

LUIS FUENTES AGUILAR y CONSUELO SOTO MORA

Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México

AGRICULTURA SUSTENTABLE EN MEXICO

RESUMEN - RÉSUMÉ - ABSTRACT

La agricultura sostenible constituye una alternativa que evita en lo posible el uso de productos agroquímicos y la degradación del medio ambiente. La recuperación de técnicas tradicionales representa la base de este método de producción, que ha demostrado ser rentable con el solo uso de los complementos naturales que demandan los cultivos.

* * *

L'agriculture soutenable en Mexique.- L'agriculture soutenable constitue une alternative qui évite les substances agrochimiques et la dégradation ambientale. La récupération de techniques traditionnelles est à la base de cette méthode qui a démontré sa rentabilité en n'utilisant que les compléments naturels que demandent les cultures.

* * *

Sustainable agricultural production at Mexico.- Sustainable agricultural production is both an alternative that avoids agrochemical products and damage to environment. The recovery of traditional technics provides the basis of this method of production which has proved successful at the same time that only organic material are sought to provide the nutrients required by the crops.

PALABRAS CLAVE: México, agricultura sostenible, geografía agraria.

MOTS CLÉ: Mexique, agriculture soutenable, géographie agraire.

KEY WORDS: Mexico, sustainable agriculture, agricultural geography.

I. INTRODUCCION

El devenir acelerado en los últimos años de este siglo, impone cambios que condicionan la supervivencia de la especie humana sobre la Tierra. Es así como la actividad agrícola, proveedora de alimentos para el hombre, debe transformarse acorde con la necesidad, si no nueva, si reconocida últimamente, de preservar los recursos naturales. Paralelamente, se agudiza el problema de producir alimentos suficientes para una población siempre creciente y al mismo tiempo proteger el ambiente.

El ambiente no implica un costo que debe deducirse de las inversiones para el crecimiento económico, sino un potencial productivo para sostener nuevas alternativas de desarrollo; opción que tiende a cerrarse por la destrucción de dicho potencial a través de los ritmos y los patrones de explotación impuestos por la irracionalidad productiva dominante. El ambiente aparece fundamentalmente como el potencial de un sistema de recursos que conduce a innovar procesos productivos, capaces de balancear las condiciones ecológicas de producción

con las fuerzas tecnológicas de su transformación de bienes de consumo, en un proceso sostenible a largo plazo (LEFF, 1980, 71).

En este trabajo se cuestiona el sistema de producción de alimentos a base de fertilizantes y pesticidas químicos, que dañan la tierra y la salud del hombre. Históricamente, el hombre para satisfacer las necesidades de alimentos ha enfocado sus acciones hacia el incremento de la producción, independientemente del esfuerzo para la conservación de los recursos naturales. Es por esto que en la actualidad, uno de los cambios que se demandan con mayor insistencia es el de revertir los procesos de pérdida y deterioro de los recursos que se provocan por los procesos productivos para satisfacer las necesidades de alimentos y de otros bienes y servicios.

La degradación del ambiente avanza a un ritmo que perjudica la capacidad productiva de la tierra y mina el bienestar de millones de habitantes de las zonas rurales, a un nivel tal que para finales del siglo actual, la FAO estima que un tercio de las tierras de cultivo podrían ser improductivas, ya que

cada año se pierden por erosión, contaminación y salinización entre cinco y siete millones de hectáreas.

Una respuesta a los problemas planteados y que se ha venido generalizando recientemente en México, es la denominada *agricultura sustentable*, que implica consideraciones tanto ambientales como económicas. Sus principios establecen la importancia de renovar la capacidad de los ecosistemas agrícolas y reconocen que gran parte de los sistemas normales han ido deteriorando la capacidad productiva de las tierras de cultivo. En este concepto se incorporan a las técnicas agrícolas los componentes de los agroecosistemas entre los que destacan los económicos y sociales.

Actualmente se reconoce la necesidad de transformar las prácticas agrícolas de tal forma que no deterioren al ambiente y que sean compatibles social y económicamente. En este contexto, el concepto de agricultura sustentable es cada vez más empleado al referirse a las actividades agrícolas y sus interacciones con la sociedad y el ambiente, de manera que debe considerarse como una parte vital del proceso de desarrollo sustentable. Las características de este concepto, obligan a incluir en las perspectivas de la evolución agrícola y de los recursos naturales, la compatibilidad que deberá existir entre una sociedad y un ambiente cambiantes.

II. EL MARCO TEORICO CONCEPTUAL

El concepto de agricultura sustentable es un concepto dinámico que reconoce las necesidades futuras de mejorar la producción, al mismo tiempo que se preserva la calidad del ambiente y la capacidad productiva de los recursos suelo y agua. El concepto de sustentabilidad considera los tópicos: calidad ambiental con reconocimiento simultáneo de la necesidad de mantener e incrementar la productividad.

En este mismo contexto, aunque bajo el nombre de "agricultura alternativa", el National Research Council (NRC, 1989, 13), señala el hecho de la existencia de grupos de productores que en los Estados Unidos de América han empezado a adoptar prácticas alternativas con la mira de reducir los costos de insumos, la preservación de los recursos básicos y la protección de la salud humana.

A diferencia de la agricultura convencional, los sistemas sustentables, de manera deliberada, integran y toman ventaja de las interacciones benéficas que ocurren en forma natural. La agricultura sustentable enfatiza el manejo de recursos, así como las relaciones biológicas que existen entre una plaga y sus predadores; y los procesos naturales, tales como la fijación de nitrógeno atmosférico en lugar del uso intensivo de agroquímicos.

El objetivo de esta agricultura es sostener y aumentar, más que disminuir y simplificar las interac-

ciones biológicas de las que depende la producción agrícola, reduciendo de esta manera los efectos dañinos fuera de la explotación que ocasionan las prácticas productivas. La NRC (1989, 31-33) indica que los objetivos de la agricultura sustentable son:

1. Incorporación más intensa de los procesos naturales, tales como el ciclo de nutrientes, la fijación de nitrógeno y las relaciones plaga-predador, en los procesos de producción agrícola.

2. Reducción en el uso de aquellos insumos externos a la explotación con mayor potencial para dañar el ambiente o la salud de los productores y consumidores.

3. Mayor uso productivo del potencial biológico y genético de las especies vegetales y animales.

4. Búsqueda de una concordancia entre los patrones de cultivo y el potencial productivo con las limitaciones físicas de los terrenos agrícolas, para asegurar la sustentabilidad a largo plazo de los niveles de producción actuales.

5. Una producción eficiente y rentable con énfasis en un manejo agrícola mejorado y en la conservación de los recursos bióticos, suelo, agua y energía.

Se considera entonces que la agricultura sustentable no se reduce a una sólo forma de hacer prácticas agrícolas, sino que incluye una gran variedad de sistemas. Esta agricultura no se limita a prácticas conocidas como biológicas, de insumos reducidos, orgánicos y regenerativos, sino que incluye varias prácticas tales como el manejo integrado de plagas; sistemas de producción animal de baja intensidad; rotaciones de cultivos diseñadas para reducir los daños de plagas, aumentar la salud del cultivo, disminuir la erosión del suelo, y en el caso de leguminosas, fijar el nitrógeno en el suelo; y prácticas de labranza y siembra que reduzcan la erosión del suelo y auxilien en el control de malezas.

Los estudios de agroecología y tecnología tradicional se han enfrentado a condiciones ambientales restrictivas, heterogéneas y variables, así como a las limitaciones de medios de producción de los pequeños agricultores. En estas circunstancias no es factible el concebir al agrosistema en forma aislada, sino que debe ser entendido en su dinámica interna y ubicado con precisión dentro de su propio ámbito. Se entiende el agrosistema como: "Un ecosistema, modificado en mayor o menor grado por el hombre, para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola". (HERNANDEZ X.; 1977, XII).

El enfoque de sistemas induce a incorporar todos los elementos que influyen sobre una decisión, una respuesta, o sobre la comprensión de un fenómeno, dentro de límites definidos. Desde esta perspectiva se estima que el agroecosistema es una caja blanca cuyo funcionamiento y mecanismos de control deben ser comprendidos cabalmente, para entender de qué manera los agricultores modifican el

ambiente de la planta para dirigir los flujos de energía y materiales en la dirección que desean.

Al respecto, Wilken (1987, 26) ha señalado que: "de hecho, los sistemas agrícolas son esencialmente colecciones de técnicas para modificar el ambiente de las plantas". Adaptando las ideas de Ashby (1976), podría decirse que un agroecosistema posee un conjunto de variables esenciales (reproducción, crecimiento, nutrición, salud, etc.), las cuales son alteradas por perturbaciones externas (plagas, enfermedades, sequía, etc.); por tanto, el deterioro del agroecosistema sólo puede evitarse mediante un mecanismo regulador que tenga la fuerza suficiente para bloquear tantas perturbaciones externas como aparezcan.

En la actualidad no se tiene una disponibilidad grande de buenas tierras y de capital; por el contrario, la incorporación de tierras de mala calidad al cultivo, y la baja disponibilidad de capital, configuran una situación de múltiples restricciones, en la cual las contradicciones internas y las presiones externas provocan el cambio hacia una nueva estructura productiva: por un lado, emerge el deterioro ecológico, técnico y económico de los pequeños productores; por el otro, no acaban de gestarse las modernas empresas agrícolas que demanda el mercado. Ante estas restricciones, el estudio de los agroecosistemas permite revelar la existencia de una serie de técnicas tradicionales poco consideradas por la agronomía convencional, mismas que son el resultado de un largo proceso histórico de generación de conocimientos empíricos (LUNA, 1990, 46-47).

Algunos ejemplos de estas técnicas son las siguientes: la aleatoriedad del clima es enfrentada mediante calendarios de manejo dinámicos, basados en la observación y predicción de las condiciones meteorológicas, lo que contrasta con el enfoque estático y probabilístico con que la agronomía convencional enfrenta este problema (PARRA *et al.*, 1988, 108). La esencia de la adaptación de los sistemas agrícolas tradicionales al clima radica en la notable flexibilidad de sus calendarios, atributo que les permite cubrir las necesidades familiares con mayor seguridad. Según Collinson (1978, 82), una de las consecuencias más importantes e indeseables de la innovación tecnológica es la pérdida de esta flexibilidad. Destaca también la amplia gama de recursos genéticos adaptados a condiciones microambientales, y el proceso de evolución bajo domesticación (WILLIAMS, 1985, 50). Por otro lado, diferentes formas de asociación, imbricación y rotación de cultivos, permiten el uso máximo del recurso tierra, y el control de plagas y enfermedades, lo que contrasta con los monocultivos de la agricultura convencional.

La anteriores formas de manejo diversificado de los recursos, la alternación de períodos de uso con períodos de descanso, el manejo de la biomasa, los esquilmos agrícolas y los desechos animales,

permiten la conservación de la humedad y la recuperación de la fertilidad del suelo, así como también el mejor empleo de la energía, lo que contrasta con la aplicación de los fertilizantes industriales, el uso de riego y el consumo de combustibles fósiles (SARUKHAN Y MASS, 1990, 133).

III. EL MARCO GEOGRAFICO

En términos generales se puede decir que el territorio mexicano tiene una superficie de 196,6 millones de hectáreas, de las cuales 55 millones son tierras con pendientes superiores al 25%, por lo que se considera a México como un país montañoso. Esta cifra representa el 25% de la superficie total, y gran parte de las áreas con bosques están localizadas dentro de esta clasificación. Por otra parte, existen 141 millones de hectáreas que tienen pendientes inferiores al 25%, las mayores áreas de cultivo se encuentran particularmente en aquellas superficies con inclinaciones menores al 10%.

De acuerdo con el clima y fundamentalmente la precipitación pluvial, las tierras del país se clasifican en cuatro grandes grupos: áridas, semiáridas, semihúmedas y húmedas. Las tierras áridas están localizadas en regiones con precipitación pluvial menor de 250 milímetros al año. Son cultivables sólo si se cuenta con agua de riego y se calculan en 102 millones de hectáreas, es decir, el 52% de la superficie total. Las tierras semiáridas, con precipitación pluvial de 250 a 500 milímetros anuales, se estiman en 60 millones de hectáreas; es decir, el 30% de la superficie. Son tierras de temporal y en su mayoría requieren de riego para poder realizar una agricultura remunerativa. Las tierras semihúmedas, con precipitación pluvial de 500 a 1000 milímetros anuales, se estiman en 21 millones de hectáreas, es decir el 10% de la superficie del país y constituyen sin duda las áreas de mayor eficiencia agrícola. Auxiliadas del riego en los períodos de sequía, pueden cultivarse en forma constante. Las tierras húmedas, con una precipitación pluvial superior a 1000 milímetros, se calculan en 13 millones de hectáreas o sea el 7% de la superficie total. Estas áreas, cuando reciben lluvia mayor a 2500 milímetros se ven limitadas en su producción agrícola. (Fig.1).

Los suelos del país son mayoritariamente de textura arcillosa. Los suelos ácidos tienden a localizarse en las regiones tropicales y subtropicales bien drenadas. Los salinos constituyen la mayor proporción y se encuentran en las regiones áridas, semiáridas y semihúmedas. Además, existen regiones importantes con suelos neutros.

La fertilidad de los suelos mexicanos es, en general, baja, a causa principalmente de la sobreexplotación agrícola, sembrados con cultivos agotantes como los cereales, y a la ausencia de una rotación de cultivos en las zonas temporales. En

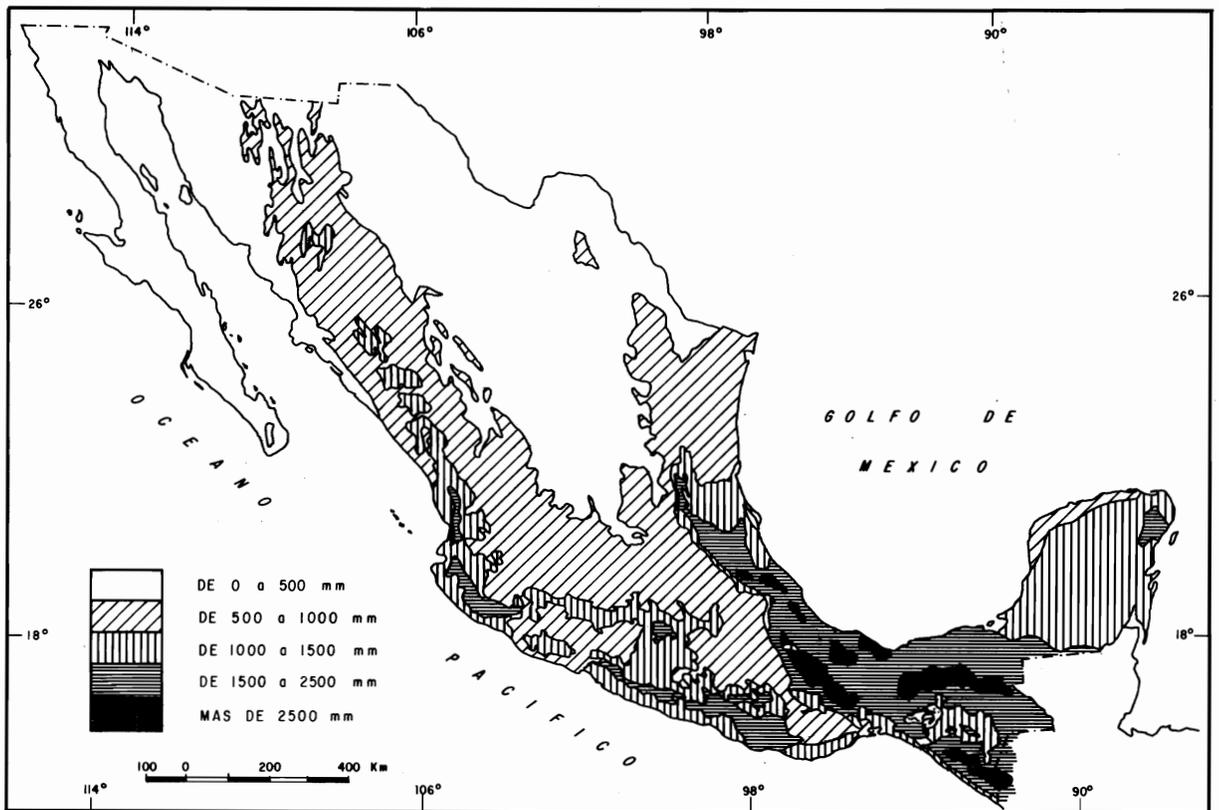


Fig. 1. Isoyetas anuales.

cuanto al contenido de elementos nutritivos para las plantas, su mayor deficiencia es el nitrógeno.

La irregularidad de la topografía del territorio mexicano, el carácter torrencial de las lluvias, la tala de bosques, etc., han determinado el avance de la erosión de los suelos. Múltiples e importantes programas se han puesto en práctica para afrontar este problema, pero es claro que se requiere un enfoque global justamente como el propuesto en el marco de una agricultura sustentable.

Por otra parte, las grandes zonas secas del mundo se localizan entre los 19 y los 31 grados de latitud Norte. Esto explica por qué el territorio de México es fundamentalmente árido y semiárido puesto que se encuentra localizado geográficamente entre los 14 y los 33 grados.

El régimen pluviométrico del país está determinado especialmente por su orografía, la cual origina la escasez o abundancia, así como la regular o irregular distribución de las lluvias durante el año. En general, México cuenta con lluvias escasas, irregulares y mal distribuidas. La precipitación pluvial más regular se presenta en las vertientes de ambos litorales. Estas condiciones limitan el desarrollo de la agricultura y, por tanto, afectan en forma sensible a la producción y a la productividad agrícola.

De los aproximadamente 37 millones de hectáreas que se consideran susceptibles de labor, 3 millones no requieren de riego, pero sí obras de drenaje y protección contra inundaciones. En cambio, el resto necesita riego si se desea cultivar en forma constante.

La descripción anterior presenta una somera idea del marco geográfico en que se lleva a cabo la agricultura en México (Fig. 2). Debe ahora mencionarse el proceso de desarrollo tecnológico que permita ubicar una agricultura sustentable. El proceso de tecnificación de la agricultura durante la época contemporánea ha dado lugar a algunos hechos que deben destacarse.

El primero de ellos podría corresponder al uso de fertilizantes, mismos que se empezaron a utilizar antes del virreinato español. Los antiguos habitantes de México desarrollaron tecnologías para la aplicación de abonos y conservación de la fertilidad del suelo: aplicaron peces muertos y huesos de pescado así como compostas. Realizaron prácticas que pueden identificarse como labranza mínima y desde luego el descanso de las tierras, prácticas típicas en el sistema nómada.

Durante el virreinato, los españoles introdujeron la práctica del uso de estiércoles y con la visita a México de Justus von Liebig, químico alemán, en el primer tercio del siglo XIX, se originó el establecimiento de un laboratorio en Xochimilco, México, para explotar las posibilidades del uso de fertilizantes químicos en el país. Debe acotarse que Justus von Liebig sugirió el empleo del abono químico para fertilizar las tierras en 1854. Sin embargo, el uso de fertilizantes químicos en México de hecho se inició a principios de este siglo. La producción de los mismos se empezó en 1915 en Nueva Rosita, Coahuila. En 1943 se fundó Guanos y Fertilizantes de México y en 1959 Fertilizantes de

Monclova. La evolución de Guanos y Fertilizantes de México, como empresa estatal, condujo a la formación de Fertimex en 1977. Los anteriores esfuerzos comenzaron con la recolección y beneficio del guano de aves marinas y con la producción de amoníaco en Cuautitlán, primera industria en su género en América Latina. Actualmente agrupa a todas las instalaciones productoras de fertilizantes sólidos y, junto con Petróleos Mexicanos, producen amoníaco.

El uso de abono orgánico (estiércoles, compostas verdes) se ha descuidado debido a su baja concentración de nutrientes en relación a los químicos, por el costo de fletes y por el tiempo que requiere su descomposición. Sin embargo, es precisamente el renovado interés de utilizar productos naturales para desarrollar la agricultura y el advenimiento de la agricultura sustentable, lo que hace que se enfatice su importancia.

Otro aspecto relevante es la aplicación de inoculantes en la siembra de cultivos para la fijación biológica de nitrógeno. Actualmente en México se practica en frijol, alfalfa y soya, pero está en desarrollo la inoculación en gramíneas para obtener las mismas características simbióticas de las leguminosas. La existencia en el mercado de productos orgánicos ricos en enzimas ha conducido a su empleo para producir plantas de ornato.

En general, México ha utilizado los siguientes agroquímicos: fertilizantes, insecticidas, fungicidas, fumigantes, nematicidas, fitoreguladores y herbici-

das. El uso y abuso de ellos ha originado la destrucción del ecosistema en varias áreas agrícolas del país por lo que los avances logrados a la fecha, en el control biológico de plagas así como la experiencia adquirida en el control químico, son elementos fundamentales para impulsar la técnica o procedimientos conocidos como "manejo integrado de plagas", que junto con el "manejo integrado de nutrientes", sin el empleo de agroquímicos, constituyen parte de la llamada agricultura sustentable.

IV. LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

Las personas que consumen productos agrícolas de exportación, han cambiado sus hábitos de consumo al preferir productos "sanos", es decir, sin residuos de agroquímicos. El producto tradicional se caracterizaba por lo limpio, sin manchas, bien presentado, de apariencia estética. Infortunadamente esto ha cambiado y ahora esta selección se limita a los países desarrollados o bien a los estratos de población con alta capacidad económica.

La historia de la agricultura de subsistencia en México demuestra que la producción agrícola para consumo familiar o local, puede sustentarse en el uso de insumos orgánicos y de esta manera favorecer la salud de los consumidores. Es necesario desarrollar una amplia difusión en relación a éstos sistemas orgánicos, en contra del uso y abuso de agroquímicos, para cambiar la mentalidad del con-

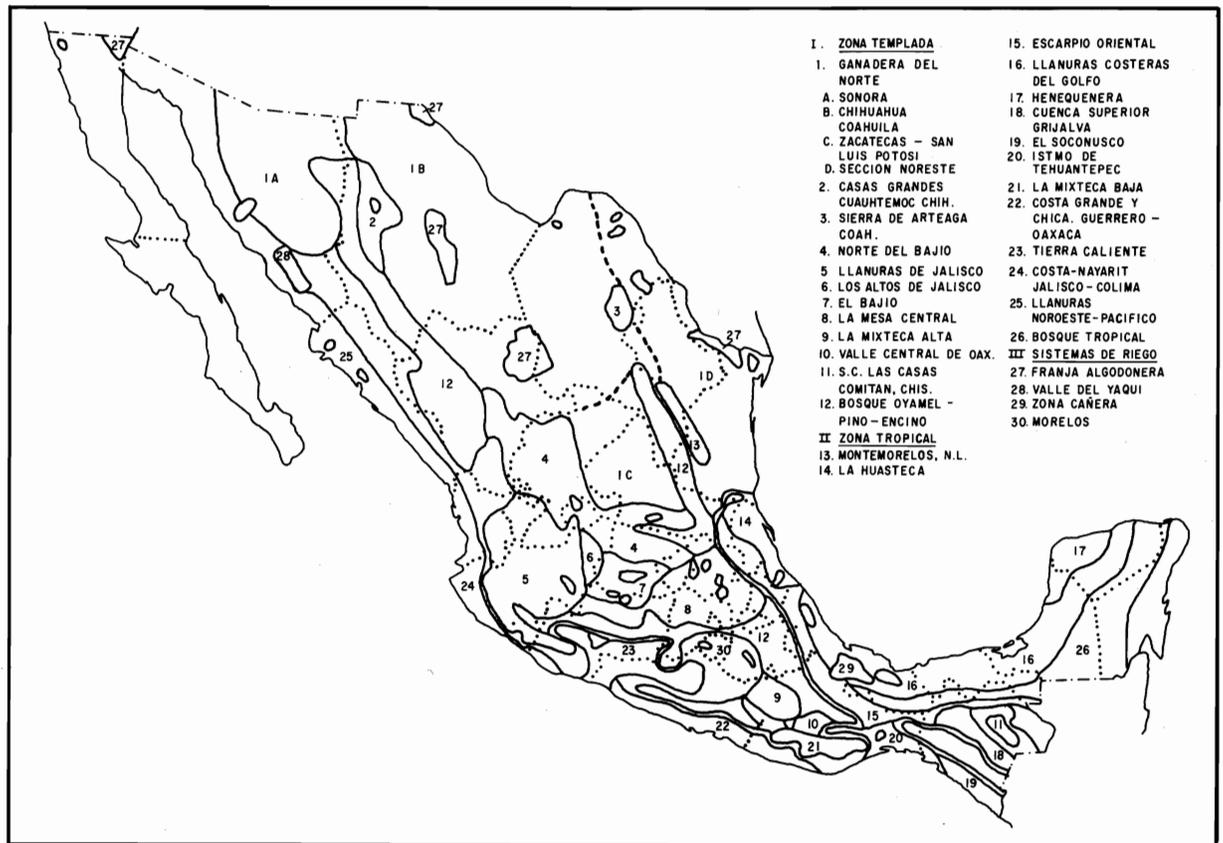


Fig. 2. Regiones agrícolas de México (Fuente: E. HERNANDEZ XOLOCOTZI. 1985).

sumidor y mantener un mejor equilibrio con la naturaleza.

Los cultivos orgánicos, requieren de una fertilización, a base de abonos verdes, estiércol de ganado vacuno, gallinaza, compostas obtenidas a partir de subproductos de ingenios azucareros, compostas de basuras urbanas, cenizas de madera, cenizas de caparazón de jaiba, así como de guanos, de murciélagos y aves.

El combate de insectos-plaga y enfermedades se lleva a cabo mediante un sistema de manejo integrado de plagas, utilizando insecticidas botánicos y biológicos, que incluyen el uso de extractos vegetales, como los de chile, cebolla, ajo, piretrinas naturales, nicotina, cenizas de tabaco, así como arcilla y jabón neutro entre otros (URIAS; 1992, 88).

En las regiones tropicales, la gran cantidad de energía solar y de lluvia, y las altas temperaturas propician el desarrollo de una vegetación diversa y exuberante. Sin embargo, el equilibrio que guardan los recursos naturales se ha alterado debido a que con el incremento de la población se han incorporado terrenos marginales sin vocación agrícola a la producción de cultivos y a la explotación extensiva de ganado. La remoción de la cubierta vegetal ha expuesto al suelo al arrastre acelerado por las lluvias intensas, características de estas regiones.

El pastoreo extensivo de bovinos sobre el rastrojo de maíz durante el estiaje y la quema para la siembra del cultivo, propician que los procesos de degradación se intensifiquen bajo condiciones topográficas accidentadas, dando como resultado que el potencial productivo de los terrenos se reduzca en poco años y el agricultor tenga que incorporar nuevas áreas de producción.

Los procesos de degradación de la tierra inducidos por el hombre que más daño producen son los siguientes: 1) Deforestación de la vegetación leñosa. 2) Sobrepastoreo en las áreas dedicadas a la producción pecuaria. 3) Erosión y disminución de la productividad en zonas agrícolas de temporal. 4) Ensaltramiento y anegamiento en áreas bajo riego. 5) Avance y crecimiento de dunas de arena. 6) Decreciente disponibilidad y calidad de las aguas subterráneas y las de almacenamiento superficial. 7) Contaminación por petróleo, insecticidas, pesticidas y fertilizantes. 8) Creciente deterioro en la mayoría de las cuencas hidrográficas.

La capa superficial de la tierra suministra los elementos minerales, almacena el agua y sirve de sostén mecánico para las plantas. Además actúa como un elemento amortiguador, pues ahí se degradan o almacenan los desechos que el hombre genera en sus actividades vitales y económicas. Infortunadamente las prácticas inadecuadas de cultivo y el abuso de la capacidad amortiguadora del suelo, han determinado una degradación irreversible y la eventual pérdida de este recurso. La tasa de regeneración del mismo es extremadamente lenta para compensar en el corto plazo la pérdida.

El despertar ecológico que vive la humanidad ha provocado una toma de conciencia de los peligros de la degradación, así como las causas que la provocan y sus consecuencias. De aquí la búsqueda de prácticas agrícolas más equilibradas y armónicas con el medio. La agricultura sustentable es uno de los conceptos desarrollados con tal objetivo.

La agricultura sustentable debe emplear sistemas de cultivos y de producción animal que sean apropiados, así como los insumos necesarios para explotar la productividad natural de los nichos ecológicos, sin perder de vista la necesidad de preservar la calidad de la tierra y la viabilidad económica y social de la actividad. Para alcanzar estos objetivos, la agricultura sustentable debe basarse en los principios agronómicos que se han desarrollado a través del tiempo, como son: control racional de plagas, enfermedades y malezas, reducción o eliminación del movimiento de solutos fuera de la zona radical y suministro adecuado de nutrimentos para complementar la capacidad natural de abastecimiento del suelo y satisfacer los requerimientos de las plantas.

La República Mexicana presenta una gran diversidad ecológica asociada a su orografía, a su ubicación parcial en la zona tropical y la influencia del mar en las regiones del Golfo de México y Océano Pacífico. Posee una notable diversidad genética de plantas entre las cuales se tienen las cultivadas, cuya variación ha experimentado importantes introgresiones. Debido a que alrededor del 65% del territorio es montañoso, se presenta una gran variedad de nichos ecológicos en los cuales se ha desarrollado y preservado un legado agro-cultural en términos de recursos genéticos útiles, de tecnologías y de valores culturales.

Nuestros ancestros, fundados en la observación llegaron a una conclusión más atrevida que sorprendente, a saber: "la tierra es un ser vivo, sufre y siente dolor, también goza y es alegre cuando el aire canta en los callejones de la sierra; se embriaga con el licor agua y cuando llega al borde la derrama para que otros, ya colmados de sed, la calmen; se cansa del trabajo y requiere descanso, sufre convulsiones y vomita fuego por la boca de sus volcanes, y tiene elementos que conjugados producen vida". (LEYVA; 1991, 4).

El hombre mesoamericano aprendió paulatinamente a utilizar y a transformar los recursos de su entorno para su mejor aprovechamiento. Se ilustró de la naturaleza y se integró a ella con la finalidad de hacerla producir, pero sin destruirla; es decir, viviendo en armonía con ella. Este comportamiento le permitió conocer a fondo la dinámica de los ecosistemas naturales y de hacerlos compatibles con los sistemas productivos y sociales.

En esta forma el hombre prehispánico se convirtió en un agricultor nato, disciplinado y progresista. Supo aquilatar la importancia de sus especies domesticadas y cuando lo consideró conveniente,

las dispersó por las áreas agrícolas de aquella época, distribuyendo no sólo el germoplasma vegetal, sino también los conocimientos que había acumulado sobre su cultivo. De esta manera extendió la variabilidad genética de las especies cultivadas, misma que ha sido un regalo enorme para el hombre contemporáneo.

En su afán permanente por aumentar la producción y la productividad de las especies cultivadas, desarrolló importantes obras de ingeniería como fueron: la construcción de terrazas y de banquetes para proteger los suelos de la erosión y retener el agua de lluvia; de igual modo edificó presas, camellones y canales para utilizarlos en las agriculturas de riego. Descubrió como mantener la fertilidad de los suelos y como desarrollar un cultivo, minimizando los riesgos de producción. Construyó caminos para facilitar la intercomunicación y el comercio entre los pueblos y reguló la distribución demográfica para estar en armonía con su entorno (FUENTES, 1988, 10-14).

Su mayor desarrollo cultural lo inició hace tres milenios y llegaron a un nivel muy alto en el período clásico (100 a.C. a 800 d.C.). Esto permite establecer qué sitios como Cahllatzingo y Teotihuacán únicamente como centros ceremoniales, sino que también ostentaron la responsabilidad de generar conocimientos y darlos a conocer oportunamente, para fortalecer el desarrollo cultural de Mesoamérica y el de otras latitudes del Continente Americano.

El hombre prehispánico sabía que una amplia variabilidad genética en un terreno cultivado podía maximizar la productividad y al mismo tiempo, minimizar los riesgos. En el trópico húmedo, por ejemplo, llegó a la conclusión de que el sistema de policultivo era el más conveniente porque en esta forma se hacía un uso más eficiente del espacio, del agua y de los nutrientes disponibles. La mayor dispersión de los individuos intraespecíficos en el área cultivada desalentaba a las plagas; había una mayor posibilidad de producción cuando se presentaban períodos de sequía y se disponía de una amplia variedad de productos vegetales a lo largo del año, evitando así el tener que almacenar los excedentes agrícolas por lapsos prolongados (DAHLIN; 1985, 142).

En cambio, en las zonas templadas o frías, la asociación de cultivos también era exitosa, pero los ciclos biológicos de las especies se tenían que completar entre los meses de abril y octubre, debido a la presencia de heladas en los otros meses del año (ROJAS; 1985, 230).

En algunas regiones de vocación forestal, como es el caso de la Meseta Tarasca, se están operando cambios extraordinariamente rápidos, si se compara con la lentitud de los procesos evolutivos. Hace apenas 20 años se iniciaban las siembras de maíz de humedad o jugo en febrero y en la actualidad se realizaban en abril, porque la humedad residual del suelo se ha empobrecido y es insuficiente

para sostener a la planta de febrero a abril. Este empobrecimiento es atribuido a la destrucción del recurso forestal. Al recorrerse el inicio de las siembras dos meses las variedades deben reducir su ciclo de otoño y principios de invierno, lo cual representa un fuerte cambio en un período demasiado breve.

Una técnica nativa de fertilización en esta área consiste en hacer rotar los corrales de las cabras y las ovejas. Por la noche se encierra a las ovejas en un corral hecho con cañas de maíz. Pasado unos días, cuando el terreno se ha empapado de la orina y de los excrementos de los animales, pisados y repisados una y otra vez por sus agudas pezuñas, se traslada el corral a otro lugar. Dado que el terreno fertilizado de esta manera produce buenas cosechas durante varios años seguidos, la técnica se halla muy difundida por los criadores de ovejas de las tierras altas.

Respecto a los conceptos de agricultura sustentable, en áreas temporaleras, adquiere singular importancia el análisis del caso australiano (MC WILLIAMS; 1988, 45-49) y el norteamericano de las grandes llanuras centro-occidentales (STEWART; 1988, 54-59). En un principio empezaron a utilizar los recursos naturales preocupados por la obtención de ingresos sin importar el deterioro. Enormes tolvaneras arrastraron el suelo en las llanuras estadounidenses y un agotamiento de la fertilidad ocurrió en Australia; consecuentemente, los rendimientos disminuyeron.

Es ilustrativo observar los cambios ocurridos en los últimos 40 años. En Australia mediante el uso de alfalfas anuales y otras prácticas de conservación de suelo, agua y materia orgánica. En Estados Unidos, mediante las prácticas de conservación de suelo y agua que involucran la labranza mínima y la selección de sistemas de cultivos tolerantes a la sequía ajustados al patrón de distribución de la lluvia, practicados de una manera consistente y prolongada, han logrado anteponer al abuso la actitud de conservación del recurso y obtener una producción redituable ascendente; en síntesis, han impuesto una agricultura sustentable.

En esos procesos el componente genético, como elemento transformador de cualquier esfuerzo involucrado, ha sido esencial: una amplia colección de leguminosas entre otras especies en Australia, y una selección de diversas especies y procesos de enriquecimiento de nutrientes en Estados Unidos.

La selección y uso de las plantas con doble propósito en México, grano y forraje fresco, especialmente el rastrojo seco del maíz, es aprovechado en las áreas temporaleras. Sin embargo, si se seleccionara y usara verde para ensilado, en vez de rastrojo seco, podría equiparar los ingresos a los obtenidos con el grano y aumentar la calidad nutricional del forraje. Esto permitiría reforzar el subsistema pecuario y tener una ganancia adicional por la retransformación del insumo agrícola. Esto es exten-

sible a otras especies cultivadas cuyo follaje es aprovechado por el ganado (MUÑOZ; 1992, 277)

La conservación del recurso genético es preocupación de los países desarrollados, pero queda fuera del ámbito de los generadores y poseedores de la diversidad y variabilidad. No está exenta de actitudes de monopolio explotador de dicho recurso, y de un manejo en forma discriminatoria y restrictiva inclusive para los grupos étnicos que produjeron las bases de la biodiversidad.

Es posible definir una estrategia de aprovechamiento de los recursos genéticos, considerando la forma como está estructurada la variación, la manera como se generó y de acuerdo a las necesidades futuras. Desde luego, la perspectiva de la sustentabilidad implica considerar los aspectos ecológicos, socioeconómicos y culturales.

V. COROLARIO

Para lograr una agricultura sustentable es necesario utilizar tecnologías apropiadas y compatibles con los nichos ecológicos donde se desarrolla, a fin de no alterar y mantener los factores naturales de la producción. La perspectiva ambiental del desarrollo se inscribe dentro de una estrategia de transformaciones tecnológicas y sociales, capaz de promover un crecimiento menos polarizado y un desarrollo sostenido.

Los sistemas ecológicos reaccionan a las acciones humanas de acuerdo con la naturaleza de la acción y con su propia dinámica interna. Estas respuestas pueden a su vez producir efectos directos sobre el sistema humano y sobre el sistema ambiental externo. De aquí que la respuesta del sistema ecológico frente a la colonización de nuevas áreas

para agricultura intensiva, intervendrá en la organización del sistema, ya sea en un aumento de la fertilidad o en la degradación del suelo agrícola, reflejándose de esta manera en acciones futuras, como la intensificación agrícola o el abandono de tierras.

El manejo que el productor campesino haga de los recursos naturales y de su propia fuerza de trabajo, dependerá del grado en que pueda satisfacer sus necesidades básicas y las de su familia. Los agricultores que han adoptado en México los sistemas agrícolas sustentables, han mostrado tener operaciones productivas rentables. Parte de las virtudes de esta agricultura es la reducción que se hace de los insumos agroquímicos, lo que se traduce en una disminución de los costos de producción y del potencial del riesgo debido a condiciones ambientales adversas.

Tanto en el concepto de agricultura sustentable como en el de agricultura alternativa se da énfasis en el uso de prácticas que permitan controlar la erosión acelerada del suelo, bien sea a través de la rotación de cultivos, del uso del suelo de acuerdo a su capacidad y potencialidad, y de la utilización de labranza de conservación.

La preservación del suelo como recurso productivo a nivel parcelario se basa en principios desarrollados a lo largo de los siglos, como son: los métodos de control de la erosión, el empleo racional del agua, la complementación de los nutrientes demandados por las plantas que el suelo contiene en forma deficitaria a través del sistema de cultivo alternado, o bien, mediante el uso de principios biológicos como abonos verdes o estiércoles. Todos ellos son la base de una agricultura sustentable, desconocer sus bondades y reiniciar un nuevo proceso de búsqueda de respuestas sería un error histórico.

BIBLIOGRAFIA

- ASHBY, W.R. (1976): *Introducción a la cibernética*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
- COLLINSON, M.P. (1978): The evaluation of innovations for peasant farming. *East African Journal of Rural Development*, 2, pp. 78-97
- DAHLIN, B.H. (1985): La geografía histórica de la antigua agricultura maya. *Historia de la agricultura. Epoca Prehispánica. Siglo XVI*. México, Colección Biblioteca INAH, Secretaría de Educación Pública, pp. 125-196.
- FUENTES, L. (1988). Irrigación y urbanismo en la Cuenca Mesoamericana de México. *Revista Geográfica*, 107, PP. 5-28.
- HERNANDEZ X., E. (1977): *Agrosistemas de México*. Chapingo, Colegio de Posgraduados.
- LEFF, E. (1980): Ecología y capital: una reflexión teórica. *Antropología y Marxismo*, 3, pp. 46-83.
- LEYVA, L. (1991): *Ometeotl: Tanacatecuhtli-Tonacacihuatl (Señor y Señora de nuestro sustento)*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- LUNA, M.C. (1990): *Cambio en el aprovechamiento de los recursos naturales del suroeste de Tlaxcala, México*. Chapingo, Colegio de Posgraduados.
- MC WILLIAMS, J.R. (1988): Striving for sustainability in dryland farming: the Australian Experience. *Porcc. Intern. Conference on Dryland Farming*. pp. 45-59.
- MUÑOZ O., A. (1992): Aprovechamiento de recursos genéticos y agricultura sustentable. *Agricultura sustentable*.

- table. Una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental.* Chapingo, Colegio de Posgraduados. pp. 270-293.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1989): *Alternative Agriculture.* Washington D.C., Natural Academy Press.
 - PARRA V., M.R., HERNANDEZ X., E., GARCIA M., E. Y CUANALO H. (1988): Estrategias de producción de maíz de temporal en un elejido de la Cuenca de México. *Agrociencia*, 71, pp. 92-120.
 - ROJAS, R.T. (1985): La tecnología agrícola en Mesoamérica en el siglo XVI. *Historia de la agricultura. Epoca Prehispánica. Siglo XVI.* México, Colección Biblioteca. INAH, Secretaría de Educación Pública, pp. 198-242.
 - SARUKHAN, J. y MASS, J.M. (1990): Bases ecológicas para un manejo sostenido de los ecosistemas: el sistema de Cuencas hidrológicas. *Medio ambiente y desarrollo en México.* México, UNAM-Editorial Porrúa. pp. 128-166.
 - STEWART, B.A. (1988): Dryland Farming. The Northamerican Experience. *Procc. Intern. Conference on Dryland Farming.* pp. 54-59.
 - URIAS M., C. (1992): Agricultura orgánica en hortalizas para exportación. *Agricultura sustentable. Una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental.* Chapingo, Colegio de Posgraduados. pp. 76-98.
 - WILKEN, G.C. (1987): *Good farmers. Traditional agricultural resouce management in Mexico and Central America.* Berkeley, University of Califronia Press.
 - WILLIAMS, D.E. (1985): *Tres arvences solanaceas comestibles y su proceso de domesticación en el Estado de Tlaxcala, México.* Chapingo, Colegio de Posgraduados.