**Teleología.** Doctrina que afirma la existencia de causas finales determinantes que explican los fenómenos naturales, o al menos los propios de los seres vivos. Es opuesta al mecanicismo.

**Temperatura.** Generalmente entendida como el nivel térmico de un cuerpo o sustancia. Se refiere a la dinámica o movimiento de las partículas de un cuerpo o sustancia, que provoca fenómenos de dilatación, contracción, etc., para lo cual existen diferentes escalas de medición, como la centígrada o Celsius, la Fahrenheit, entre otras, cada una con sus propias especificaciones.

**Terófito.** Se refiere a las plantas anuales, cuyo comportamiento etológico permite que pasen o cumplan todo su ciclo vegetativo durante la época favorable, y en la época desfavorable o adversa lo pasen en estado de reposo embrional o semilla.

## U

**Utopía.** En sus primeras definiciones, significa “lugar que no existe”, inexistente, irreal”. Recientemente se ha redescubierto el valor y las posibilidades reales del pensamiento utópico, dejando de ser sinónimo de fábula o quimera, para ser recuperado en su sentido auténtico de modo específico de conocer la realidad, a través de la proyección ideal de la misma, pasando a ser un pensamiento utópico posible, positivo, sobre todo en el desarrollo socioeconómico y político de la sociedad humana.

## V

**Vegetación.** Conjunto de plantas que ocupan o habitan un lugar o área determinada, cuya composición depende de factores geográficos y ecológicos, que ayudan a caracterizar los distintos ambientes de la tierra en una serie de zonas vegetativas, como bosques, sabanas, etc., y que tienen relación con el clima, influyendo también en él.

Agricultura y sociedad

Un análisis de las relaciones entre Naturaleza y Sociedad a través de la Agricultura

**BIBLIOGRAFÍA,  
HEMEROGRAFÍA Y PÁGINAS  
WEB CONSULTADAS**



## BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ciencias, URSS, (1977): *Fundamentos de Filosofía Marxista Leninista: Materialismo Histórico*, 1ª. Edic. en español. Moscú, Edit. Progreso.
- Acevedo A., J., (2013): “La Cultura de la Violencia. Un Desafío para el Diseño de Políticas Compensatorias”. En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp 513-532.
- Aguilar, A.G. y Graizbord, B., (2001). “La Distribución Espacial de la Población. Concentración y Dispersión”. En: Gómez de L., J. y Rabell R. (Coords.), *La Población de México. Tendencias y Perspectivas Sociodemográficas hacia el Siglo XXI*, 1ª Edic., México, CONAPO-Fondo de Cultura Económica, pp 553-604.
- Alemán S., T., *et al*, 2007. “Ganadería Extensiva en Regiones Tropicales: el Caso de Chiapas”. En: Alemán S., T., *et al* (Edits.), *Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una Visión para Chiapas*, 1ª Edic., Chiapas, México, Fundación PRODUCE, Chiapas, A.C.-ECOSUR, pp 19-40.
- Almaguer V., G., *et al*, 2010. “Introducción”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. IV, Ciencia e Innovación Tecnológica Agropecuaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UCAH, 9-24.
- Almaguer V., G., *et al*, 2010. “Prospectivas de la Agricultura Mexicana en el Contexto de la Ciencia, Tecnología e Innovación”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. IV, Ciencia e Innovación Tecnológica Agropecuaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, 317-336.
- Alonso G., J. L., 1995a. *La Tecnología, los Factores de Producción y la Productividad*, Bogotá, Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).

- Alonso G., J. L., 1995b. *Los Criterios de Política y su Relevancia para la Investigación y la Transferencia de Tecnología*, Bogotá, Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Altieri, M. A., 1999. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*, Montevideo, Uruguay, Edit. NORGAN-COMUNIDAD.
- Álvarez B., D.; Berges S., J.M.; Lozano M., J.; y Vilar P., J.M., S/F. *Rutas de la Trashumancia por la Sierra de Albarracín*, España, Edit. Centro de Estudios de la Comunidad de Albarracín (CECAL).
- Anda, G. C., 1985. *Introducción a las Ciencias Sociales*, México, Limusa-Noriega Editores.
- Ander-Egg, E., 1995. *Técnicas de Investigación Social*, 24ª Edic., Argentina, Edit. Lumen.
- Appendini, K., 1995. “La Transformación de la vida Económica del Campo Mexicano”. En: Jean-Francois, P. (Coord.), *El Impacto Social de las Políticas de Ajuste en el Campo Mexicano*, México, Edit Plaza y Valdés, pp 31-104.
- Arbiza A., S. I., 1977. *Distintos Sistemas de Producción Animal, Apuntes para el curso de Agroecosistemas, en la carrera de Ing. Agrónomo en Agroecología*, México, Facultad de Ciencias Agroecológicas, UNAM.
- Ardila, J., 2010. *Extensión Rural para el Desarrollo de la Agricultura y la Soberanía Alimentaria: Aspectos Conceptuales, Situaciones y una Visión de Futuro*, San José, Costa Rica, IICA.
- ASMIFAP, A. C., 2000. “Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)”. En Mata G., B. y Sepúlveda, I. (Coords.), *Estrategias de Transferencia de Tecnología*, México, UACH-IICA, pp 153-180.
- ACASOC, 2003. *Aportes a la Agroecología Colombiana: pensamientos y Experiencias*, Santiago de Cali-Valle del Cauca, Colombia, 1ª Edic., Edit. Litocenco Ltda.

- Banco Mundial (BM), 2003. *Desarrollo Sostenible en un Mundo Dinámico. Transformaciones de Instituciones, Crecimiento y Calidad de vida. Informe sobre el Desarrollo Mundial*, Bogotá, Colombia, Edits. BM-Mundiprensa- Alfaomega.
- Barrios P., G., *et al*, 2010. “Impacto del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en el Sector Rural de México”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. II, Agroindustria, Comercio y Mercados*, 1ª, Edo. de México, México, 1ª Edic., UACH, pp 89-128.
- Bartra, R., 2014. *La Sombra del Futuro. Reflexiones sobre la Transición Mexicana*, 1ª. Reimpresión, México, Edit. Centzontle-FCE.
- Bassols B., A., 1991. *Recursos Naturales de México. Teoría, conocimiento y uso*, 21ª Edic., México, Edit. Nuestro Tiempo.
- Becerra M., A., 2010. “Los Recursos Naturales de México”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810- 2010, Vol. I, Recursos Naturales y Sociedad Sustentable*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 61-92.
- Bentley, J. W. y Baker, P. S., 2006. “Comprendiendo y Obteniendo lo Máximo del Conocimiento Local de los Agricultores”. En: Gonsalves, J. et al (Edits.), *Investigación y Desarrollo Participativo para la Agricultura y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales: Comprendiendo Investigación y Desarrollo Participativo*, Vol. I, Bogotá, Colombia, Edit. CIP- UPWARD/IDRC, pp 48-59.
- Bessette, G., 2006. “Comunicación Participativa para el Desarrollo: Reforzando la Investigación Participativa y el Proceso de Acción en el MRN”. En: Fernández, S. F. (Coord.), *Soberanía Alimentaria. Objetivo Político de la Cooperación al desarrollo en Zonas Rurales*, México-España, Edits, ACSUR-LAS SEGOVIAS, Icaria, S. A., Barcelona, España-Juventud, S. A. de C. V., México, pp 92-100.

- Bolfoni, D., S/F. *Comunicación y Transferencia de Tecnologías en el Ámbito del DLA en Paraguay*, Paraguay, Ministerio de Agricultura y Ganadería, de Paraguay.
- Borlaug, N.E., et al, 1997. "Agricultura y Alimentación". En Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 291-318.
- Bonfil B, G., 1989. *México Profundo. Una Civilización Negada*, 2ª. Edic., México, Edit Grijalbo.
- Bremer B., M. H. y Cano C., G., 1997. El Universo y la Tierra: Orígenes y Estructura. En: Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, Edit. International Thomson Editores, México.
- Bremer B., M.H. y Enkerlin H., E.C., 1997. "Minerales, Energéticos y Fuentes Alternas de Energía". En: Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, 3-22.
- Brom, J., 1973. *Esbozo de Historia Universal*, 1ª. Edic., México, Edit. Grijalbo. Brom, J., 1981. *Para comprender la Historia*, 36ª. Edic., México, Edit. Nuestro Tiempo.
- Bunge, M., 1978. *La Ciencia, su Método y su Filosofía*, Buenos Aires, Argentina, Edics. Siglo Veinte.
- Calva, J. L., 1993. *La disputa por la Tierra. La Reforma del Artículo 27 y la Nueva Ley Agraria*, 1ª. Edic., México, Distribuciones Fontamara.
- Campillo, A., S/F. *Nómadas Cosmopolitas, Fronteras y Límites*, México, Cuadernos del Ateneo.
- Cano C., G., 1997. "La Vida: Caracterización y Orígenes". En Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 23-38.

- Cano C., G., 1997. “Sociedad Agrícola y Sociedad Industrial. Concepto de Progreso”. En Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 81-95.
- Cano C., G., y Enkerlin, E. C., 1997. “La Evolución Humana hasta el Principio de la Civilización”. En Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 63-80.
- Cano S., L. y De la Cruz L., P.I., 2013. “Pobreza y Horizonte de la Política Social”. En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp 217-228.
- Castaldo, A.O., 2003. *Caracterización de los Sistemas de Producción Bovina (de invernada o engorde) en el Nordeste de la Provincia de la Pampa, Argentina. Modelo de Gestión*, Argentina, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Castaños C., M., 1997. “La formación de Profesionales para el Desarrollo Rural en México”. En: Martínez S. (Comp.), *Extensión Agrícola en América Latina*, México, Edo. De México, México, Col de post-graduados.
- CEPAL, 1987. *Agricultura Campesina*, México, Edit. Siglo XXI.
- COMISIÓN EUROPEA-UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS, 2011. *Sistemas de Producción Animal I*, 1ª Edic., Colombia, Edits. Espacio Gráfico Comunicaciones, S.A., Comisión Europea, Univ. de Nicaragua, Univ. Autónoma de Hgo., México, Universidad de Valladolid, Universidad de Caldas, Caldas, Colombia.
- CONAPO, 2018. *Informe de la CONAPO 2010, 2012, 2017-2018*, México, Gob. de la República de México.

- CONEVAL, 2018. *Informe del CONEVAL 2016 y 2018*, México, Gob. de la República de México.
- Cuanalo de la C., H. y Ponce H., R., 1981. *Agroóbitat y Agroecosistema. Análisis de los Agroecosistemas de México*, II Seminario, Edo. de México, México, Colegio De Postgraduados-Colegio de Edafología.
- Cubero S., J. I., 2018. *Historia general de la Agricultura: de los Pueblos Nómadas a la Biotecnología*, 1ª Edic., España, Edit. Guadalmezán-Divulgación Científica.
- Cuevas S., J. A., 1988. *Recursos Fitogenéticos: Bases Conceptuales para su Estudio y Conservación*, Edo. de México, México, UACH.
- Cuevas S., J. y Sandoval G., J., 2003. *Etnobotánica. Lecturas del programa de Etnobotánica, con sus respectivos resúmenes*, Edo. de México, México. Dpto. de Fitotecnia, UACH.
- Chávez G., A.M., 2013. “Los Rostros de la Migración, ¿Qué pasa con los Migrantes en México?, ¿Quiénes son?, ¿A dónde van y de dónde vienen?” En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp105-118.
- De Alba, F. C., 1997. “Una Visión de Desarrollo Sostenible”. En Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 583-606.
- De Souza S., J. y Victorino R., L., 2010. “Propuesta de Enfoque y Ejes Analíticos que Adopta el Estudio”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. ( Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. III, Educación Agrícola y Vinculación Universitaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 19-54.
- Del Valle, M. del C. y Solleiro, J. L., 1996. “La Innovación Tecnológica en la Agricultura y el Desarrollo Económico de México”. En: Del Valle, M. del C. y Solleiro, J. L. (Coords.), *El Cambio Tecnológico en la Agricultura y las Agroindustrias en México*, México, Edits. Siglo XXI-Inst. de Invs. Econs. De la UNAM, pp 15-28.

- Delgado M., J. y Carvalho, F., 2014. “Sistema de Financiamiento Integral. Financiamiento para el Desarrollo Rural”. En: Torres S., G. y Morales I., M., *El AGRO y las Áreas Rurales en el México del Siglo XXI*, México, UNAM, pp 57-80.
- Díaz B., J., 1985. “La Transferencia de tecnología y la Teoría General de los sistemas”. En: Marzocca, A. (Edit.), *En Busca de Tecnología para el Pequeño Productor*, 1ª reimpresión, San José, Costa Rica, IICA, pp 233- 279.
- Didriksson, A., 2005. *La Universidad de la Innovación. Una estrategia de transformación para la construcción de universidades del futuro*, 2ª Edic., México, Edits. CESU-Plaza y Valdés-UNAM.
- Dos Santos, T., 1980. *Imperialismo y Dependencia*, 2ª. Edic., México, Edit. Era. Durand, L. y Neyra, L., 2010. “La Diversidad Biológica de México: Ecosistemas, Especies y Genes”. En: Toledo, V . M . (Coord.), *La Biodiversidad de México. Inventarios, Manejos, Usos, Informática, Conservación e Importancia Cultural*, 1ª Edic., México, FCE, pp 12-36.
- Enkerlin C., E. *et al*, 1997. “El Desarrollo Sostenible ¿Un Nuevo Paradigma?” En: Enkerlin, E. C.; Cano, G.; Garza, R. A. y Vogel, E., 1997. *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, México, International Thomson Editores, pp 499- 526.
- Enríquez V., A., 2008. “Desarrollo Local, Hacia nuevas Rutas de Desarrollo”. En: Abardía, A. y Morales, C. (Coords.), *Desarrollo Regional. Reflexiones para la Gestión de los Territorios*, 1ª. Edic., México, Edit. Alternativas y Capacidades, A. C., pp 11-36
- Escamilla *et al*, 2014. “Pobreza Rural en México. Perspectivas de Política Pública”. En: Torres S., G. y Morales I., M., *El AGRO y las Áreas Rurales en el México del Siglo XXI*, México, UNAM, pp 81-108.

- Espadas A., U., *et al*, 2004. *Estructura Socioeconómica de México*, 2ª. Edic. México, Cia. Edit. Nueva Imagen, S.A. de C.V.
- Evenson, *et al.*, 1990. *Ventajas y Obstáculos para el Desarrollo de una Tecnología Agrícola Apropiada. Desarrollo Agrícola en el Tercer Mundo*, México, FCE.
- Fajber, E., 2006. “Investigación y Desarrollo Participativo en el Manejo de recursos Naturales: Hacia la Equidad Social y de Género”. En: Fernández S., F. (Coord.), *Soberanía Alimentaria. Objetivo Político de la Cooperación al Desarrollo en Zonas Rurales*, ACSUR-LAS SEGOVIAS, México-España, Edit. Icarías, S.A., Barcelona, España-Juventud, S.A., de C.V., México, pp 39-47.
- Fernández, S. F., 2006. “¿Qué Tecnología para la Soberanía Alimentaria? Recuperando la Biodiversidad”. En: Fernández, S. F. (Coord.), *Soberanía Alimentaria. Objetivo Político de la Cooperación al desarrollo en Zonas Rurales*, ACSUR- LAS SEGOVIAS, México-España, Edits. Icaria, S. A., Barcelona, España-Juventud, S. A. de C. V., México, pp 101- 132.
- Flanery, K.V., 1985. “Los orígenes de la Agricultura en México: las Teorías y Evidencias”. En: Rojas R., T. y Sanders, W. T., (Edits.), *Historia de la Agricultura. Época Prehispánica, siglo XVI*, 1ª Edic., México, INAH, pp 237- 266.
- Flores V., J.J., 2003. “Teorías de la Innovación: De Schumpeter a los sistemas de Innovación Tecnológica”. En: *Un Debate Abierto. Escuelas y Corrientes sobre la Tecnología*, 1ª. Edic. en español, Edo. De México, México, UACH-CIESTAAM, 43-76.
- Freire, P., 1996. *¿Extensión o Comunicación? La Concientización en el Medio Rural*, 18ª Edic., México, Edit. Siglo XXI.

- Galindo O., M.A. y Sainz A., J.G., 2014. “El Agro Mexicano en el Siglo XXI”. En: Torres S., G. y Morales I., M., *El AGRO y las Áreas Rurales en el México del Siglo XXI*, México, UNAM, pp 19-36.
- García, R. I., 2002. “El Plan Puebla-Panamá. Sustentabilidad Regional vs Demagogia Institucional”. En: Sámano R., M. A. y Mata G., B. (Coords.), *Vigencia y Perspectivas de las Sociedades Rurales en México*, Edo. de México, México, UACH, pp 29-38.
- Geilfus, F., 2001. *80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación*, México, IICA-INCA RURAL- SAGARPA.
- Giraldo, O.F., 2018. *Ecología Política de la Agricultura. Agroecología y postdesarrollo*, 1ª. Edic., San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. El Colegio de la Frontera Sur.
- Gliessman, S. R., 2002. *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*, Turrialba, Costa rica, Edit. LITOCAT-CATIE.
- Gómez G., G., 2000. “Los Beneficiarios en la Transferencia de Tecnología. El Papel de las Organizaciones Campesinas y Sociales”. En: Mata G., B. y Sepúlveda G., I. (Coords.). *Estrategias de Transferencia Tecnológica Agrícola*, México, IICA-UACH, pp 111-126.
- Gómez G., G. et al, 2010. “Soberanía Alimentaria en México”. En Mata G., B. y García M., M. del R., *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural, 1810-2010, Vol. V, Sociedad Rural y Soberanía Alimentaria*, 1ª. Edic., Edo. De México, México, UACH, pp 169-204.
- Gómez de L., J. y Rabell R., C., 2001. *La Población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI*, 1ª. Edic., México, FCE.
- Gomezjara, F. A., 1992. *Sociología*, 23ª. Edic., México, Edit. Porrúa.
- González S., M. V., 2016. *Agroecología. Saberes Campesinos y Agricultura como forma de Vida*, 1ª. Reimpresión, Edo. De México, México, UACH.

- González S., M.V. y Fernández R., D.S., 2010. “Recursos Naturales, Crisis Energética y Agroecología”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010: Recursos Naturales y Sociedad Sustentable*, Vol. I, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 255-270.
- Granados S., D. y López R., G. F., 1996. *Agroecología*, 1ª. Edic., Estado de México, México, UACH.
- Granados S., D. y Vázquez A., A., 2010. “Los Recursos Naturales: Dinámica de las Formas de Relación Sociedad-Naturaleza”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810- 2010, Vol. I, Recursos Naturales y Sociedad Sustentable*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 31-60.
- Guillaumin, T.A., 1995. *Planificación Regional VS Regiones*, México, Instituto de Estudios Superiores, Económicos y Sociales, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Guillen P., L.A., 2000. “Transferencia de Tecnología Agrícola como Proceso Educativo. Caso: El Proyecto de Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Producción Hortícola del Valle de Quibor, Estado Lara, Venezuela”. En: Mata G., B. y Sepúlveda G., I. (Coords.), *Estrategias de Transferencia de Tecnología*, Edo. de México, México, IICA-UACH, pp 93-110
- Guzmán C., S., 1998. *La Transferencia del Distrito de Riego No. 101 Cuxtepeques: Problemática y Viabilidad de un Proceso de Desarrollo Rural*, Tesis de Maestría en Desarrollo Rural Regional, Dirección General de Centros Regionales, Edo. de México, México, UACH.
- Guzmán C., S., 2011. *Extensionismo y Desarrollo Rural, Apuntes de la Materia “Extensionismo y Desarrollo Rural*, Chiapas, México, Fac. de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Huehuetán, UNACH, Edo. de Chiapas, México.

- Harnecker, M., 1986. *¿Qué es? La Sociedad*, Colección La Cultura del Pueblo, Educación Popular, México, Edit. Nuestro Tiempo.
- Hernández L., G., *et al*, 2013. “Medición de la Pobreza en México. Pobreza y Desigualdad Social”. En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp 249-274.
- Hernández X., E., 1981. “El Agroecosistema, Concepto Central en el Análisis de la Enseñanza, la Investigación y la Educación Agrícola en México”. En: Hernández X., E. (Edit. y Coord.), *Agroecosistemas de México. Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*, 2ª Edic., Edo. de México, México, Col. de Postgraduados, pp XV-XX.
- Hernández X., E. 1986. *Biología Agrícola. Los Conocimientos Biológicos y su aplicación a la Agricultura*, 2ª impresión, México, Edits. Consejo Nal. para la Enseñanza de la Biología-Compañía Editorial Continental.
- Huffman S., D.P., 2010. “Una Cierta Mirada a la Educación Agrícola Superior y la Reestructuración Curricular a corto, mediano y largo plaza”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810- 2010, Vol. III, Educación Agrícola y Vinculación Universitaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 269-298.
- IICA, 1992. *Tecnología y Sostenibilidad de la Agricultura en América Latina: Desarrollo de un Marco Conceptual, Programa de Generación y Transferencia de Tecnología*, San José, Costa Rica.
- INEGI, 2010. *Informe anual del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, México, Gob. de la República de México.
- INEGI, 2015. *Informe anual del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, México, Gob. de la República de México.

- Jiménez S., L., 1999. “Conceptos de Sostenibilidad y Sostenibilidad Agrícola”. En: De la I. de Bauer, M. de L, *Sostenibilidad Agrícola: Conceptualización y Perspectivas*, Edo.de México, México, Colegio De Postgraduados- SOMAS, pp 27-46.
- Jiménez O., R.A., et al, 2013. “Violencia Social, Seguridad Pública y Miedo Social”. En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp 137-152.
- Joansen B., O., 2001. *Introducción a la Teoría General de Sistemas*, 19ª. Impresión, México, Edit. Limusa
- Kedrov, B. y Spirkin, A., 1998. *Que es la Ciencia*, 1ª. Reimpresión, México, Ediciones Quinto Sol.
- Lazcano A., A., 2004. *El universo de la vida. El origen de la vida: evolución química y evolución biológica*, 13ª. Reimpresión, México, Edit. Trillas.
- Lawrence D., S., 2002. *Reforma y Descentralización de Servicios Agrícolas: un Marco de Políticas*, Roma, Italia, FAO.
- Leff, E., 2004. *Racionalidad Ambiental: la Reapropiación Social de la Naturaleza*, 1ª. Edic., México, Edit. Siglo XXI.
- Lorenzo B., J.L., 1981. “Agroecosistemas Prehistóricos”. En: Hernández X., E. (Edit. y Coord.), *Agroecosistemas de México. Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*, 2ª Edic., Edo. de México, México. Col. de Postgraduados, pp 1-20.
- McCaa, R., 2001. “El Poblamiento de México: de sus Orígenes a la Revolución”. En: Gómez de L., J. y Rabell R. (Coords.), *La Población de México. Tendencias y Perspectivas Sociodemográficas hacia el Siglo XXI*, 1ª Edic., México, CONAPO- Fondo de Cultura Económica, pp 33-80.

- Márquez B., S. R. y Almaguer V. G., 2010. “Ciencia, Tecnología e Innovación en los Cultivos básicos de México: Historia, Situación Actual y Perspectivas”. En: Mata G., B. (Coord.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural, Vol. IV, Ciencia e Innovación Tecnológica Agropecuaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 25-68
- Márquez S., F., 1981. “Clasificación Tecnológica de los Sistemas de Producción Agrícola (Agrosistemas) según los ejes Espacio y Tiempo”. En: Hernández X., E. (Edit. y Coord.), *Agroecosistemas de México. Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*, 2ª Edic., Edo. de México, México. Col. de Postgraduados, pp 255-275.
- Márquez S, F., 1992. *Genotecnía Vegetal*, Tomo I, 1ª Reimpresión, México, A.G.T. Edits.
- Marroquín M., J., 2002. *Caracterización de los Sistemas de producción Agrícolas Ejidales en el Mpio. De Huehuetán, Chiapas*, Tesis de Licenciatura de Ing. Agrónomo Tropical, Chiapas, México, Fac. de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Huehuetán, UNACH, Edo. de Chiapas, México.
- Martínez S., T., Trujillo A., J. y Bejarano G., 1994. *Agricultura Campesina*, Edo. de México, México, Col.de Postgraduados.
- Marx, C., 1989. *Obras Escogidas*, México, FCE.
- Mata G., B., 1994. “Agricultura Campesina y Autogestión”. En: Martínez S., et al (Comps.), *Agricultura Campesina*, Edo. de México, México, Col. De Postgraduados.
- Mata G., B., 2010. “Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010”. En: *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. I, Recursos Naturales y Sociedad Sustentable*, 1ª Edic., Edo. De México, México, UACH, pp 11-24.

- Mata G., B., 2000. “Transferencia de Tecnología y Desarrollo Rural”. En: Mata G., B. y Sepúlveda G., I. (Coords.), *Estrategias de Transferencia de Tecnología*, México, UACH-IICA, pp 71-92.
- Mata G., B. y López G., E., 2001. “México: Contexto Actual y una Visión de Futuro”. En: Mata G., B. y Villanueva V., C. (Coords.), *México Rural: Políticas para su Reconstrucción*, Edo. De México, México, UACH, pp 11-40.
- Mena M., S. y Ramírez M., M., 2014. *Panorama de la Agricultura en México*, 1ª. Edic., Jalisco, México, Edit. Universitaria, Universidad de Guadalajara.
- Méndez M., S., 2002. *Fundamentos de Economía*, 3ª. Edic., México, McGraw-Hill.
- Mérigo O., E., 2014. “La Visión del Sector Empresarial de las Tendencias y Retos del Agro en el Siglo XXI”. En: Torres S., G. y Morales I., M., *El AGRO y las Áreas Rurales en el México del Siglo XXI*, México, UNAM, pp 37-56.
- Molina, G.E., 1994. “Problemas de Salud por el Uso Inadecuado de Plaguicidas. ¿Estamos Haciendo lo Correcto?” En: Martínez S., T., et al (Comps.), *Agricultura Campesina*, Edo. de México, México, Col. de Postgraduados, pp 181-194.
- Mora L., M.I., 2013. *Los Caminos de la Trasmuncancia. Territorio, Persistencia y Representaciones de la Ganadería Pastoril en el Altiplano Potosino*, San Luis Potosí, México, El Colegio de San Luis, San Luis Potosí, México.
- Morales I., M., 2014. “La Revolución de la Producción Agroalimentaria en el Siglo XXI”. En: Torres S., G. y Morales I., M., *El AGRO y las Áreas Rurales en el México del Siglo XXI*, México, UNAM, pp 151-174.

- Morales S., T., 2010. “Retorno del Derecho Social Agrario al Derecho Privado”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. V, Sociedad Rural y Soberanía Alimentaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 29-64.
- Morales S., M.A. y Amaro R., M., 2019. *La Biotecnología en México. Innovación tecnológica, estrategias competitivas y contexto institucional*, Facultad de Economía, UNAM, México
- Münch, L. y Ángeles, E., 2011. *Métodos y Técnicas de Investigación*, 1ª Reimpresión, México, Edit. Trillas.
- Muñoz de M., M. A., 2012. *Biotecnología*, 2ª Edic., Universidad Nacional de Quilmes, Brasil, Edit., Bernal.
- Muñoz E., M.H., 2014. *Caracterización de los Sistemas de Producción Ganadera del Mpio. de Labranza grande, Boyacá, Colombia*, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, CEAD-JUNTA, Colombia.
- Muro B., P., 2000. “Transferencia de Tecnología y Sostenibilidad”. En: Mata G., B. y Sepúlveda G., I. (Coords.), *Estrategias de Transferencia de Tecnología*, México, UACH-IICA, pp 39-48.
- Navarro G., H., 2013. *Agricultura Orgánica y Alternativa*, 1ª. Reimpresión, Edo. de México, México. UACH.
- Núñez J., J., 1999. *La Ciencia y la Tecnología como Procesos Sociales. Lo que la Educación Científica no debería olvidar*, La Habana, Cuba, Edit. Félix Varela.
- Odum, E. P., 1987. *Ecología*, 3ª. Edic. en español, México, Nva, Edit. Interamericana.
- Oparin, A. I., 1968. *El Origen de la Vida*, 1ª. Edic. en español, México, Edit. Grijalbo.
- Ortiz G., S., 2010. “La Diversidad Genética y la Biotecnología”. En: Toledo, V.M. (Coord.), *La Biodiversidad de México. Inventarios, Manejos, Usos, Informática, Conservación e Importancia Cultural*, 1ª Edic., México, FCE, pp 308-326.

- Ortiz S., *et al*, 1994. *Introducción a la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO, versión 1998*, Cuaderno de Edafología No. 9, 1ª Edic., Edo. de México, México, Col. de Postgraduados.
- Pacheco E., A. y Cruz E., Ma. C., 2006. *Metodología Crítica de la Investigación. Lógica, Procedimientos y Técnicas*, 1ª reimpresión, México, Edit. C.E.C.S.A.
- Palerm, A. y Wolf, E., 1980. *Agricultura y Civilización en Mesoamérica*, 1ª Edic., México, Edit. SEPSETENTASDIANA.
- Pardoel, H. J., y Riesco Ch., P., 2012. *La Actividad Trashumante, Generadora de Lugar y Paisaje: una Aplicación Geográfica del Habitar*, España, BIBLID, Cuadernos Geográficos, España.
- Pérez S., A. y Altamirano C., J.R., 2009. *Microempresas y Formación de Patrimonio en los Hogares Rurales. Un Acercamiento a partir de las Agroindustrias en Tlaxcala*, México, CUESTAAM-EL COL. DE TLAXCALA- UACH.
- Pérez S., F., *et al*, 2010. “Principales Políticas Aplicadas al Sector Agropecuario durante la última Década del siglo XX y la primera del siglo XXI”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. II, Agroindustria, Comercio y Mercados*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 73-88.
- Piccini, M. y Nethol A., M., 2003. *Introducción a la Pedagogía de la Comunicación*, 3ª. Reimpresión, México, Edit. Trillas.
- Ponce, R. y Cuanalo de la C., H., 1981. “La Regionalización y el Ambiente basada en la Fisiografía y su Utilidad en la Producción Agropecuaria”. En: Hernández X., E. (Edit. y Coord.), *Agroecosistemas de México. Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*, 2ª Edic., Edo. de México, México, Col. de Postgraduados, pp 41-69.
- Portillo, A. y Sirven, G., 1998. *Tecnologías Alternativas para el Desarrollo Urbano*, Centro de Ecodesarrollo, 3ª. Edic., México, Edit. Altadero.

- Prager M., M., *et al*, 2002. *Agroecología. Una Disciplina para el Estudio y Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*, Colombia, Talleres Gráficos de Impresora Feriva, S.A., Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia.
- Ramírez, C., *et al*, 2001. “Diagnóstico Productivo del Campo Mexicano”. En: Mata G., B. y Villanueva V., C. (Coords.), *México Rural: Políticas para su Reconstrucción*, Edo. de México, México, UACH, pp 135-268.
- Ramírez M., C., 2010. “La Agricultura Mexicana en el siglo XX: del Patrón Primario Exportador a la Globalización Neoliberal”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. V, Sociedad Rural y Soberanía Alimentaria*, 1ª. Edic., Edo. De México, México, UACH, pp 207-224.
- Ramírez M., H., *et al*, 1994. *Tecnologías Apropriadas y Productividad en la Agricultura Mexicana*, Edo. de México, México, Col. De Postgraduados- IICA.
- Ramírez, R., 2000. *Aprendizaje y Comunicación Participativa para canalizar el pluralismo*, Santiago de Chile, Chile, FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Ramos P., A., 2001. “Globalización, Neoliberalismo y Transformaciones del Estado Contemporáneo”. En: Perales S., A., *et al* (Comps.), *Integración Regional y Globalización*, Edo. de México, México, Dpto. de Sociología Rural-GIECA de la UACH, pp 112-123.
- Reyes C., P., 1981. *Historia de la Agricultura. Información y Síntesis*, 1ª. Edic., México, AGT EDITOR, S. A.
- Rodríguez de la O, J. L., *et al*, 2010. “Biotecnología Agrícola”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810- 2010, Vol. IV, Educación Agrícola y Vinculación Universitaria*, 1ª. Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 177-222.

- Rodríguez V., D., *et al*, 2013. “Migración Forzada y Cambio Climático. De la Crisis a los Derechos Humanos”. En: Cano S., L. (Coord.), *Pobreza y Desigualdad Social. Retos para la Reconfiguración de la Política Social*, 1ª Edic., México, UNAM, pp 73-104.
- Rojas G., J.M., 2003. “Sobre Diversidad y Diversificación”. En: *Aportes a la Agroecología Colombiana. Pensamientos y Experiencias*, Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano, 1ª Edic., Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia, Impresiones Litocenco Ltda, pp 9-26.
- Rojas R., T., 1988. *Las Siembras de Ayer. La Agricultura Indígena del siglo XVI*, 1ª. Edic., México, Edit. SEP/CIESAS.
- Rojas R., T., 1985. “La Tecnología Agrícola Mesoamericana en el siglo XVI”. En: Rojas R., T. y Sanders, W. T., (Edits.), *Historia de la Agricultura. Época Prehispánica, siglo XVI*, 1ª Edic., México, INAH, pp 129-232.
- Rojas S., R., 2000. *El Proceso de la Investigación Científica*, 5ª Reimpresión, México, Edit. Trillas.
- Rojas S., R., 2011. *Guía para realizar Investigaciones Sociales*, 36ª Reimpresión, México, Plaza y Valdez Edits.
- Rosumblueth, A., 1984. *El Método Científico*, 11ª. Reimpresión, México, La Prensa Médica Mexicana, S.A.
- Rubio L., M. de la S., *et al*, 2013. *Sistemas de Producción y Calidad de Carne Bovina*, Folleto Téc. No. 28, México, Facultad de Vet. Y Zoot., UNAM- INIFAP.
- Ruíz L., J. y Hinojosa R., A., 2001. “Globalización, Subdesarrollo y Desarrollo Tecnocientífico”. En: Perales S., A., *et al* (Comps.), *Integración Regional y Globalización*, Edo. de México, México, Dpto. de Sociología Rural-GIECA de la UACH, pp 275-281.
- Saavedra P., F., 2001. “La Población según Zonas Ecológicas”. En: Gómez de L., J. y Rabell R. (Coords.), *La Población de México. Tendencias y Perspectivas Sociodemográficas hacia el Siglo XXI*, 1ª Edic., México, CONAPO-FCE.

- Sagan, C., 2017. *El Mundo y sus Demonios. La Ciencia como una Luz en la Oscuridad*, 1ª. Edic. en español, México, Edit. Ingramex, S. A. de C. V.
- SAGARPA-SIAP, 2019. *Atlas Agroalimentario 2012-2018 de México*, México.
- Salazar V., S., 2006. *Hacia una Plataforma y una Estrategia de Comunicación para el Desarrollo en Centroamérica y México*, San José, Costa Rica, FAO, Oficina para América Latina y el Caribe.
- Sámano R. M.A., et al, 2001. “Consideraciones sobre la Sociedad Rural y su Desarrollo”. En: Mata G., B. y Villanueva V., C. (Coords.), *México Rural: Políticas para su Reconstrucción*, Edo. De México, México, UACH, pp 79- 134.
- Sanders, W.T., 1985. “Tecnología Agrícola, Economía y Política: una Introducción”. En: Rojas R., T. y Sanders, W.T. (Edits.), *Historia de la Agricultura. Época Prehispánica, siglo XVI*, 1ª Edic., México, INAH, pp 9- 52.
- Santiago C., M. de J. y García S., J. A. 2000. “Globalización de los Mercados y sus efectos en la asignación de los Factores de Producción. Reflexiones sobre las repercusiones del TLC en la Agricultura Mexicana”. En: Mata G., B. y Sepúlveda G., I. (Coords.), *Estrategias de Transferencia de Tecnología*, Edo. De México, México, UACH-IICA, 127-152.
- Savage, J. M., 1977. *Evolución*, 2ª Edic., 3ª Impresión, México, Edit. C.E.C.S.A.
- Scott, K., 2006. “Enfoques Participativos para la Investigación y Extensión Agrícola”. En: Gonsalves, J. et al (Edits.), *Investigación y Desarrollo Participativo para la Agricultura y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales, Vol. I: Comprendiendo Investigación y Desarrollo Participativo*, Bogotá, Colombia, Edit. CIP-UPWARD/IDRC.

- SEDATU-PROCURADURÍA AGRARIA, 2014, 2019. “Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS)”. En: *Marco Legal Agrario*, Edic. Especial, México, Edit. SISTA.
- SEMARNAT, 2007. *¿Y el medio Ambiente? Problemas de México y el Mundo*, México, SEMARNAT.
- SEMARNAT, 2016. *Atlas Agroalimentario, Producción Agropecuaria y Pesquera*, México, SEMARNAT.
- SEMARNAT-CONAFOR, 2014. *Inventario Forestal y de Suelos del estado de Chiapas*, 1ª Edic., Chiapas, México, CONAFOR.
- Sepúlveda G., I., 1992. *El Cambio Tecnológico en el Medio Rural*, Edo. De México, México, UACH.
- Silva E., M. del C. (Coord. Edit.), 2004. *La Educación Superior en el siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo, una propuesta de la ANUIES*, México, ANUIES.
- Solleiro, J. L., et al, 1996. “Marco Teórico y Metodológico para interpretar el Cambio Tecnológico en la Agricultura y en la Agroindustria”. En: Del Valle, M. del C. y Solleiro, J. L. (Coords.), *El Cambio Tecnológico en la Agricultura y las Agroindustrias en México*, México, Edits. Siglo XXI-Inst. de Invs. Econs. De la UNAM, pp 29-50.
- Solleiro, J. L., y Pérez J., G., 1996. “Investigación, Desarrollo y Difusión de la Tecnología en la Agricultura y en la Agroindustria”. En: Del Valle, M. del C. y Solleiro, J. L. (Coords.), *El Cambio Tecnológico en la Agricultura y las Agroindustrias en México*, México, Edits. Siglo XXI-Inst. de Invs. Econs. De la UNAM, pp 143-164.
- Spedding, C. R. W., 1979. *Ecología de los Sistemas Agrícolas*, España, H. Blume Ediciones.
- Tamayo y T., M., 1998. *El Proceso de la Investigación Científica*, 3ª. Edic., México, Limusa-Noriega Edits.

- Tecla J., A. y Garza R., A., 1985. *Teoría, Métodos y Técnicas en la Investigación Social*, 4ª Reimpresión, México, Edit. Taller Abierto.
- Toledo, V.M., 2010. “La Conservación de la Biodiversidad”. En: Toledo, V.M. (Coord.), *La Biodiversidad de México. Inventarios, Manejos, Usos, Informática, Conservación e Importancia Cultural*, 1ª Edic., México, FCE, pp 327-351.
- Torres C., G., 2001. Introducción a la Economía Política Ecológica, 1ª. Edic., UACH, Plaza y Valdés Edits, México.
- Torres C., G., 1999. Sustentabilidad y Compatibilidad. Una introducción a la Ecología Social, 1ª edic. en español, UACH-PISRADES, Edo. De México, México.
- Torres C., G. y Muro B., P., 2004. Agricultura Ecológica y Reconstrucción Social, 1ª. Edic. en español, Dpto. de Sociología Rural, UACH, Edo. De México, México.
- Trevor W., T. K. D., 1991. *Historia de la Tecnología. Desde la Antigüedad hasta 1750*, 13ª Edic., México, Edit Siglo XXI.
- Valle G., S., 2010. “Agroindustria, Comercio y Mercados”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810- 2010, Vol. II, Agroindustria, Comercio y Mercados*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 9-22.
- Vernoy, R., 2006. “La Calidad de la Participación: Reflexiones Fundamentales acerca de la Toma de Decisiones, Contexto y Metas”. En: Fernández S., F. (Coord.), *Soberanía Alimentaria. Objetivo Político de la Cooperación al Desarrollo en Zonas Rurales*, México-España, Edits. ACSUR-LAS SEGOVIAS, Icarías, S.A., Barcelona, España-Juventud, S.A., de C.V., pp102-113
- Victorino R., L., 2010. “La Educación Agrícola Superior, en el Cambio de Época: Escenarios Globales y Nacionales en el Desarrollo Institucional”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. III, Educación Agrícola y Vinculación Universitaria*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 245-268.

- Villegas de G. A.Z. *et al*, 2010. “Marco Conceptual para el Estudio de la Agroindustria Mexicana”. En: Mata G., B. y García M., M. del R. (Coords.), *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010, Vol. II, Agroindustria, Comercio y Mercados*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 23-48.
- Volke, H.V. y Sepúlveda G., I., 1987. *Agricultura de Subsistencia y Desarrollo Rural*, México, Edit. Trillas.
- Wackernagel, M., 2004. “¿Cuánto mide nuestra Huella Ecológica?” En: Torres C.,G. y Muro B., P. (Coords.), *Agricultura Ecológica y Reconstrucción Social*, 1ª Edic., Edo. de México, México, UACH, pp 81-87.
- Wolf, E., 1977. *Pueblos y Culturas de Mesoamérica*, 4ª Edic., Edit. Era, México.
- Zepeda del V., J. M., 1994. *Formación Agronómica y Recursos Naturales. En la perspectiva del siglo XXI*, Edo. de México, México, Col. De Post.-IICA.
- Zepeda del V., J. M. y Lacki, P., 2003. *Educación Agrícola Superior: La Urgencia del Cambio*, México, Dirección de Centros Regionales de la UACH-FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

## HEMEROGRAFÍA

- Cardozo B., M., 2003. “Evaluación de Políticas de Desarrollo Social. En: ¿Desarrollo Social?”, Revista “Política y Cultura”, otoño, No. 20, publicación semestral, Casa Abierta al Tiempo, UAM, Xochimilco, México.
- Casas, A. y Caballero, J., 1995. “Domesticación de Plantas y Origen de la Agricultura en Mesoamérica”, *CENCAS*, No. 40, octubre-diciembre, México.
- Cáceres, D. M., 2018. “Biotecnología y Poder. ¿Usan los cultivos transgénicos menos agroquímicos?”, *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, No. 48, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Córdoba, Argentina, pp 30-56.

- CATIE, 2003. “Estrategias de Transferencia Tecnológica Agrícola”, *Boletín*, El Salvador, C. A., San Salvador.
- De Terán, M., 1984. “Vida Pastoril y Nomadismo”, *Rev. De la Universidad de Madrid*, Madrid, Vol VI, No. 3, España.
- González M., A., y Castañeda Z., Y., 2019. “Biotecnología”, *Revista de Sociología*, año 34, No. 97, mayo-agosto, pp 183-213, México, UAM
- Hernández C., R.A. y Suárez-Navaz, L., 2004. “Las fronteras y las panaceas del desarrollo en México y España. Reflexiones desde los Feminismos Poscoloniales”. En: *Liminar. Estudios Sociales y Humanísticos*, Revista de Investigación. Año 2, Vol. II No. 1, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. CESMECA, UNICACH, pp 7-24
- Katzer, L., Giménez Z., P., Chiavazza, H., Miranda G., V., y Velez, S., 2017. “Bio- historia del Nomadismo y de la Producción Territorial en el NE de Mendoza: Lectura Interdisciplinaria desde la Ecología, la Arqueología y la Etnografía”, *Rev. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XLII (2), julio-diciembre, Argentina.
- López B., M. J., 2018. “Las Narrativas de la Biotecnología”, *Revista Argumentos de Razón Técnica*, No 21, Universidad Pablo de Olavide, España, pp 47-76.
- Smith, L. D., 2002. *Reforma y Descentralización de Políticas Agrícolas: un Marco de Políticas. Colección de Política Agrícola y desarrollo Económico de la FAO*, Doc. No. 7, Roma, Italia, FAO.
- Novoa S., P., 2019. “Biotecnología y su incidencia en la fauna benéfica de la agricultura”, *Revista Ambientalista*, No. 1, Vol. 3, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, Barinas, Venezuela, pp 118-127.
- Torres S., G., 2007. “Evaluación de Políticas y Programas Públicos. El caso de los Programas de Desarrollo Social en México”. En: *Nuevos Movimientos Sociales y Cambios políticos en América Latina*, Revista “Política y Cultura”, primavera, 2007, N0. 27, publicación semestral, Casa Abierta al Tiempo, UAM, Xochimilco, México.

Turrent F., A., 1980. *El Sistema Agrícola, un Marco de Referencia necesario para la Planificación de la Investigación Agrícola en México*. Documento de circulación interna, Vocalía Secretarial de la Región Centro del INIFAP, México.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS

ATLAS DE AGRICULTURA 2019. [file:///C:/Users/Saul/Downloads/BVE19040298e%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Saul/Downloads/BVE19040298e%20(1).pdf). Fecha de consulta: 2020-08-27

10 AÑOS DE MEDICIÓN DE POBREZA EN MÉXICO, AVANCES Y RETOS EN POLÍTICA SOCIAL. [https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2019/COMUNICADO\\_10\\_MEDICION\\_POBREZA\\_2008\\_2018.pdf](https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2019/COMUNICADO_10_MEDICION_POBREZA_2008_2018.pdf). Fecha de consulta: 2020-08-28

HIDROPONIA. <https://www.seminis.mx/hidroponia>. Fecha de consulta: 2020-08-26

HIDROPONÍA UNA OPCIÓN MODERNA PARA POTENCIAR TUS CAMPOS 2018. <https://www.seminis.mx/hidroponia-una-opcion-moderna-para-potenciar-tus-campos/>. Fecha de consulta: 2020-08-26

INFORME DEL MEDIO AMBIENTE EN MEXICO, 2017. PAGINA PRINCIPAL.: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html> Fecha de consulta: 2020-08-27

INVERSION PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGIA E INNOVACION EN MEXICO. <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyI/incytu/11.pdf>. Fecha de consulta: 2020- 08-30

LEY AGRARIA, 2018. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13\\_250618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13_250618.pdf). Fecha de consulta: 2020-09-02

LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE, 2019. DOF (Diario Oficial de la Federación), 2018. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5588164&fecha=03/03/2020](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5588164&fecha=03/03/2020). Fecha de consulta: 2020-09-03

OXFAM, DESIGUALDAD EXTREMA EN MEXICO CONCENTRACIÓN DEL PODER ECONÓMICO Y POLÍTICO, 2015. Gerardo Esquivel Hernández [https://www.oxfamMexico.org/sites/default/files/desigualdadextrema\\_informe.pdf](https://www.oxfamMexico.org/sites/default/files/desigualdadextrema_informe.pdf). Fecha de consulta: 2020-09-03

POBREZA EXTREMA RURAL FAO 2019. <http://www.fao.org/3/ca4811es/CA4811ES.pdf>. Fecha de consulta: 2020-09-03

SECTOR AGROPECUARIO EN EL PIB 2019. [http://www.cedrsa.gob.mx/files/b/9/47SectorAgro\\_PIB.pdf](http://www.cedrsa.gob.mx/files/b/9/47SectorAgro_PIB.pdf). Fecha de consulta: 2020-08-30

*Agricultura y sociedad*  
*Un análisis de las relaciones entre Naturaleza y Sociedad*  
*a través de la Agricultura*  
se terminó de editar en noviembre de 2021  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



La idea central del libro es analizar y reflexionar sobre la trascendencia sociohistórica de la Agricultura, como invención y/o descubrimiento humano, y a través de ella, la relación que hemos venido manteniendo con la Naturaleza, primero de asombro, desconocimiento y adaptación; después, con la idea de vivir en armonía con el medio ambiente y las ventajas obtenidas con el aprovechamiento de los recursos naturales y productivos, de manera natural y diversificada; posteriormente con el afán de explotar los recursos naturales y productivos, superficiales y subterráneos, con la intención de acumular riquezas y la conversión de los productos en mercancías (valores de cambio); y por último, tratando de ir más allá de la acumulación de la ganancia, con la sobreexplotación de dichos recursos, la enorme carga demográfica, el deterioro ecológico y socioeconómico, que nos ha llevado a repensar nuestra relación, en el tiempo histórico, más tormentosa que amigable entre Naturaleza y Sociedad, a través de nuestras prácticas agrícolas y agroindustriales, hasta la sociedad del conocimiento o de la información.

