

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Facultad De Estudios Superiores Iztacala
BIOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

El agroecosistema bajo las condiciones ecológicas del bosque mesófilo de montaña en el ejido “Duraznos”, municipio de Huayacocotla-Veracruz, México.

Presenta:
Juan Carlos Flores Larios

Director de tesis: **Dr. Diódoro Granados Sánchez.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
Índice general	I
Índice de cuadros y figuras	II
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3
JUSTIFICACIÓN	4
MARCO TEORICO	
Agroecología	5
Historia de la Agroecología	6
Funcionamiento de los ecosistemas	7
Agricultura	
El origen del hombre	9
Domesticación	11
Origen y desarrollo de la agricultura	18
Malezas	24
La agricultura sustentable y los agroecosistemas	25
Bosque mesófilo de montaña	27
ANTECEDENTES	32
	I
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
Perfil histórico cultural	38

Marco social	39
METODO	42
RESULTADOS	
Subsistema cultivo	43
Subsistema Huerto Familiar	45
Subsistema Plantas Medicinales	46
Subsistema Bosque	49
Subsistema Cercovivo	53
Subsistema Animal	55
Caracterización de la zona de estudio	57
DISCUSIÓN	64
CONCLUSIÓN	72
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXO I	81
ANEXO II	83

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Mapa de sitios de domesticación (Fig. 1)	16
Centros de origen de la agricultura (Fig. 2)	20
Evolución del Maíz (Fig. 3)	23
Mapa de vegetación (Fig. 4)	28
Zona de estudio (Fig. 5)	40
Bosque Mesófilo (Fig. 6)	41
<i>Pinus leiophylla</i> (Fig. 7)	51
<i>Pinus patula</i> (Fig. 8)	52
Extracción de aguamiel (Fig. 9)	55
Plantas domesticadas (Cuadro 1)	14
Técnicas de producción (Cuadro 2)	43
Epocas de siembra y cosecha (Cuadro 3)	45
Especies útiles del bosque (Cuadro 4)	49

RESUMEN

La mayor parte de la producción de alimentos en México proviene de las zonas rurales, y las investigaciones en este sentido por lo tanto son primordiales para aspirar a un íntegro desarrollo social. Asimismo, los productos alimenticios son cultivados en sistemas transformados conocidos como agroecosistemas los cuales han sido mantenidos en el tiempo por diversos grupos indígenas, quienes a través de sus conocimientos que se transmiten de generación en generación han logrado conservar la productividad alimenticia para nuestro país.

Las condiciones ambientales adversas a las cuales se enfrentan los campesinos son en gran medida el motivo por el cual se ve disminuida la productividad agrícola en varias regiones del país, además de restringirse los accesos a otros recursos que muchas veces no pueden obtener en los ambientes cercanos a ellos.

Esta investigación describe la respuesta de los sistemas de producción agrícola frente a condiciones adversas de temperatura y disponibilidad de luz solar plena, del mismo modo muestra las técnicas que los habitantes del ejido “Duraznos” aplican para obtener una cosecha lo suficientemente buena que les permita satisfacer sus necesidades alimenticias y que estas técnicas de productividad puedan ser transmitidas a las siguientes generaciones.

En el bosque mesófilo de montaña estudiado, el factor limitante fue la luz solar, principalmente para el maíz y no así para el frijol o las hortalizas, la humedad fue el factor determinante en el buen desarrollo de estos cultivos, en esta región la lixiviación no es un factor limitante en el crecimiento de ellos, la fisiología del maíz (C₄) fue de relevante importancia en la descripción de su desarrollo y rendimiento, pues la pérdida de agua a través de la transpiración aunado a la gran demanda de luz solar repercute en sus bajos rendimientos de productividad.

La vegetación arbórea del bosque juega el papel más importante para el mantenimiento del clima, ya que la captación de la humedad a través del follaje, principalmente por parte de *Pinus patula* permiten mantener la humedad dentro del bosque, humedad que es aprovechada por los cultivos que aquí se practican y que compensa en parte la falta de energía solar para el maíz, además esta humedad, mantiene con agua los ríos y arroyos de la región durante la época sin lluvias.

El manejo racional de estos bosques es de primordial importancia, ya que de estos dependen una considerable cantidad de grupos sociales, el no atender problemas relacionados con la perturbación de estos ecosistemas conllevarán a graves problemas ambientales, hasta el grado de considerarse un asunto de emergencia nacional.

INTRODUCCION

A través del tiempo el ser humano ha venido adquiriendo conocimientos y habilidades con el fin de satisfacer su necesidad de alimentarse, y para ello explota los recursos bióticos de su entorno, los cuales varían de acuerdo a las diferentes regiones geográficas en que vive el hombre.

En la ecología la unidad básica de estudio es el ecosistema. Al estudiar las relaciones y los procesos ecológicos fundamentales dentro de un campo de cultivo es necesario aplicar los métodos que la Agroecología proporciona para su análisis y descripción, entonces la unidad de estudio es el agroecosistema.

De ahí que desde hace miles de años el ser humano obtuvo sus alimentos de combinaciones naturales entre plantas y animales; en la actualidad la mayor parte de su alimento proviene de sistemas manipulados referidos como agroecosistemas

La agroecología proporciona la metodología necesaria para tener un conocimiento profundo de la naturaleza y de los agroecosistemas, así como también los principios mediante los cuales funciona. La agroecología no sólo estudia la genética, agronomía, y edafología de los agroecosistemas sino que también contempla para su estudio, los niveles de coevolución o evolución, estructura y función ecológica y social.

Un sistema de producción agrícola está conformado por poblaciones de cultivo, malezas, insectos y microorganismos, así como 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.

La relación de las poblaciones bióticas con los factores físicos es fundamental en la eficiencia del sistema agrícola, ya que dicha relación determina la presencia o ausencia de sólo algunos tipos de cultivos adaptados a ciertas condiciones tales como disponibilidad de agua de temporal o de riego, clima cálido, tropical o frío, efecto de sombra, suelos francos, franco-limosos o franco-arcillosos, principalmente.

Las zonas templadas húmedas de México se caracterizan por estar expuestas a una niebla permanente o frecuente, captar gran cantidad de precipitación pluvial, además del clima fresco y las pendientes pronunciadas, son características ambientales propias del bosque mesófilo de montaña, lo que significa que la productividad agrícola suele ser baja.

Este trabajo plantea la necesidad de conocer las características de la productividad en una comunidad ocupada por el bosque mesófilo de montaña en Veracruz, para lo cual se establece lo siguiente como:

OBJETIVOS

Objetivo general:

Analizar y describir los sistemas de producción en el ejido los Duraznos, municipio de Huayacocotla, Veracruz, en relación con las condiciones ambientales que imperan en este sitio y que repercuten directamente en las formas y técnicas para la obtención de recursos.

Objetivos particulares:

Definir la estructura y función del agroecosistema bajo las condiciones ecológicas presentes.

Analizar la interrelación sociocultural implícita en el agroecosistema para conseguir su reproducción espacio-temporal.

JUSTIFICACION

Considerando los diversos estadios de las relaciones del hombre con el ambiente, éste se puede dividir en tres, según Toledo (1980): ambiente natural, representado por los ecosistemas donde se ubica el sistema de producción, es decir el sistema natural tal y como existe; el ambiente transformado, constituido por aquellos espacios dedicados a la forestería, agricultura, ganadería y pesca, entre otros, o sea los sistemas intervenidos o agroecosistemas; y el ambiente social, integrado por aquellos sectores de la totalidad social que estando fuera del ecosistema transformado establecen relación con la comunidad. La presente investigación se centra en los agroecosistemas, no obstante para su análisis se tienen en cuenta los tres estadios planteados.

La producción de alimentos en México no es suficiente para satisfacer las necesidades de alimentación de una población cada día más creciente, lo cual representa un grave problema. La mayor parte de la producción de cosechas proviene principalmente de regiones sujetas a la agricultura de temporal donde existen condiciones ecológicas desfavorables que limitan la productividad, aunado esto a la falta de tecnología eficiente y recursos para tratar de incrementar la producción.

En la zona de estudio se presenta una problemática similar, ya que está sujeta a una agricultura temporalera; en donde el clima que predomina está determinado por las nieblas que se presentan durante la mayor parte del año, y a pesar de que las aguas subterráneas son frecuentes, no son lo suficientemente abundantes para poder practicar agricultura de riego, por lo que con fines de subsistencia los campesinos se ven obligados a realizar otras prácticas complementarias como la cría de animales, entre estas la ganadería, lo cual lleva implícito un cambio en el uso del suelo hasta su total abandono, tal situación representa una problemática de índole social y cultural, dado que pone en riesgo la pérdida de las técnicas de producción tradicionales o la sustitución de éstas, las que por mucho tiempo han dado subsistencia mediante su práctica a los habitantes del ejido “los Durazos”.

MARCO TEORICO

AGROECOLOGIA

En los albores de la agricultura se inicia la domesticación con una tendencia a manejar un gran número de plantas y animales útiles, como proceso gradual asociado a la historia del hombre. Con el desarrollo de las civilizaciones el manejo de la diversidad enfrenta un nuevo esquema en donde se seleccionan ciertos recursos afines a la nueva cultura urbana, esto ocasiona la pérdida de diversidad y conocimientos acerca del manejo ecológico de los sistemas agrícolas (Granados y López, 1996).

A medida que los investigadores exploran los sistemas agrícolas tradicionales, reliquias modificadas de formas agronómicas más antiguas, hacen evidente que muchos sistemas agrícolas desarrollados localmente, incorporan cotidianamente mecanismos de adaptación de los cultivos a las condiciones ambientales naturales, y mecanismos de protección contra la depredación y competencia. Estos mecanismos utilizan insumos renovables presentes localmente, así como los rasgos culturales ecológicos y estructurales de las parcelas, los terrenos en descanso y de la vegetación circundante.

En estas condiciones la agricultura involucra la administración de otros recursos además del cultivo. Estos sistemas de producción fueron desarrollados para minimizar los riesgos ambientales y económicos manteniendo la base productiva agrícola a través del tiempo. El estudio de los sistemas naturales enfocado hacia la distribución y abundancia de los organismos es llevado a cabo por la ecología, pero cuando se trata de sistemas de producción agrícola, la ciencia encargada de estudiar dichos sistemas es la agroecología.

La agroecología incorpora ideas sobre un enfoque de la agronomía ligado al medio ambiente y socialmente sostenible; centrado no sólo en la producción sino además en la sustentabilidad ecológica de los sistemas de producción. A esto podría llamarse uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica características sobre la sociedad y la producción que van más allá de la parcela de cultivo. *En un sentido más restringido, la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro de los campos de cultivo, tales como las relaciones depredador/presa o competencia cultivos/maleza. En el punto central de la agroecología está la idea de que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en la vegetación, tales como los ciclos de nutrientes, interacciones depredador/presa, competencia, comensalismo y sucesión también ocurren. La agroecología se centra en las relaciones ecológicas de las parcelas y su propósito es esclarecer la forma, dinámica y función de estas relaciones.* Por medio del conocimiento de los procesos y relaciones de los sistemas agroecológicos estos pueden ser administrados mejor, con menor impacto ambiental y social, sostenidamente y con menor uso de aportes, por lo tanto, al predio agrícola se le considera como un tipo especial de ecosistema con base en el conjunto de procesos e interacciones que intervienen dentro de un sistema de cultivo (Altieri, 1991).

AGROECOSISTEMAS

Tan pronto como el hombre interviene en un ecosistema con la finalidad de aprovecharlo se tienen a los sistemas de producción agrícola, a los sistemas de producción pecuaria y a los sistemas de producción forestal (Márquez, 1976).

Los sistemas son simplemente conjuntos de componentes que interaccionan unos con otros de tal forma que cada conjunto se comporta como una entidad completa, son sistemas agrícolas lo que tienen un propósito agrícola; también son ecosistemas si, como suele ser el caso, tienen uno o más componentes vivos (Speeding, 1979). Cada componente dentro del sistema funciona como una unidad y por lo tanto se le denomina subsistema.

Un sistema ecológico es una unidad procesadora de energía, está regulado por la disponibilidad de nutrientes y limitado por el clima. La energía es el combustible necesario para que se efectúen los procesos ecológicos, y dado que un sistema es una unidad compleja, cada uno de sus componentes deben actuar para preservarlo y restaurarlo en las perturbaciones de acuerdo a cierto nivel jerárquico, es decir, el sistema está compuesto por subsistemas y a su vez cada subsistema se agrupa en un nivel de organización de acuerdo a su complejidad para poder producir.

Un ecosistema está constituido por todos los organismos de un área determinada interactuando con el ambiente físico, donde se originan flujos de energía y ciclos de materiales, a través de los componentes estructurados del sistema. *El agroecosistema es una unidad compuesta por el complejo total de organismos de un área agrícola, junto a todo el ambiente físico externo condicionado por las actividades agrícolas, industriales y sociales del hombre, es también un ecosistema domesticado, intermedio entre ecosistemas naturales y ecosistemas fabricados, por ejemplo los bosques y ciudades respectivamente.*

Se definen a los ecosistemas como unidades funcionales de la biosfera, generalmente autorreguladores (aunque con perturbaciones) y con propiedades distintivas derivadas de sus componentes estructurales y sus interrelaciones. *Los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en que:*

- 1) La energía que ayuda a la productividad proviene de la labor humana o animal más que de energía natural.
- 2) Hay disminución en la diversidad por el manejo humano, encaminado a maximizar la producción de alimentos específicos y otros productos.
- 3) Los animales y plantas dominantes están bajo selección artificial en vez de natural.
- 4) En el ecosistema natural hay una realimentación interna del subsistema, en cambio, los agroecosistemas dependen principalmente de la labor humana.

Un agroecosistema es un sistema originado por la acción del hombre sobre el ecosistema natural y tiene como objetivos la utilización del medio en forma sostenida para obtener plantas o animales de consumo inmediato o transformables (Montaldo, 1985).

Las características básicas de todo agroecosistema son tres:

- a) Eficiencia del sistema fotosintético, es decir, se buscan plantas que capten el máximo de energía solar y la transformen en energía aprovechable.
- b) Que las plantas tengan un bajo nivel de pérdida de energía por evapotranspiración, ya que las plantas acumulan energía y a la vez ocupan esa energía en sus procesos vitales, en los genotipos experimentales se busca una alta asimilación neta, se desea que la tasa de asimilación neta sea cada vez mayor y la energía utilizada en respiración cada vez menor.
- c) Se busca que la tasa de asimilación neta se reparta en diferentes partes del cultivo, especialmente hacia órganos que sean útiles al hombre.

Aunque los agroecosistemas no son exactamente ecosistemas naturales, todavía pueden considerarse ecosistemas, y en general todos los conceptos ecológicos tales como flujo de energía, ciclaje de materiales y otros, son aplicables en su estudio. Como los agroecosistemas contienen poblaciones de plantas y animales que interactúan, otros conceptos ecológicos relacionados con la interacción entre poblaciones tales como competencia y relación depredador-presa, también tienen aplicación. Sin embargo para que un ecosistema sea considerado como agroecosistema debe contar por lo menos con una población de utilidad agrícola, los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en otro aspecto, tan importante como la existencia de poblaciones agrícolas, y eso es, que el desempeño del agroecosistema está regulado por la acción del hombre (Hart, 1980).

Al intervenir el hombre, la fuente de energía será variable de acuerdo a la cantidad de trabajo humano, mecánico y animal que se invierta, dicho trabajo reeditaré en una productividad o rendimiento manifestado en peso del producto que se desee obtener y el que a su vez se puede transformar en energía producida y así obtener la eficiencia del agroecosistema (Márquez, 1976).

Cuando se analiza la productividad de un campo cultivado, es conveniente diferenciar entre productividad biológica o primaria y productividad económica o agrícola. La primera se refiere a la cantidad total de materia orgánica que la vegetación o campo cultivado produce incluyendo raíces, tallos, hojas, frutos, etc.. La segunda es parte de la primera, y se refiere a la producción del órgano u órganos de importancia económica para el hombre, como son los granos de los cereales, los tubérculos de la papa, las maderas de los árboles, los frutos de ciertas plantas, etc.(Granados y López, 1996).

La Historia de la Agroecología.

Las dos ciencias de las cuales se deriva la agroecología -ecología y agronomía- han tenido una inadecuada relación durante el siglo XX. A la Ecología se le ha relacionado primordialmente con el estudio de los sistemas naturales, en tanto que la Agronomía ha contribuido en la aplicación de los métodos científicos de investigación agrícola. Las limitantes entre las diferentes ciencias puras y su aplicación, así como el poco esfuerzo humano, han conservado relativamente separadas a estas dos disciplinas, con el dominio de la agricultura sobre la agronomía. Sólo recientemente, con muy pocas excepciones, se le ha dedicado mucha importancia a el análisis ecológico de la agricultura.

Un caso temprano de la relación entre ecología y agronomía sucedió en los años 1920s con el desarrollo del campo de cultivo ecológico. Los cultivos ecológicos llamaron la atención por el crecimiento de las cosechas y las condiciones ecológicas sobre las cuales crecieron mejor. En los años 1930s los ecólogos de campo propusieron el término *agroecología* para la aplicación ecológica de la agricultura. Sin embargo la ciencia de la ecología se transformó en una ciencia experimental de los sistemas naturales, los ecólogos dejaron la aplicación de la ecología a los agrónomos y el término *agroecología* parecía estar olvidándose. Posteriormente la ecología siguió una dirección como ciencia pura, la agronomía orientó resultados hacia el incremento de productos, en parte por el incremento en la mecanización de la agricultura y gran uso de los productos químicos agrícolas. En los 1950s la maduración del concepto ecosistema promovió algunas renovaciones interesantes en ecología de cultivos y algunos trabajos denominados en agricultura ecológica, el concepto ecosistema proviene en primera instancia de la examinación de la estructura global de la agricultura desde una perspectiva ecológica, aunque realmente pocos investigadores siguen este camino. En los 1960s y 1970s, el interés en la aplicación de la ecología en la agricultura gradualmente adquirió importancia sobre todo en estudios relacionados con comunidades y poblaciones ecológicas. Para los 1970s más ecólogos comenzaron a ver a los sistemas agrícolas como áreas legítimas de estudio y más agrónomos vieron el valor de la perspectiva ecológica, es entonces cuando los fundamentos de la agroecología crecieron más rápidamente. En los inicios de los 1980s, la agroecología surgió como una metodología distinta y un concepto global para el estudio de los agroecosistemas. Como esta influencia creció, la agroecología contribuyó en el desarrollo de la sustentabilidad en la agricultura. La sustentabilidad provee en parte la convergencia de la investigación agroecológica, aproxima a sistemas completos agroecológicos, y brinda el conocimiento de la dinámica del equilibrio que representa una buena teoría, así como sustenta sus propias bases (Gliessman, 2000).

Hoy, la agroecología continúa con límites establecidos. Por un lado *la agroecología estudia los procesos ecológicos en el agroecosistema, por otro lado, ésta es un agente cambiante en el complejo social, es decir, estudia los cambios que suceden en los sistemas de producción agrícola como consecuencia de la acción del ser humano sobre el sistema natural, así mismo considera los cambios que pueden ocurrir en un futuro en la agricultura, encaminada hacia una verdadera agricultura con bases sustentables.*

FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES

El funcionamiento de los ecosistemas naturales se refiere al proceso dinámico que ocurre en su interior: el movimiento de materia y energía y las interacciones y relaciones de los organismos y materiales en el sistema, esto es especialmente importante en agroecosistemas ya que la función puede marcar la diferencia entre el éxito o el fracaso de un cultivo. Los procesos fundamentales en cualquier ecosistema son el flujo de energía entre las partes y el ciclo de nutrimentos.

Flujo de Energía.

Cada individuo en un ecosistema usa constantemente energía para llevar a cabo sus procesos fisiológicos, por lo tanto, sus fuentes de energía deben ser continuamente renovadas. La energía que fluye en un ecosistema es el resultado de la captura de energía solar por las plantas, las productoras del sistema. Así, la energía se mantiene almacenada en las estructuras químicas de la biomasa que las plantas producen. Los ecosistemas varían en su capacidad de convertir la energía solar en biomasa. Se puede medir la cantidad total de energía que las plantas han incorporado al sistema a través de estimar el peso de la biomasa de la **cosecha en pie**, también se puede medir la tasa de conversión de energía solar a biomasa, este proceso se llama **productividad primaria bruta**, la cual se expresa usualmente en términos de kcal/m²/año. Cuando la energía que usa la planta para su propio mantenimiento se sustrae de la productividad primaria bruta, se obtiene la **productividad primaria neta**.

Los hervíboros (consumidores primarios) se alimentan de la biomasa vegetal y la convierten en biomasa animal, los depredadores y parásitos que se alimentan de los hervíboros u otros consumidores conforman el grupo de consumidores secundarios, terciarios, etc., continuando así el proceso de conversión de biomasa en otros niveles tróficos. Sin embargo, solamente un pequeño porcentaje de la biomasa de un nivel trófico se convierte en biomasa en el siguiente nivel trófico. Esto se debe a que gran cantidad de la energía consumida, hasta 90%, es utilizada para funcionamiento del organismo en cada nivel trófico. Adicionalmente, otra importante cantidad de biomasa en cada uno de los niveles no es consumida (y parte de la que es consumida no es digerida totalmente), esta biomasa en forma de materia muerta y/o fecal es consumida eventualmente por los organismos **detritívoros** y **descomponedores**. El proceso de descomposición libera en forma de calor mucha de la energía que fue utilizada en la formación de la biomasa y la restante se incorpora al suelo como materia orgánica.

Ciclo de Nutrimentos.

En adición a la energía, los organismos requieren entrada de materia para mantener sus funciones vitales. Esta materia -en forma de nutrimentos que contiene una variedad de elementos y compuestos cruciales- es usada para formar células, tejidos y las complejas moléculas orgánicas que se requieren para el funcionamiento de células y organismos.

El ciclo de nutrientes en un ecosistema está conectado al flujo de energía: la biomasa transferida de un nivel trófico a otro contiene tanto energía como nutrientes. La energía sin embargo, fluye en los ecosistemas en una sola dirección -sol, productores, consumidores, atmósfera. En contraste, los nutrientes se mueven en ciclos- pasando de los componentes bióticos a los abióticos y regresando a los bióticos. Debido a que tanto los componentes bióticos como los abióticos están involucrados en este proceso, estos se denominan **ciclos biogeoquímicos**.

Muchos nutrientes son reciclados en el ecosistema. Los nutrientes más importantes son: carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), fósforo (P), azufre (S) y agua. Con excepción del agua cada uno de estos se conocen como **macro nutrientes**. Dependiendo del elemento y la estructura trófica del ecosistema, cada nutriente sigue una ruta específica; sin embargo, se conoce la existencia de dos tipos básicos de ciclos biogeoquímicos. Para el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, la atmósfera funciona como un banco de reserva abiótico, de tal modo que se pueden visualizar ciclos a nivel global. Una molécula de dióxido de carbono exhalado por un organismo en un lugar cualquiera, puede ser incorporada en la biomasa de una planta localizada en el lado opuesto del planeta.

Otros elementos son menos móviles y se reciclan más localmente dentro de un ecosistema, por ejemplo el fósforo, azufre, potasio, calcio y la mayoría de los micro nutrientes, esto se debe principalmente a que el suelo es su principal banco de reserva abiótica. Estos nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, almacenados por cierto tiempo en la biomasa y eventualmente, retornan al suelo por la actividad de los organismos descomponedores.

Algunos nutrientes pueden existir en formas que son fácilmente disponibles para los organismos. El carbono es un ejemplo de esto, ya que se mueve fácilmente de su forma abiótica en la atmósfera, ejemplo el CO_2 , a la forma biótica, ejemplo carbohidratos en las plantas o animales durante su ciclo. El tiempo de permanencia del carbono en la materia viva, muerta o como humus en el suelo varía mucho, pero para ser incorporado en forma de biomasa, debe retornar a la atmósfera en forma de CO_2 .

En la atmósfera, los nutrientes existen en formas poco disponibles para ser utilizados, de modo que deben convertirse en otras formas antes de ser utilizados. Un ejemplo es el nitrógeno atmosférico (N_2). La conversión de nitrógeno molecular (N_2) a amoníaco (NH_3) se logra mediante un proceso de fijación biológica por microorganismos. Así se inicia el proceso que convierte al N_2 en forma disponible para las plantas. Una vez incorporado en la biomasa vegetal, este nitrógeno fijado puede ser parte de la reserva del suelo y eventualmente, puede ser absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3). En tanto que este nitrógeno no abandone el sistema en forma de gas como amonio u óxido de nitrógeno, este nutriente puede ser ciclado dentro del ecosistema. Por otro lado el fósforo no tiene una forma gaseosa significativa. Este se incorpora lentamente al suelo debido a la intemperización de ciertas rocas.

AGRICULTURA

El origen del hombre.

Los primates son un orden de mamíferos que incluyen a los lemures, fitis, póngidos y al hombre (Simons, 1972). Se originan a partir de mamíferos insectívoros hace al menos unos 60 millones de años.

Su evolución está relacionada con la formación del bosque tropical desde hace 120 millones de años, en donde se presentan nichos potenciales para una vida arborícola herbívora. Los monos como los antropoides se alimentan en las copas de los árboles, pero explotan los recursos alimenticios en forma diferente. Los monos corren por las ramas y las usan como un sistema de caminos entrecruzados; en cambio, los antropoides arborícolas se balancean de rama en rama mientras el cuerpo cuelga bajo las ramas. Como consecuencia de las distintas formas de locomoción, los monos y los antropoides desarrollaron diferentes hábitos alimenticios, aunque ambos viven en la bóveda forestal (Monreau, 1966).

Hace aproximadamente unos 30 ó 40 millones de años, después de la aparición de los primeros primates, el proceso evolutivo condujo a los primates hacia tres tendencias adaptativas: (1) los prosimios, con los lemures y tarsianos actuales, (2) los monos y (3) los antropoides. Los prosimios, a juzgar por los parientes actuales, eran predominantemente nocturnos, frecuentemente insectívoros y seleccionados para ocupar la bóveda forestal del bosque tropical. Su estrategia para comer era el acercamiento lento y sigiloso a la presa descuidada. Los otros primates siguieron dos canales evolutivos: la alimentación en la superficie de las copas de los árboles y la alimentación dentro o debajo de las copas de los árboles. Los antropoides evolucionan para ocupar otro tipo de nicho, al interior de la bóveda, donde los frutos y hojas colgantes son menos accesibles a los monos de superficie (Granados y López, 1996).

Hace unos 30 millones de años el bosque tropical africano se extendía hacia el norte, sobrepasando los actuales límites, llegando hasta las costas mediterráneas. Además, un tipo intermedio de bioma, la sabana, se entrecruzaba y distribuía por todo el continente. La expansión y retroceso de los biomas de sabana y bosque, respectivamente, seleccionó a los primates capaces de explotar los recursos del suelo. Los monos y antropoides respondieron a esta selección dando lugar a los mandriles o babuinos y al hombre.

Aparentemente el linaje de los antropoides surgió de dos formas. Por un lado el *Parantropus* vivía en las regiones verdes del sur y oeste de África, era vegetariano (se alimentaba de frutos y raíces), su pecho tenía forma de barril, era de osamenta grande, de mandíbula amplia y de cerebro pequeño. El otro era el *Australopithecus*, bajo y delgado, con mandíbula ligeramente sobresaliente y los caninos e incisivos muy desarrollados; como cazador recolector se alimentaba de carroña, frutos y raíces, fue uno de los primeros

en fabricar herramientas con huesos de animales. Sus hábitos de cazador indudablemente agudizaron su inteligencia y la evidencia parece indicar que, tanto el *Parantropus* como el *Australophitecus* ocuparon las mismas áreas; este último desplazó al primero y así el *Parantropus* desapareció pronto de la escena africana (Boughey, 1975).

Al extinguirse el *Australophitecus* en su lugar apareció el *H. erectus*, con piernas largas y rectas, nariz chata, frente obtusa, la línea del rostro grande y un cerebro mayor al del *Australophitecus* pero más pequeño que el del hombre moderno. Hace unos 250 000 años ocurrió la desaparición del *H. erectus* y el surgimiento del *H. sapiens*, las diferencias entre las dos especies es mínima; un mayor crecimiento de la caja craneana, un cráneo alto, caras más aplastadas y arcos superciliares menores, la evolución de *H. erectus* a *H. sapiens* pudo haber sido más o menos paralela en muchas zonas geográficas (Deevey, 1960).

Domesticación.

El hombre primitivo al explorar el medio ambiente conjuga experiencias que le permitieron manejar los recursos naturales para la más eficiente satisfacción de sus necesidades. En relación con los elementos vegetales, acumula 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 de suelo, la destrucción de plantas competitivas, selección de plantas útiles, etc.. Sobre el origen de las plantas cultivadas, en la época antigua, imperaba una concepción mitológica, ya que se creía que éstas llegaron al hombre como un don de los dioses; prueba de ello es la veneración a diferentes deidades en cada civilización que se suponía otorgaron dichos beneficios, así por ejemplo, en Egipto se adoró a la diosa Isis como fundadora de la Agricultura, en Grecia a Demeter, en Roma a Ceres, en China a Shenmung (representado por la cabeza de un buey), en Perú a Viracocha, en México a Quetzalcoatl (y quizás también a Tláloc), etc. (Granados y López, 1996).

La palabra domesticación viene del latín “*domus*”, que significa casa, hogar, por tanto, la domesticación de plantas implica la incorporación de estas a la economía familiar. De acuerdo a Harlan (1975), la domesticación de las plantas trae consigo cambios genéticos, gracias a los cuales las plantas quedan mejor adaptadas a las condiciones de los ambientes humanizados, en el sentido de creados por el hombre, con detrimento de su adaptación a las características naturales. Otra consideración planteada por el mismo autor, es que la domesticación como proceso evolutivo que es, se produce en forma gradual, por lo que es posible encontrar estados intermedios de domesticación de plantas que van desde las razas salvajes hasta las domesticadas. Así vemos, que la mayoría de nuestras plantas de cultivo presenta razas salvajes que pueden vivir sin el hombre, razas arvenses que sobreviven debido al hombre en los habitats antropogénicos (y a pesar del esfuerzo del hombre por deshacerse de ellas) y las razas cultivadas que exigen cuidados especiales para su supervivencia. Harlan además propone, que el paso de

razas silvestres a arvenses y domesticadas se da por varias vías y más precisamente por interacción múltiple, entre las que apunta a las siguientes:

- a) Cultivo de plantas salvajes que presentan tendencias colonizadoras de hábitat perturbados (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.

Las plantas cultivadas son variedades seleccionadas con anterioridad de una parte de la diversidad total disponible de una especie. Al respecto (Flannery, 1973. Citado en Granados y López, 1996), indica que en el proceso de la domesticación de plantas, el hombre sólo manipula aquellas que le son útiles y poseen características más propias para el cultivo. Esto resulta evidente al analizar las características generales que poseen las plantas domesticadas, entre las que se pueden citar las siguientes:

- a) En su mayoría son anuales.
- b) Producen un alto rendimiento.
- c) Toleran una amplia variación de hábitats perturbados.
- d) Se almacenan con facilidad.
- e) Tienen plasticidad genética (responden a cambios favorables que las hacen más productivas, más fáciles de cosechar o más fáciles de preparar).

De esta forma, como resultado de la domesticación de plantas, la diversidad dentro de las especies se restringe a los elementos que se van seleccionando durante el proceso (Frankel, 1975).

En términos generales la 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. Así vemos que las variedades creadas deben estar bien adaptadas a las condiciones climáticas, resistir a múltiples enemigos, tener un buen nivel de producción, deben satisfacer los gustos de los consumidores en cuanto a forma, sabor o color, responder a los criterios higiénicos y nutricionales, ser conservables, resistir el transporte, etc..

Durante el largo proceso de domesticación de plantas, los antiguos agricultores impusieron sus propias presiones de selección favoreciendo así ciertos genotipos mediante la modificación de las condiciones de crecimiento, aislando poblaciones de plantas y permitiendo el entrecruzamiento de poblaciones antes aisladas. Esta “selección artificial” facilitó la evolución de plantas cultivadas de mayor tamaño, mejor adaptadas al “agrohábitat”, a la vez que satisfacían mejor las exigencias de sabor, textura, facilidad

para ser cocinadas, nutrición, etc. (Hernández X., 1978, 1993; Hawkes, 1983. Citados en Challenger, 1998).

La zona de las tierras altas de Mesoamérica, que comprende parte de México y Guatemala, es uno de los centros primarios de domesticación de plantas, en el que se han domesticado unas 110 especies distintas de plantas (cuadro 1). Este centro comparte con otros similares el poseer una yuxtaposición de ecosistemas, tierras altas y bajas en cercanía y una gran diversidad tanto de microclimas como de especies de plantas silvestres. Esta proximidad de ambientes favoreció el intercambio y la difusión de estos recursos entre las antiguas poblaciones humanas de regiones adyacentes, que expuso las plantas silvestres a las presiones de selección de las distintas condiciones ecológicas (Vavilov, 1951; Harlan, 1971; Hawkes, 1983; Hernández X., 1993; Helms, 1975, citados en Challenger, 1998).

Conforme las plantas alimenticias eran sometidas al proceso de domesticación, la selección de los agricultores, tanto consciente como inconsciente, producía cambios genéticos y morfológicos favorables, entre los que se incluían la evolución de características como el “gigantismo”-que genera plantas de mayor tamaño y productividad-, la supresión de mecanismos de defensa y de dispersión que hacen más fácil su manejo y cosecha (la cosecha mediante hoces o mano fomenta las inflorescencias que retienen las semillas, lo que asegura su recolección, mientras las semillas que se liberan con facilidad se pierden durante la cosecha, desgastando esta característica), la germinación rápida y simultánea que asegura un cultivo de cosecha uniforme y la adaptación a un rango amplio de agrohábitats (Hawkes, 1983; Hernández X., 1993).

Las primeras evidencias de domesticación incipiente en México proceden de los restos vegetales de la cueva Guilá Naquitz, cercana a Mitla, Oaxaca; de las cuevas Ocampo del suroeste de Tamaulipas, y de las cuevas de la Sierra de Tamaulipas, si bien la secuencia más completa se halló en las cuevas del valle de Tehuacán en el estado de Puebla (Figura 1), los restos más antiguos registrados en Tehuacán datan de 7200 a.C. aproximadamente. La evidencia procedente de estos sitios consiste en los restos de varios cultígenos que incluyen las principales plantas domesticadas de México: maíz (*Zea mays*), frijoles (*Phaseolus spp*), calabazas (*Cucurbita spp*), chile (*Capsicum annum*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), aguacate (*Persea americana*), algodón (*Gossypium hirsutum*), nicotina (*Nicotina tabacum*), jitomate (*Lycopersicum esculentum*),-esta última posiblemente una planta arvense asociada al cultivo del maíz y fríjol que más tarde se convirtió en un cultivo secundario-, maguey y nopal, si bien los restos de estas tres últimas no se distinguen de las plantas silvestres, por lo que la evidencia de su domesticación no se incluye (Challenger, 1998).

Cereales		
<i>Panicum sonorum</i> (sauhui)	<i>Lycopersicum esculentum</i> (jitomate)	<i>Spondias mombin</i> * (ciruela)
<i>Zea mays</i> (maíz)	<i>Nopalea</i> spp. (nopalito)	<i>S. purpurea</i> (jocote)
Pseudocereales	<i>Opuntia</i> spp. (nopal)	
<i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto)	<i>Physalis philadelphica</i> (tomate)	Estimulantes
<i>A. leuocarpus</i> (amaranto)	<i>Piper sanctum</i> * (hoja santa)	<i>Agave atrovirens</i> (maguey pulquero)
<i>Hyptis suaveolens</i> (chia gorda)	<i>Porophyllum tagetoides</i> (papaloquelite)	<i>A. mapisaga</i> (maguey manso)
<i>Salvia hispanica</i> (chia)	<i>Sechium edule</i> (chayote)	<i>A. salmiana</i> (maguey pulquero)
	<i>Solanum nigrum</i> (chichiquelite)	<i>A. tequilana</i> (maguey tequilero)
	<i>Vanilla planifolia</i> * (vainilla)	<i>Datura stramonium</i> (toloache)
Leguminosas		<i>Lophophora williamsii</i> (peyote)
<i>Canavalia ensiformis</i> (haba blanca)	Frutos y nueces	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)
<i>Leucaena collinsii</i> (guaje)	<i>Anacardium occidentale</i> * (marañón)	<i>Theobroma angustifolium</i> * (cacao)
<i>Phaseolus acutifolius</i> (ejotillo, escomite, tepari)	<i>Ananas comosus</i> * (piña)	<i>T. bicolor</i> * (cacao blanco o patashte)
<i>P. coccineus</i> (ayacote)	<i>Annona cherimola</i> * (chirimoya)	<i>T. cacao</i> * (cacao)
<i>P. dumosus</i> (libes)	<i>A. diversifolia</i> * (ilama)	
<i>P. lunatus</i> (frijol patashete)	<i>A. glabra</i> * (anona)	Fibras
<i>P. vulgaris</i> (frijol)	<i>A. muricata</i> * (anona)	<i>Agave fourcroydes</i> (henequén)
	<i>A. reticulata</i> * (anona colorada)	<i>A. sisalana</i> (henequén)
Raíces y tubérculos	<i>A. squamosa</i> * (anona)	<i>Yucca elephantipes</i> (izote espadín)
<i>Bomarea edulis</i> (zarcilla)	<i>Arachis hypogaea</i> * (cacahuete)	
<i>Dioscorea</i> * spp. (barbasco)	<i>Brosimum alicastrum</i> * (ramón)	Cerca viva
<i>Ipomoea batatas</i> * (camote)	<i>Byrsonima crassifolia</i> (nanche)	<i>Gliricidia sepium</i> (cacahuananche)
<i>Manihot esculenta</i> * (yuca)	<i>Carica papaya</i> * (papaya)	<i>Pachycereus marginatus</i> (órgano)
<i>Maranta arundinacea</i> * (sagú)	<i>Casimiroa edulis</i> * (zapote blanco)	<i>Erythrina americana</i> (colorín)
<i>Pachyrhizus erosus</i> * (jicama)	<i>C. sapota</i> * (matasano)	<i>Jatropha curcas</i> (piñoncillo)
	<i>C. viride</i> * (zapote blanco)	
Oleaginosas	<i>Chrysophyllum cainito</i> * (caimito)	Ornamentales
<i>Helianthus annuus</i> (girasol)	<i>Crataegus pubescens</i> (tejocote)	<i>Dahlia</i> spp. (dalia)
	<i>Cyrtocarpa</i> * spp. (chupandilla)	<i>Euphorbia pulcherrima</i> (nochebuena)
Verduras y especias	<i>Diospyros digyna</i> * (zapote negro)	<i>Montanoa</i> spp. (varablanca)
<i>Amaranthus</i> spp. (quintonil)	<i>Hylocereus undatus</i> * (pitahaya)	<i>Polianthes tuberosa</i> (nardo)
<i>Capsicum annuum</i> (chile)	<i>Manilkara zapota</i> * (chicozapote)	<i>Tagetes</i> spp. (cempasúchil)
<i>C. frutescens</i> (chile)	<i>Mastichodendron</i> spp. (temesquite)	<i>Taxodium mucronatum</i> (ahuehuete)
<i>Chamaedorea tepejilote</i> * (tepejilote)	<i>Opuntia</i> spp. (nopales-tunas)	<i>Tigridia pavonia</i> (oceloxóchitl)
<i>C. wendlandiana</i> * (pacaya)	<i>Parmentiera edulis</i> (cuajilote)	
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (epazote)	<i>Persea americana</i> * (aguacate)	Otros usos
<i>C. berlandieri nuttalliae</i> (huauzontle)	<i>P. schiedeana</i> * (chinini)	<i>Bixa orellana</i> * (achiote)
<i>Cnidocolus chayamansa</i> (chaya)	<i>Pouteria campechiana</i> * (zapote amarillo)	<i>Castilla elastica</i> * (árbol del hule)
<i>Crotalaria longirostrata</i> (chipile)	<i>P. hypoglaucula</i> * (zapote amarillo)	<i>Crescentia cujete</i> * (tecomate)
<i>Cucurbita ficifolia</i> (chilacayote)	<i>P. sapota</i> * (mamey)	<i>Gossypium hirsutum</i> (algodón)
<i>C. argyrosperma</i> (calabaza)	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (capulín)	<i>Indigofera suffruticosa</i> (añil)
<i>C. moschata</i> (calabaza amarilla o de bolá)	<i>Psidium guajava</i> * (guayaba)	<i>Lagenaria siceraria</i> (guaje, bule)
<i>C. pepo</i> (calabacita)	<i>P. sartorianum</i> * (guayabilla)	<i>Nopalea cochenillifera</i> (nopal de cochinita) (lla)
<i>Leucaena</i> spp. (guajes)	<i>Sambucus mexicana</i> (saúco)	<i>Protium copal</i> * (copal)

Cuadro 1. Plantas domesticadas de Mesoamérica. (Fuente: Challenger, 1998).

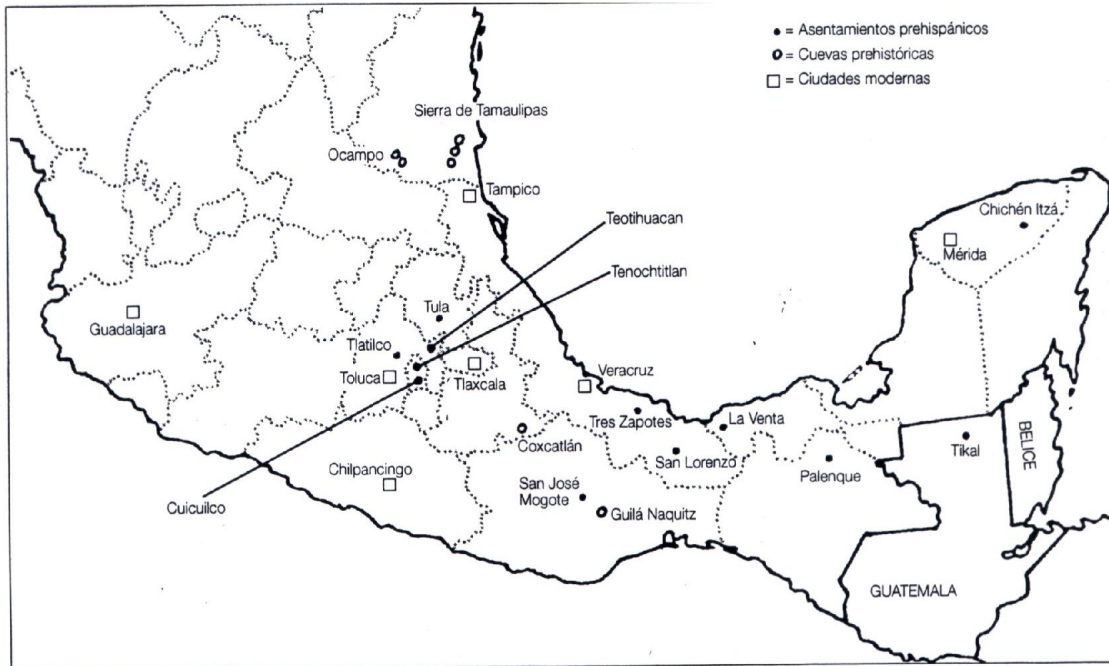


Figura 1. Mapa que muestra los primeros sirios de domesticación de plantas y algunas otras localidades. (Fuente: Challenger, 1998).

En cuanto a la domesticación de animales, estos 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 cruzas selectivas de los diferentes animales para lograr fines específicos o para ajustarlos a ciertas condiciones. Aunque es difícil determinar la fecha exacta y el lugar de origen de todos los animales domésticos, este proceso, conjuntamente 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 (Granados y López, 1996). No existen evidencias de que el hombre del Paleolítico Superior, (aún los de la cultura Megdaleniense, que alcanzó un alto nivel de habilidades técnicas), hubiera domesticado animales o cultivado plantas; las evidencias únicamente muestran que basaban su obtención de alimento animal en la caza del reno (Zeuner, 1963).

El Mesolítico es el periodo cultural más antiguo del que se tienen pruebas definitivas de la domesticación de animales. Las evidencias arqueológicas nos sugieren por lo menos a cuatro animales como los primeros en ser domesticados Bos (vacuno), Sus (porcino), Ovis (ovino) y Capra (caprino), aunque ciertas pruebas sugieren que también el perro fue de los primeros animales domesticados. Existe la creencia apoyada en evidencias arqueológicas, que la domesticación de animales y la agricultura ocurrieron simultáneamente a principios del Neolítico. Una hipótesis más moderna sostiene que la domesticación de animales ocurrió primero (Granados y López, 1996).

Junto con la agricultura, el advenimiento de la ganadería, o sea, la domesticación de animales salvajes para fines de alimentación, fue también un evento de gran trascendencia al permitir al hombre cambiar de cazador a pastor. Con ello se desarrolló el conocimiento y apreciación de los forrajes, tanto naturales como de sus esquilmos agrícolas. Al igual que para las plantas, la historia de la domesticación de animales se remonta a nuestros remotos antepasados y a sus actividades y observaciones sobre los recursos faunísticos salvajes. De ellos fueron seleccionando aquellos más apreciables y disponibles; tal es el caso del pavo y el perro escuintle en México, o bien la cabra, la oveja, la vaca, en otras zonas geográficas. *Lo mismo que para las plantas, debemos admitir que ciertos animales domésticos son usados como alimento básico y todos son legados de antiguas culturas* (Gómez-Pompa, 1985).

Origen y desarrollo de la Agricultura.

En los albores del hombre que denominamos Edad Antigua, de Piedra o Paleolítico, el hombre dependía de sus actividades de recolección y caza para subsistir; durante este periodo no existió la Agricultura. Es en el siguiente periodo, el Mesolítico, que constituye un periodo de transición que culmina en el Neolítico o Nueva Edad de Piedra, donde tal vez aparece la agricultura como práctica formal (Baker, 1970).

El término agricultura representa una relación simbiótica entre el hombre y las plantas domesticadas, y su complejidad depende del número de especies y de la diversidad de sus interacciones específicas. Esta simbiosis agrícola parece estar caracterizada por factores que son importantes para la supervivencia de los participantes. Esto sugiere que el origen de la Agricultura se puede explicar en términos evolutivos; en este sentido la evolución cultural y biológica del hombre puede ser explicado en cuanto a ventajas ecológicas específicas de los participantes del sistema, que involucran modificaciones graduales en este último (Cox y Atkins, 1979).

Quizás los primeros humanos que colonizaron el continente americano atravesaron por el puente terrestre del estrecho de Bering o tal vez por el mar Kayaks. Esto ocurrió un poco antes del final de la última glaciación, hace 9000 años, aunque pudieron llegar grupos de humanos de manera intermitente. Estos pobladores eran fundamentalmente cazadores y recolectores que quizás obtenían gran parte de su sustento de la caza de la megafauna de herbívoros que habitaban en las praderas, como el Mamut (*mamuttus* spp), el bisonte (*Bison bison*) y el caballo (*Equus fratrurnus*) (Martin, 1967).

Hacia finales del Pleistoceno (10 000-12 000 a.C.) estas especies de la megafauna se habían extinguido junto con sus depredadores naturales. La acostumbrada explicación de estas extinciones es el cambio climático: se cree que la disminución de la humedad efectiva que acompañó el final de la glaciación wisconsiniana fue la responsable de los cambios en la distribución de las plantas de que se alimentaban estos animales, cuyas poblaciones se redujeron drásticamente debido a la menor disponibilidad de alimento, la mayor competencia interespecífica -por estos y otros recursos-, así como el surgimiento de barreras físicas a la migración al contraerse sus zonas de distribución (Challenger, 1998).

El efecto que sobre los primeros cazadores tuvo la extinción de la megafauna fue privarlos de un (probable) sustancial elemento de su dieta, por lo que pudo cobrar mayor importancia la cacería de especies pequeñas y, sobre todo, la recolección de plantas silvestres -que siempre fueron un componente de la estrategia de subsistencia de esos cazadores. La evidencia arqueológica también indica una mayor explotación de los moluscos ribereños, así como de los recursos pesqueros de lagos y costas, y señalan una ampliación de la base general de subsistencia (Helms, 1975; Cohen, 1977), a la cual

Flanery (1986) bautiza como ‘adaptación de amplio espectro’. Estos cambios corresponden al comienzo de lo que los antropólogos llaman el ‘periodo Arcaico’ de la evolución cultural de Mesoamérica -equivalente al periodo Mesolítico del viejo mundo (Coe, 1984)-, y a este periodo pertenece la primera evidencia de la experimentación de la domesticación de plantas.

Entre los años 10,000 y 4,000 aproximadamente, la agricultura se originó de manera independiente en diferentes áreas del mundo, cada una con su propia geografía, clima, flora y fauna nativas. Son ampliamente reconocidos seis centros en el temprano desarrollo de la Agricultura (Figura 2). El centro ubicado en China, es algunas veces dividido en dos subcentros, el Valle del Río Yangtze, en el Sur, y el Valle del Río Amarillo, en el Norte. El Suroeste Asiático y Sur Pacífico es difuso, debido a la expansión sobre el área entre estos sitios. Algunos investigadores agregan otros centros a esta lista: uno en Ohio y en los Valles del Río Mississippi de Norte América, y otro sobre el subcontinente de la India. En general, estas regiones tienen en común una alta diversidad biológica, topografía, climas variables y culturas humanas preparadas para explotar benéficamente el crecimiento de los alimentos y no tanto la colecta de estos. Desde que fue hecha la comparación entre las distintas familias y géneros de las floras locales de cada uno de estos centros, los tipos de plantas domesticadas en cada región varían ampliamente (Gliessman, 2000).

En México, los restos arqueológicos de los antiguos sitios de ocupación humana demuestran que para satisfacer sus necesidades de alimento los pueblos prehistóricos incrementaron en forma gradual su dependencia de una gama cada vez más amplia de plantas domesticadas y más tarde cultivadas. Sin embargo, estos restos no explican por qué el cultivo de plantas para la alimentación se generalizó en la evolución de las culturas -no sólo en México sino en muchas partes del mundo (Challenger, 1998).

El desarrollo de la Agricultura ha sido atribuido a una serie de factores causales: uno de los menos firmes es que fue el resultado de cambios climáticos que favorecieron la abundancia de especies anuales potencialmente cultivables (Wright, 1977, citado en Flanery, 1986), si bien esto no explica porque la gente las cultivó en vez de tan solo recolectar sus productos.

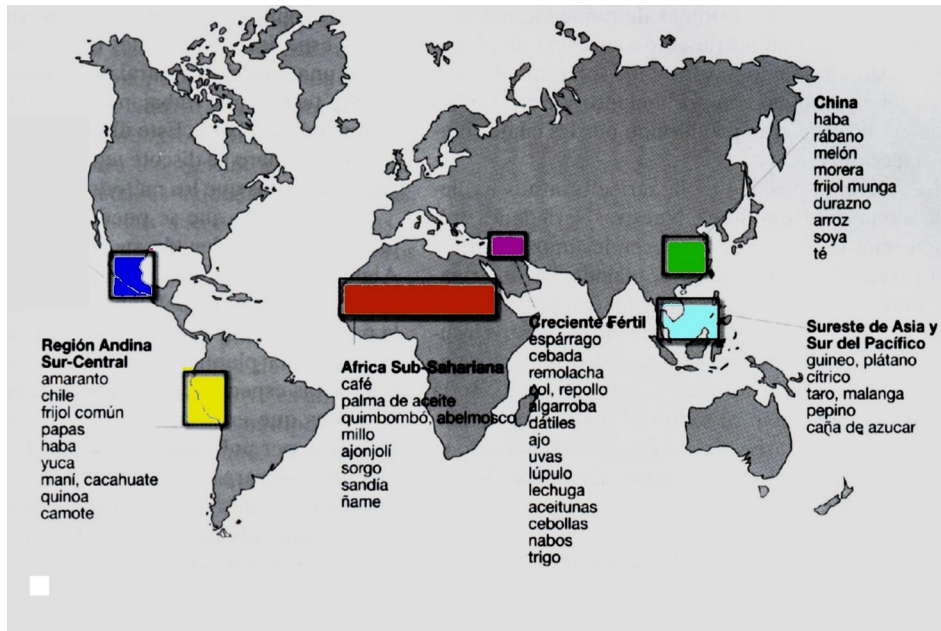


Figura 2. Centros de desarrollo inicial de la agricultura y domesticación de plantas. En la región de Mesoamérica (color azul) se domesticaron: chiles, aguacate, frijoles, cacao, maíz, calabaza, chilacayote, tomate, algodón de tierra alta, vainilla. (Fuente: Gliessman, 2000).

La teoría seguramente más citada es que la Agricultura fue resultado de la adaptación cultural y tecnológica en respuesta a la presión ejercida por el incremento de la población sobre la capacidad de carga del ambiente. Según esta interpretación, la Agricultura es a la vez causa y consecuencia de un mayor grado de sedentarismo y de un más reducido nomadismo que proporcionó los medios para dirigir la productividad biológica y convertirla en una forma más eficiente y más abundante de cosecha, con un mayor valor calórico y nutritivo (y por ello más útil a una población más numerosa pero circunscrita a un ámbito geográfico) que pudo derivarse tan solo de la experiencia adquirida mediante la recolección del ambiente natural (Cohen, 1977; Boserup, 1965).

Una teoría relacionada (en el sentido de que sería particularmente útil a una comunidad numerosa y menos capaz de subsistir del almacenamiento de alimentos recolectados en la estación anterior), es que la Agricultura se desarrolló en aquellos lugares que favorecían el crecimiento de plantas alimenticias como una forma de reducir lo impredecible de contar con recursos naturales debido a las eventualidades del clima (Ford, 1968; Flanery, 1985, 1986; Hernández X., 1993).

Otra teoría sostiene que la Agricultura fue el resultado final de la coevolución simbiótica -no intencional- de las plantas preparadas a prosperar en los terrenos perturbados de los asentamientos humanos (*habitación weeds*, las que crecen alrededor de las casas) y el uso de éstas por el hombre como una fuente de alimento fácil de obtener (Engelbrecht, 1916; Darlington, 1956, ambos citados en Hawkes, 1983). El simple hecho de que los grupos cazadores-recolectores recogieran como alimento (entre otros recursos) los frutos y semillas cuya función es dispersar las especies de plantas involucradas, pudo causar a largo plazo un detrimento en la distribución y abundancia local de esas plantas. Asimismo, los incendios frecuentes provocados para modificar el ambiente como parte de la procuración de alimento podrían haber ocasionado a largo plazo cambios en la ecología local (Meggit, 1964).

Independientemente de lo que verdaderamente sucedió, podemos imaginarnos al recolector de frutos, semillas y raíces que llevaba a su morada alimentos para su familia, tal como lo hacen muchos otros animales, y algunos de ellos, se almacenaban para el futuro. Nada difícil sería que muchos de estos propágulos germinaran y reprodujeran una nueva planta. Esto seguramente fue observado por el hombre provocando el deseo de experimentar; con ello se inicia el cultivo de los recursos vegetales silvestres, o sea, la agricultura (Gómez-Pompa, 1985). Además a la agricultura se le considera como un evento que, en la historia de la humanidad ocurrió en forma paralela e independiente en varias partes del mundo, a donde el hombre recolector y cazador había llegado. El resultado fue el cultivo de distintas especies por diferentes grupos étnicos, lo cual trajo consigo no sólo la evolución de varios cultivos, sino la evolución de las propias etnias en relación a las especies cultivadas, hecho que perdura hasta nuestros días. Ejemplo de este proceso cultural lo tenemos en el maíz, alrededor del cual gira una buena parte de las costumbres, prácticas agrícolas, nutrición, creencias mágicas y religiosas de muchos grupos étnicos. Es interesante mencionar que los cultivos de alimentos básicos más importantes en el mundo no son descubrimientos nuevos; todos fueron herencias de culturas primitivas. Vale la pena mencionar que las mejoras genéticas que la ciencia moderna ha realizado, si las comparamos con los antecesores silvestres de los cultivos, apenas representan un pequeño porcentaje (figura 3).

En el origen y desarrollo de la Agricultura el hombre juega el papel central, puesto que éste tiene la capacidad de pensar, conjugar y decidir, aunque dicho comportamiento está siempre dirigido y limitado por las condiciones ambientales que imperan en su entorno, por lo tanto y en virtud de la complejidad de este fenómeno, diremos que “*la Agricultura es un fenómeno histórica y socialmente determinado, en ella el hombre aplica sus conocimientos y habilidades, a través de sus medios de trabajo, a la transformación del medio físico y biológico, para obtener de las poblaciones vegetales y animales productos útiles a él*” (Parra Vásquez, 1981; citado en González y Aguilar, 1995).

Cuando se analiza la productividad de un campo cultivado, es conveniente diferenciar entre productividad biológica o primaria y productividad económica o agrícola. La primera se refiere a la cantidad total de materia orgánica que la vegetación o campo

cultivado produce incluyendo raíces, tallos, hojas, frutos, etc.. La segunda es una parte de la primera, y se refiere a la producción del órgano u órganos de importancia económica para el hombre, como son los granos de los cereales, los tubérculos de la papa, las maderas de os árboles, los frutos de ciertas plantas, etc.. Al intervenir el hombre, la fuente de energía será variable de acuerdo a la cantidad de trabajo humano mecánico y animal que se invierta, dicho trabajo reeditaré en una productividad o rendimiento manifestado en peso del producto que se desee obtener y el que a su vez se puede transformar en energía producida y así obtener la eficiencia del agroecosistema (Márquez, 1976). De esto resulta que, todo factor que contribuye a aumentar la intensidad fotosintética de las hojas, o que favorezca el desarrollo de la superficie foliar de la planta, por lo general aumenta su capacidad de producción biológica.

La producción económica varía en proporción directa con la producción biológica, pues ambas tiene relación con la capacidad fotosintética de las plantas. Por esta razón, las condiciones favorables para una alta producción biológica casi siempre favorecen también

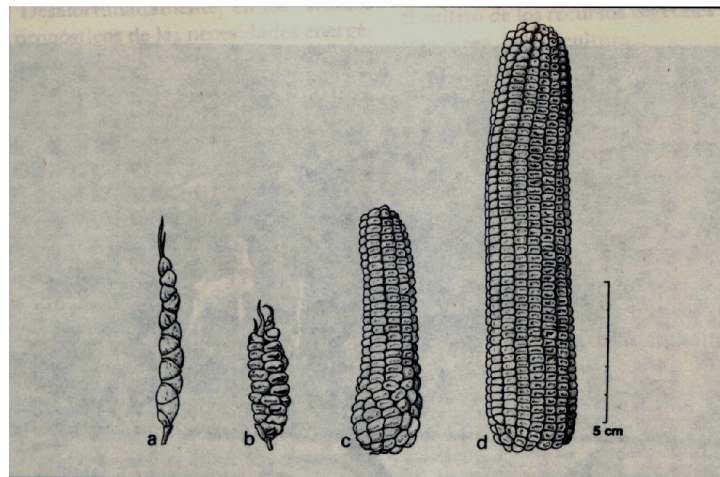


Figura 3. El maíz ha evolucionado notablemente por la intervención del hombre. Del maíz primitivo a las razas indígenas, el cambio fue más notable que el de las razas indígenas al maíz híbrido moderno, a, teosinte; b, híbrido Chalco teosinte y Argentina popcorn; c, maíz de 8 hileras; d, maíz híbrido moderno de 16 hileras. (Fuente: Gómez-Pompa, 1985).

un alto rendimiento agrícola, con algunas excepciones. La producción económica depende además de la energía solar, de otras condiciones que varían según la especie para que la planta transforme parte de su producción biológica en órganos de interés económico.

El agua es un factor que influye en la producción, siendo a menudo el que mayor influencia ejerce sobre la capacidad de producción agrícola de una determinada región, sin embargo, por medio de trabajos de irrigación el hombre puede con frecuencia corregir los defectos del régimen hídrico del ambiente. Las deficiencias del suelo son igualmente importantes, pero también se pueden corregir con relativa facilidad a través del abonamiento, en general los factores que regulan la producción de las plantas pueden clasificarse en tres categorías que son: los genéticos, los ecológicos y los fisiológicos (Granados y López, 1996).

Malezas

Se comprende cómo maleza a toda aquella planta silvestre que se desarrolla en habitats totalmente artificiales, como son campos de laboreo, huertas y jardines, así como las cercanías de habitaciones humanas y de establecimientos industriales, orillas de caminos y de vías de ferrocarril, basureros, zanjas, orillas de canales, bardas, terrenos baldíos, etc. (Rzedowski, 1978).

Si bien la influencia del hombre ha sido destructora para la mayor parte de organismos y agrupaciones bióticas naturales, algunas plantas y comunidades vegetales se han visto favorecidas por la misma causa. Un importante número de especies preadaptadas a las condiciones artificiales creadas por el hombre se ha podido distribuir sustancialmente. *Como consecuencia directa o indirecta de las actividades humanas se originaron agrupaciones vegetales nuevas que no existían antes de la aparición del hombre, a estas se les ha llamado tradicionalmente malezas, malas hierbas o arvenses* (Espinosa, 1981).

Tradicionalmente las malezas se consideran en un agroecosistema como plantas indeseables por las siguientes razones: compiten con la vegetación benéfica por el espacio, nutrientes y agua; pueden provocar incendios; algunas son tóxicas o causan alergias en el hombre y sus animales domésticos; algunas son parásitas de plantas importantes económicamente y muchas son refugios de insectos perjudiciales, patógenos de plantas y roedores. Contrariamente, las mismas plantas que causan pérdidas en los cultivos, pueden reducir la erosión del suelo, adicionar materia orgánica al suelo, fijar nitrógeno o proveer de abrigo y alimento a la vida silvestre y otros organismos benéficos (Espinosa, 1978).

Espinosa (1981), maneja que desde el punto de vista ecológico pueden distinguirse dos grandes grupos de malezas:

a) Las plantas arvenses, que son plantas cuyas poblaciones se desarrollan principalmente en ecosistemas agrícolas, es decir, las que están ligadas a los cultivos.

b) Las plantas ruderales, que se desarrollan en medios perturbados por el hombre con fines no agrícolas, propias de poblados y vías de comunicación.

Estas especies se han ido adaptando a través de la historia de su vida, morfológica, fisiológica y reproductivamente para prosperar en nuevos habitats con severas perturbaciones.

La mayoría de las malezas son especies particularmente bien adaptadas a las condiciones antropógenas peculiares en que viven y su auge se inició sin duda con el origen de la agricultura y con el establecimiento del hábito sedentario del hombre. El aumento de la población humana y el progreso de la civilización han sido poderosos factores que influyeron en la evolución y la expansión de las malezas, y en las condiciones actuales estas plantas constituyen un elemento de primer orden en la vegetación de las regiones habitadas de la tierra.

En cuanto a la composición de la flora arvense y ruderal de México, las familias botánicas como Gramineae y las Compositae dominan ampliamente el espectro, inclusive en zonas de clima caliente y húmedo, en donde la participación de miembros de estas dos familias en la vegetación clímax es insignificante o nula. Sólo en condiciones de gran riqueza de sales solubles o de nutrientes se sitúan a veces las Chenopodiaceae en proporciones comparables (Rzedowski, 1978).

Las pocas malezas con distribución cosmopolita son el toloache (*Datura stramonium*), el duraznillo (*Solanum rostratum*) y la estrellita (*Galinsoga parviflora*), asimismo, México no ha dado ninguna plaga vegetal al mundo (Bye, 1993; Holm, 1959, citados en Challenger, 1998).

La agricultura sustentable y los agroecosistemas

Para entender la agricultura sustentable es necesario partir y considerar una visión del ambiente como un ente global y complejo de relaciones que forma parte intrínseca de la producción agrícola. La agricultura sustentable engloba una totalidad compleja que va más allá del medio físico-biológico, incorpora los aspectos socioeconómicos, culturales y políticos que tienen incidencia en todas las actividades del grupo humano interventor (Zúñiga, 2000).

El objetivo principal de la agricultura sustentable es mantener su producción en el tiempo, resistiendo a las perturbaciones de los contextos involucrados. Esta corriente de pensamiento es compartida por Harwood (1990), quien *define a un sistema agrícola sostenible como una agricultura que puede desarrollarse indefinidamente en el beneficio del hombre, incrementando la eficiencia del uso de los recursos y manteniendo un equilibrio con el ambiente, favoreciendo al hombre y a la mayoría de las especies.*

Agricultura sustentable involucra, según Vidal (1995), una actividad lucrativa sobre una base continua de preservación de los recursos naturales; muchos elementos son considerados como indicadores para determinar a un sistema agrícola sustentable. Para Brady (1990), existen tres elementos de real importancia que definen a la agricultura sostenible: 1) la generación de ingresos o actividad rentable; 2) el incremento de la disponibilidad de alimentos, esto significa disponer de mayor cantidad de alimentos a través del aumento de la producción y mejor comercialización y 3) la conservación y mejoramiento de los recursos naturales. Al igual que para Altieri (1983), los requisitos para el desarrollo de una agricultura autosostenida no son, evidentemente, sólo biológicos o tecnológicos, sino también sociales, económicos y políticos.

El estudio de los agroecosistemas es complejo debido a las diferentes interacciones encontradas: lo ecológico, lo social y lo económico. Martén (1988), propone una forma de analizarlos, sin que se pierdan las relaciones entre ellos como un todo; la propuesta gira en torno a las propiedades de los agroecosistemas los cuales son: productividad, estabilidad, sustentabilidad, equidad y autonomía.

Productividad: es la cantidad de alimento, fibra o combustible que un agroecosistema produce para el ser humano, incluyendo aspectos sociales como la generación de empleo, valor recreativo o estético o diferentes productos difíciles de medir en términos de bienestar social, psicológico y espiritual.

Estabilidad: es la consistencia o continuidad de la producción ante la fluctuación del ambiente.

Sustentabilidad: mantenimiento a un nivel específico de la producción a largo plazo, y la habilidad para mantener la productividad frente a tensiones o amenazas.

Equidad: distribución equitativa de la productividad del agroecosistema entre los beneficiarios humanos.

Autonomía: autosuficiencia del agroecosistema.

Hecht (1991), menciona que los agroecosistemas tienen varios grados de resiliencia (*la capacidad que tiene los agroecosistemas de resistir las adversidades ambientales y sociales*) y de estabilidad, dado que estos no están estrictamente determinados por los factores de origen biótico o ambientales. Sin embargo, los factores sociales, tales como las oscilaciones en los precios, cambio en el régimen de propiedad de la tierra, el tamaño de la familia, las obligaciones del parentesco, entre otros, pueden afectar a los sistemas agrícolas tan decisivamente como la de una sequía, plagas o disminución de nutrientes del suelo (Ellen, 1982).

De acuerdo a lo anterior, *la agricultura sustentable debe procurar satisfacer las necesidades sociales, culturales y alimenticias, sin comprometer los recursos naturales*. En términos generales, según Abrol y Katial (1990), para la Sociedad Americana Agronómica la agricultura sustentable debe reunir las siguientes características: debe aumentar la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales, del cual depende la agricultura; producir las fibras y alimentos necesarios para la población, ser económicamente viable y aumentar la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad en general. *En conclusión, la*

agricultura sustentable tiene una temporalidad definida, en la cual debe reflejar las características anteriores y una especialidad determinada, para no menoscabar los recursos naturales.

Los elementos básicos de un agroecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al ambiente y la perpetuidad de niveles moderados, pero sustentables de productividad (Altieri, 1992).

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

Cualquier análisis de los recursos ecológicos, de su utilización y de su conservación, requiere de una definición preliminar de las distintas biotas y de sus características particulares, con el objeto tanto de clasificación como de su comparación. Al respecto, los rasgos característicos más notables son las diferencias mensurables entre la vegetación de cada ecosistema, entre ellas: la altura máxima promedio; el predominio relativo de plantas leñosas, suculentas o herbáceas; el predominio relativo de elementos florísticos de afinidad tropical o templada; la existencia y proporción de elementos vegetales caducifolios, etc.. Si esta información se combina con los datos climáticos y geográficos (precipitación media anual y distribución estacional de ésta, temperatura media anual, altitud, latitud, etc.) se pueden agrupar los ecosistemas relacionados en categorías más amplias, sobre la base de sus afinidades climáticas y fitogeográficas. A estas categorías puede llamárseles biomas, o zonas ecológicas (Toledo et al., 1985,1989; Toledo y Ordóñez, 1993; citados en Challenger, 1998).

El análisis de Toledo y Ordóñez (1993) agrupa a los ecosistemas terrestres de México (exceptuando los habitats acuáticos) en seis zonas ecológicas, de los cuales la sexta corresponde a los zacatonales alpinos y que generalmente se incluyen en la zona templada subhúmeda debido a que sólo abarcan el 0.3% de la superficie terrestre de México. Las zonas definidas son las siguientes: zona 1, Tropical húmeda; zona 2, Tropical subhúmeda; zona 3, Templada húmeda; zona 4, Templada subhúmeda; zona 5, Árida y semiárida (Fig.4), y los tipos de vegetación correspondiente para cada bioma son: matorral xerófilo y pastizal semidesértico en la zona árida y semiárida; selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y selva espinosa en la zona tropical subhúmeda; bosque de pino y encino en la zona templada subhúmeda; selva alta perennifolia en la zona tropical húmeda y bosque mesófilo de montaña en la zona templada húmeda.

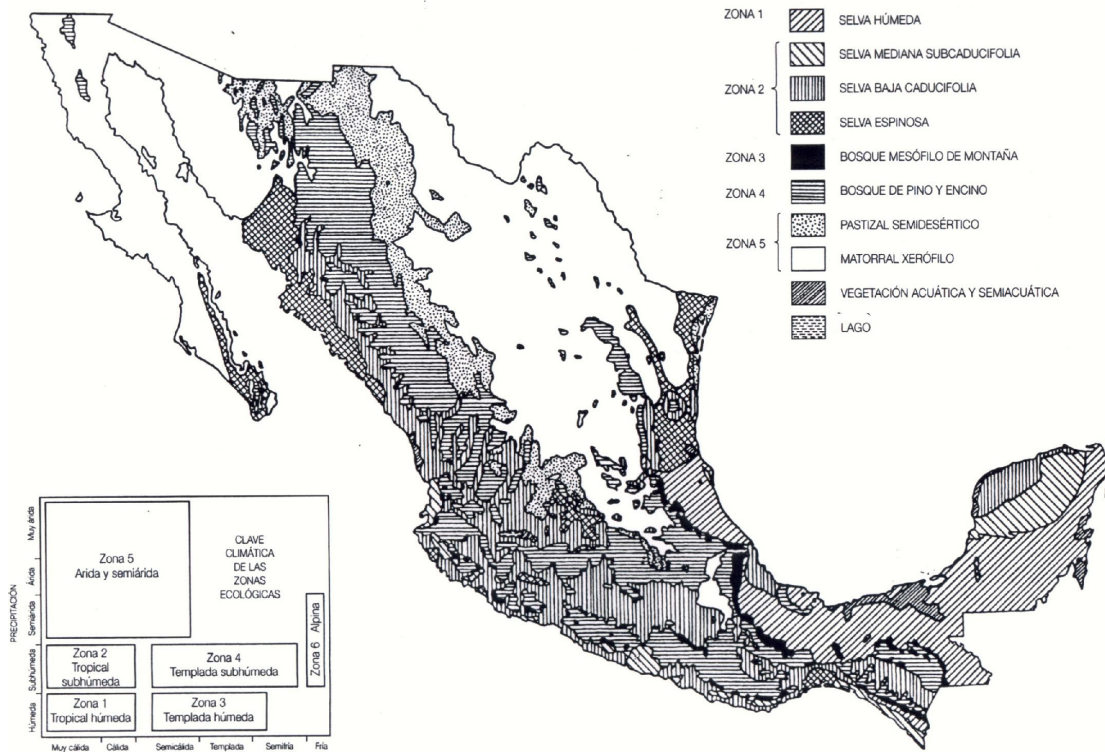


Figura 4. vegetación potencial de las zonas ecológicas de México. (Fuente: Challenger, 1998).

Con el nombre de bosque mesófilo de montaña se pueden agrupar varias comunidades forestales que comparten características fisonómicas, ecológicas, climáticas y florísticas. No obstante, en los estudios de la vegetación estas formaciones han sido llamadas de muy diferentes maneras: bosque caducifolio, bosque decíduo, bosque decíduo templado, bosque de niebla, *pine-oak Liquidambar forest*, selva húmeda, *forêt dense humide de montagné*, *moist montane forest*; *berg-regenwald*; bosque ombrófito siempre verde de montaña, *forêt caducifoliée humide de montagne*; aestisilvae (en parte), laurisilvae (en parte), *elfin woodland*; bosque ombrófito de altura. Existen diversas razones por la que los botánicos le han dado diferentes denominaciones. Una de ellas es la dificultad que representa encuadrar la vegetación en unidades discretas; en ocasiones sucede que ciertos criterios que son adecuados para tipificar las formaciones vegetales de una región del país no lo son para otra (Ortega y Castillo, 1996).

El bosque mesófilo de montaña corresponde en México al clima húmedo de altura, y dentro del conjunto de las comunidades que viven en las zonas montañosas ocupa sitios más húmedos que los típicos de los bosque de *Quercus* y *Pinus*, generalmente más cálidos que las propias del bosque de *Abies*, pero más frescos que los que condicionan la existencia de los bosques tropicales. Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación

se presentan en zonas restringidas del territorio de la República y por consiguiente el bosque mesófilo de montaña tiene una distribución limitada y fragmentaria (Rzedowski, 1978).

Estos bosques resultan una comunidad difícil de caracterizar, ya que comparte numerosos elementos florísticos con los tipos de vegetación con que colinda: representa la línea de unión entre las especies boreales y neotropicales. *El clima de esta formación vegetal, de transición entre el templado y el tropical, tiene un alto contenido de humedad atmosférica que ocasiona la formación de neblinas durante todo el año, siendo más frecuentes en la época fría, normalmente de noviembre a abril* (Ortega y Castillo, 1996). La zona templada húmeda de México está más o menos restringida a estrechas zonas latitudinales de las regiones montañas en donde, *gracias a la condensación orográfica de masas de aire saturadas de humedad, al nivel de la vegetación hay niebla persistente o con mucha frecuencia*. Como consecuencia de la discontinuidad entre las cadenas montañosas expuestas a esas masas de aire y de la enorme variabilidad latitudinal de dichas montañas, esta zona exhibe una distribución naturalmente fragmentada, en forma de “archipiélagos” climáticos, dentro de los cuales se observa una amplia gama de subtipos climáticos en lo que se refiere a los valores extremos y a las medidas anuales de temperatura y precipitación pluvial, así como a la distribución estacional de esta última (Challenger, 1998).

Los bosques mesófilos de montaña tienen una composición y una estructura características, que son resultado de la migración y mezcla a gran escala de las floras holártica y neotropical en el pasado geológico, de modo que en el dosel suelen dominar árboles caducifolios de clima templado, en tanto que en el sotobosque prevalecen las especies tropicales perennifolias. Estos bosques son inherentemente frágiles y su persistencia depende de un microclima que es mantenido en parte por el propio bosque, ya que en lugares donde se tala el bosque mesófilo es frecuente que a este lo sustituyan bosques de pinos. Este efecto es menos pronunciado en los bosques mesófilos de montaña ubicados en latitudes menores, donde el clima y la niebla a nivel de la vegetación son menos estacionales y, debido a ello, permiten que este se regenere *in situ* (Challenger, 1998).

Las comunidades arbóreas que conforman el bosque mesófilo de montaña en el territorio nacional, se encuentran en habitats montañosos cuya altitud varía de 400 a 2 876 msnm, sin embargo, dicho bosque está mejor y más típicamente representado entre los 1 100 y 1 500 msnm, en zonas donde la precipitación anual es mayor de 1000 y menor de 2 300 mm, y aunque hay algunas áreas en las que excede 3 000 mm, en la mayoría no pasa de 1 500 mm. En la actualidad este tipo de vegetación comúnmente se presenta en terrenos escarpados como laderas y fondos de barrancas y cañadas, y es escaso en los moderadamente planos con ligera pendiente; prefiere lugares protegidos de la insolación fuerte y de los vientos. Este bosque se caracteriza porque más de más de 50% de sus especies arbóreas tiran hojas en alguna época del año, generalmente en invierno (Ortega y Castillo, 1996).

Los tipos de vegetación que predominan en esta zona ecológica son la “selva mediana o baja perennifolia” o “bosque de niebla”, que crece en áreas de gran precipitación pluvial y humedad atmosférica muy alta -generalmente en forma de niebla o neblina-, y el “bosque caducifolio” o “bosque de pino, encino y *Liquidambar*”, que se desarrolla donde la lluvia o la humedad atmosférica son algo más estacionales. Estos tipos de vegetación comparten características ecológicas y estructurales como son el predominio de las epifitas y la presencia de helechos arborescentes. Esta zona incluye también el “bosque enano” o selva baja perennifolia”, que se desarrolla en cumbres expuestas de regiones húmedas donde el viento, el frío y otros factores se oponen al crecimiento de los árboles (Miranda y Hernández X., 1963; Dirzo, 1994; Zuill y Lathrop, 1975; Breedlove, 1981; Rzedowski, 1978; Dirzo, 1991, citados en Challenger, 1998).

En la República Mexicana, el bosque mesófilo se encuentra principalmente en ambas vertientes, en el Eje Volcánico Transversal y también en el Valle de México. En la vertiente del Atlántico, en la Sierra Madre Oriental, se distribuye en forma discontinua, desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca y Chiapas, incluyendo zonas de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En la vertiente del Pacífico su presencia es aún más dispersa, pero se ha registrado desde el norte de Sinaloa hasta la Sierra del Soconusco en Chiapas. Continúa hacia el sur del continente en las montañas de Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Dentro del territorio nacional los estados con mayor superficie de bosque mesófilo de montaña son Oaxaca (35 207 ha), Chiapas (27 526 ha), Hidalgo (21 641 ha), San Luis Potosí (17184 ha), Guerrero (14 156 ha), Veracruz (12 325 ha), Puebla (7 452 ha) y Colima (6 870 ha).

Actualmente, pocas son las áreas propicias para cultivos anuales que se pueden talar y aprovechar agrícolamente, ya que por ser escarpado el terreno donde se desarrolla gran parte de los que queda de esta comunidad vegetal, la materia orgánica es rápidamente arrastrada por las lluvias y vientos. *Maíz, frijol, trigo, haba, cebada, soya, avena, papa y tabaco, son los principales cultivos que se siembran en este tipo de bosque*, pero hay una marcada preferencia por el cultivo del café (*Coffea arabica L.*) ya que, debido a su clima y suelo, es en este ecosistema donde mejor se desarrollan los cafetos. La cafecultura que se propagó masivamente a finales del siglo XIX en muchas montañas de México ha sido quizás la principal causa de las perturbaciones que ha sufrido el bosque mesófilo de montaña. Su importancia ecológica es que el café se puede cultivar asociado a algunas especies arbóreas en las más pronunciadas pendientes, áreas donde otros cultivos han tenido dificultades para producir de manera económicamente rentable. *Otros cultivos introducidos en algunas de sus áreas, son pequeñas huertas de naranja, limón, manzana, aguacate, durazno, ciruela, pera y chabacano* (Ortega y Castillo, 1996).

Aunque el clima fresco y las pendientes pronunciadas característicos del bosque mesófilo de montaña significan que la productividad agrícola suele ser baja, la elevada precipitación pluvial de esta zona, sumada a la aptitud de estos bosques para “captar” más agua de las nubes, hacen que estos ecosistemas sean invaluable para la protección de la

vertiente. Pero si se tala el bosque, el riesgo de erosión del suelo es enorme: las comunidades indígenas lo saben, de modo que evitan en lo posible talar la vegetación primaria, sobre todo cuando perciben que existe un alto riesgo de pérdida de recursos edáficos o hidrológicos. Sin embargo, como en el resto de México, *la transculturación, el crecimiento demográfico y las técnicas de producción orientadas hacia el mercado, están transformando o sustituyendo las estrategias de producción tradicionales en la zona ecológica templada húmeda. Estas transformaciones se deben también a cambios en el uso de la tierra o a la merma de la fertilidad del suelo en las zonas latitudinales más bajas, lo que ha obligado a la gente a utilizar los bosques mesófilos de montaña situados a mayor altura* (Challenger, 1998).

ANTECEDENTES

La cultura de cada sociedad está en gran parte determinada por el medio natural en el cual se desarrolla. El agua que utiliza, los terrenos que cultiva, los animales, vegetales y frutos con los que se alimenta, son parte de los recursos que el hombre encuentra a su alrededor y constituyen sus medios de subsistencia. La situación particular del lugar, clima, suelo y recursos en los que se encuentra el hombre y con los que cuenta, conforman su medio natural.

Ante la necesidad imperiosa del hombre por alimentarse, surge la agricultura 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 él (Márquez, 1976).

Hernández X.(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 de plasma germinal, etc. .

La actividad agrícola se ha estudiado desde diferentes puntos de vista y dependiendo de ello el concepto de la unidad de estudio u observación ha variado consecuentemente; al respecto, Laird (1969), describe su unidad de estudio como sistemas de producción en términos de una familia de funciones de respuesta con respecto a la capacidad y fertilidad de los suelos y sus probabilidades, y en 1978 es considerado de esta forma también por Turrent además de denominarlo agroecosistema; Soria (1976), conceptúa al sistema de producción como la secuencia anual o disposición espacial de uno o varios cultivos y barbechos en determinada unidad de producción y su interacción con los recursos y tecnología disponible. González (1989), considera al sistema agrícola como un hecho histórico más que natural, ya que es una parte de la realidad social que cambia con el tiempo como consecuencia de la acción del ser humano sobre la naturaleza. Por su parte Turrent (1978), utiliza el término agroecosistema y lo define como una parte del universo de producción de un cultivo en el que los factores de diagnóstico, inmodificables, fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia. Otros definen al agroecosistema como un conjunto de factores físicos y biológicos (ambiente) y su interrelación con un grupo de individuos (población) de la misma especie o diferente genotipo, tanto en tiempo como en espacio (Ortiz, 1981).

Odum (1986) lo considera como un ecosistema domesticado, existiendo muchas formas intermedias entre los ecosistemas naturales y los "fabricados"; el mismo autor, considera al agroecosistema como el sinónimo abreviado del término ecosistema agrícola, con sus diferencias de que los primeros tienen fuentes extras de energía además de la solar,

la diversidad de organismos es reducida y, las plantas y animales que lo componen son seleccionados artificialmente. Un sistema agrícola difiere de un sistema ecológico natural en varios aspectos fundamentales tanto estructural como funcionalmente, los agroecosistemas son sistemas semidomesticados ubicados dentro de un gradiente de ecosistemas que han sufrido un impacto humano mínimo (Altieri, 1991).

Dado que la actividad agrícola se encuentra integrada a un sistema, ésta presenta problemas de sistemas que requieren soluciones de sistemas, y con base en esto *se le entiende al agroecosistema como la unidad de estudio de la actividad agrícola bajo un enfoque agroecológico y sistémico, siendo el lugar donde inciden los factores tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos para la obtención de alimentos y otros satisfactores del ser humano, a través del tiempo; el agroecosistema como unidad fundamental del desarrollo agrícola estará sujeto a un diagnóstico, a un diseño y a una evaluación que a través del tiempo tenderá a modificarse* (Martínez, 1995).

González y Aguilar (1995); consideran al agroecosistema como la unidad de estudio de la agroecología y a ésta como la disciplina científica avocada al estudio del fenómeno agrícola desde una perspectiva ecológica para entenderlo así en su forma global, y con ello ambos, unidad de estudio y disciplina sólo se complementarán.

Ramírez y Palma (1980), realizaron un proyecto para el establecimiento de una reserva ecológica en Huayacocotla-Veracruz, destacando la protección y preservación de las unidades o sistemas complejos, con valores naturales, ya que consideran a la agricultura o sistema agrícola como una actividad cultural y socialmente de gran importancia.

Gómez y Mendoza (1988), describieron los sistemas agrícolas de producción de San Andrés Timilpan, en el Estado de México, bajo un enfoque de manejo, estructura tecnológica, ecológica y biológica; dentro de los subsistemas descritos por dichos autores tiene gran relevancia el subsistema forestal, ya que los pobladores de este sitio tienen un amplio conocimiento de los bosques, los cuales explotan de un modo adecuado para la obtención de recursos alimenticios, medicinales y leña para construcción.

Ortega (1993), en un estudio etnobotánico de la comunidad Maya Chunchumil-Yucatán, presenta un análisis de los componentes bióticos y abióticos que regulan a los solares de dicha comunidad en el periodo de 1987 a 1988, realizó una descripción esquemática de las partes que integran al solar, así como una descripción de la estructura vertical y horizontal de la vegetación de los solares: la producción a lo largo del año; el manejo y uso de las especies cultivadas, toleradas y arvenses.

Osorio (1997), describió el solar Maya en la zona de Quintana Roo con base en la caracterización de la estructura y función de este subsistema, en dicho trabajo se describe la diversidad de la composición taxonómica del solar, estructura vertical y horizontal, así como el manejo y aprovechamiento de los subsistemas de producción, además de la interrelación de la familia Maya con el solar.

Algunos otros estudios más recientes siguen mostrando la importancia de estudiar a la agricultura desde una perspectiva ecológica. Sánchez (2000), elaboró una propuesta de manejo agroecológica con la finalidad de mejorar el sistema de producción agrícola practicado en algunas áreas de riego de Xaloztoc, Tlaxcala, sustentando así el aprovechamiento productivo de los recursos localmente sostenibles, con la propuesta en la sustitución de insumos externos con la pretensión de elevar los niveles de productividad y rentabilidad, con lo cual se logró identificar los aspectos más importantes que obstaculizaban el desarrollo agrícola y rural.

Zúñiga (2000), describe y compara los agroecosistemas choles y tojolabales en las cañadas de la Selva Lacandona en Chiapas, con la finalidad de reconocer las diferentes dinámicas internas del funcionamiento de los agroecosistemas así como los diferentes puntos productivos.

Palma (2002), describió las relaciones existentes entre el funcionamiento del solar y el resto de los subsistemas que componen al agroecosistema de Arroyo de Banco, Valle Nacional, Oaxaca, a través de un diagnóstico rural rápido basado en entrevistas semiestructuradas y observación directa, lo cual mostró las evidencias de que el solar representa el subsistema de amortiguamiento económico que permite el equilibrio de la economía familiar campesina, cuando los ingresos agrícolas no son suficientes o en los casos en que la familia campesina no cuenta con ingresos extrafinca, radicando en ello su importancia en los agroecosistemas de la comunidad sujeta al estudio.

Gallardo (2002), describió a los agroecosistemas de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana, a través de una propuesta para la caracterización y el análisis tipológico de la agricultura regional, la descripción en estos agroecosistemas consideró su funcionalidad en términos de autonomía energética y financiera, autoconsumo y eficiencia en el manejo de las fincas.

En consideración con los antecedentes descritos vale la pena señalar que, en México existe una gran riqueza etnosocial que no solo nos ha legado un cúmulo importante de conocimientos sobre el manejo adecuado de los recursos naturales presentes en sus habitats locales, sino que además las prácticas productivas originadas a partir de dichos conocimientos siguen llevándose a cabo hoy en día, demostrando su efectividad en los ambientes en donde se desarrollan.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio; ‘Los Duraznos’, se encuentra en la sierra Madre Oriental, en el noroeste del estado de Veracruz, dentro del municipio de Huayacocotla (Fig. 5), entre las coordenadas geográficas 20° 35’ y 20° 40’ de latitud norte y los 98° 24’ y 98° 28’ de longitud oeste. Huayacocotla integra, junto con otros municipios, la porción denominada Huasteca Veracruzana. Limita al norte con el municipio de Ixmiquilpan y el municipio de Zontecomatlán; al sur con el municipio de Zacualpan y el estado de Hidalgo; al este con los municipios de Tecaxtepec, Tlalchichilco y parte de Zacualpan y al oeste con el municipio de Zacualtipan y el estado de Hidalgo.

La región de ‘Los Duraznos’ presenta un relieve irregular típico de las zonas montañosas, profundamente quebrado con anticlinales y sinclinales que conforman el valle en el cual está inmiscuido, rodeado de escarpadas laderas con pendientes. La altitud es aproximadamente de 1800 msnm..

La zona de estudio se encuentra ubicada en la cuenca Tampico-Misantla, dentro de la provincia geológica del noreste de México, aflora la formación Huayacocotla, que contiene capas de arenisca, conglomerados y pocas lentes de calizas. La sección tipo se localiza en los afloramientos a lo largo del río Viñazco (Carrillo, 1965).

El suelo predominante es producto del intemperismo de rocas sedimentarias del Jurásico inferior principalmente lutitas y areniscas, los suelos de esta zona son luvisoles órticos, es decir, son suelos jóvenes con horizonte A úmbrico sin ninguna otra característica especial y de fertilidad moderada. La textura en general es franco-arcilloso o arcillosa debido al intemperismo de lutitas.

El clima que se presenta en ‘los Duraznos’, según la clasificación de Köppen (1948), modificado por García (1973), corresponde al grupo de climas **C**: templados húmedos, en donde, predomina el subtipo Am(f), es decir, un clima cálido húmedo con lluvias en verano y un por ciento de lluvia invernal, con temperatura media del mes más frío entre 13° y 18°C, y la del mes más caliente mayor de 16.5°C, con verano fresco y largo y nieblas diarias. La estación lluviosa principia en Mayo y culmina en Octubre, Febrero y Marzo son los meses más secos del año.

Las aguas subterráneas son abundantes y afloran en gran cantidad en la época de lluvias, muchas de ellas se mantienen fluyendo durante todo el año formando arroyos tributarios, lo cual es determinante en el uso del suelo para conducir una agricultura de temporal, cultivos anuales y perennes.

El tipo de vegetación presente corresponde al bosque mesófilo de montaña, en donde, se pueden hallar géneros como *Carpinus*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Ostria*, *Polygonum* (Rzedowski, 1978) además de estar rodeado por bosque de Pino-Encino. Se distingue el bosque mesófilo por la abundancia de epifitas, la abundancia y diversidad de helechos arborecentes y varios géneros de cicadas (Fig. 6), un género característico son los árboles de *liquidambar*. Los árboles de las podocarpáceas sólo se presentan en este tipo de vegetación al igual que otras doce familias. El bosque mesófilo es especialmente rico en orquídeas, gesneriáceas, begoniáceas, lauráceas y melastomatáceas. Comparte especies con la selva alta en las familias Araceae, Bromelaceae, Rubiáceas y Piperaceae, y con los bosques más templados la presencia importante de Pinaceae, Fagaceae (*Quercus*), Asteraceae, Solanaceae, Scrophulariaceae y Ericaceae.

PERFIL HISTORICO-CULTURAL

Cronología de la Ciudad

Huayacocotla, proviene de las voces nahuas Huey-acoco-tla, que significan ‘Lugar de acocotes grandes’ (el acocote es un adminículo para extraer miel de los magueyes, una especie de calabazo).

Durante la época prehispánica fue un pueblo de raíz huasteca que debido a los ataques de los otomíes, tuvo que refugiarse en Chicontepec. En 1881 el pueblo de Huayacocotla adquirió la categoría de villa.

Como monumentos arquitectónicos: en la cabecera municipal se encuentra una iglesia parroquial que data del año 1746, construida por la Orden Agustina.

Fiestas populares: en el mes de febrero se celebran con fecha movible las fiestas religiosas patronales, posteriormente las fiestas de carnaval; en los meses de marzo o abril, con motivo de la Semana Santa, se realiza una representación de tipo religioso; el 3 de mayo se celebra el día de la Santa Cruz; en junio se celebra el jueves de Corpus Christi, y el 12 de diciembre la fiesta en honor de la Virgen de Guadalupe.

Grupos Étnicos: la población indígena nahua es de 760 habitantes, que representan el 3.9% del total municipal; de los cuales 586 son bilingües y 174 monolingües.

Tiene una extensión de 571.79 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 0.79 por ciento del total del estado y el 0.0287 por ciento del país. Se divide en 88 localidades entre las que destacan Agua Bendita, Altamira, Camarones, Donangú, Miguel Lerdo, Ojo de Agua y Rafael Valenzuela.

Orografía: Huayacocotla, se encuentra situado en la zona norte del estado, siendo el espolón más occidental del mismo y sobre la parte más abrupta de la Huasteca, en el ramal de la Sierra Madre que recibe el nombre local de Sierra Huayacocotla y e Chicontepec, destacando los cerros El Zapote, El Pílon y El Encinal, que sirve de límite en el estado de Hidalgo y forman las cumbres de Huayacocotla, de igual forma sirven de límite con el estado los cerros Tépaló y Jabalí; otros como el Corcovado, la Cumbre, Poxtetle, en contraste con las profundas barrancas que lo surcan, como las de la Calera y Huayacocotla. En cuanto a su flora y fauna; su vegetación es de tipo bosque caducifolio y bosque de pino-encino, las especies más comunes son: álamo, pino, encino, jonote, alamillo y otras especies adaptadas al ambiente húmedo. Existe una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran: ardilla, conejo, tuza y otra especies acordes al hábitat forestal.

MARCO SOCIAL

Población

La población de Huayacocotla se estima en 34 455 habitantes, de los cuales el 11.9 por ciento es considerada población urbana y el 88.1 por ciento población rural, se estima una tasa media anual de crecimiento de 3.4 para la presente década. La densidad de población es de 43 habitantes por kilómetro cuadrado. Se observa un crecimiento más acelerado en la población rural en comparación con la urbana, la población representa el 0.3649 por ciento del total de la población del estado de Veracruz y el 0.0302 por ciento del país.

En este municipio existen los niveles de educación preescolar, primaria y secundaria así como escuelas técnicas de carrera terminal, por cual el índice de analfabetismo se ha visto reducido en un 20.1 por ciento.

Entre las instituciones médicas que otorgan servicio de salud pública en el municipio se encuentran el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y tres centros de salud, dependientes de la Secretaría de Salud (SSA). El sector privado cuenta con algunos establecimientos médicos que revisten cierta importancia.

Actividades Económicas

Agricultura: entre los cultivos agrícolas destacan, primordialmente frijol, maíz, aguacate, cebada, durazno y chícharo.

Ganadería: se cría ganado ovino, porcino, bovino, caprino.

Explotación Forestal: se explotan, principalmente, las especies pino rojo, pino liso, encino, quebracho y encino negro.

Minería: cuenta con grandes bancos de arena, grava, piedra y cal.

Comercio: se cuenta con establecimientos comerciales como tiendas (misceláneas), que destacan por su variado surtido.

Huayacocotla-Veracruz

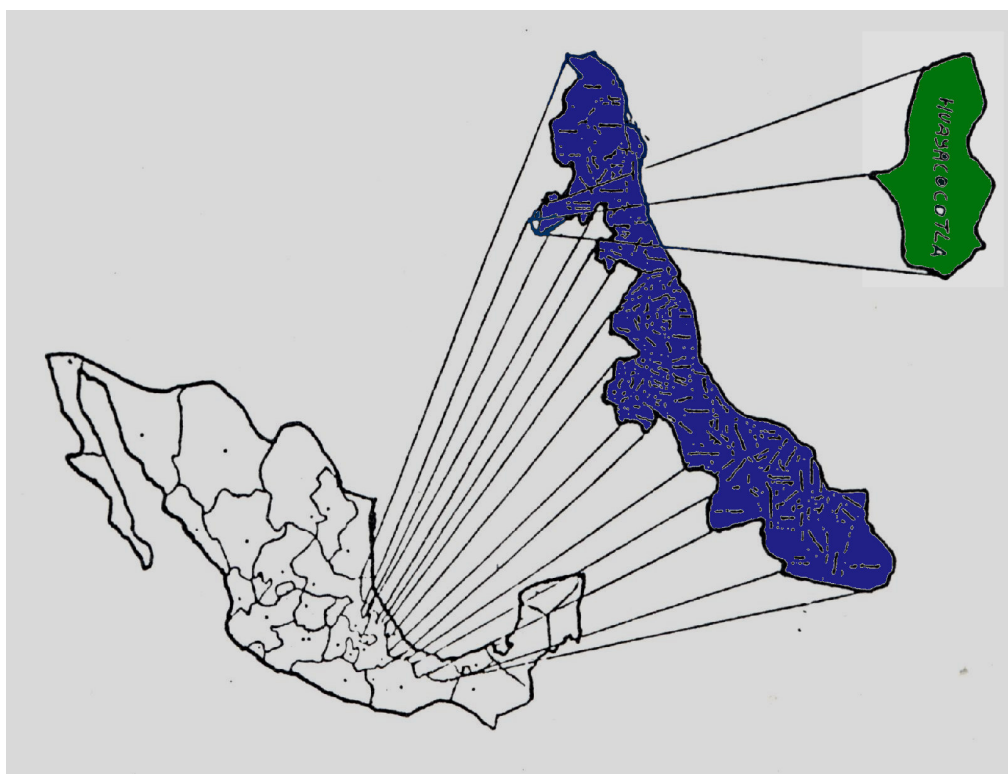


Figura 5. Ubicación de la zona de estudio. El ejido “Duraznos” se localiza dentro Del municipio de Huayacocotla, al noroeste del estado de Veracruz.

Bosque de niebla

Escala (m)



CLAVE DE LAS ESPECIES DE PLANTAS

Árboles del dosel

- 1 *Ulmus mexicana*
- 2 *Quercus* sp.

Árboles del subdosel

- 3 *Clethra mexicana* (individuo juvenil)
- 4 *Rhamnus capraefolia*

Lianas

- 5 *Vitis tiliifolia*
- 6 *Calcestrus* sp.

Helechos arborescentes

- 7 *Sphaeropteris horrida*
- 8 *Cyathea mexicana*

Estrato arbustivo

- 9 *Miconia glaberrima*
- 10 *Heliconia* sp.
- 11 *Chamaedorea tapejilote*

Trepadora herbácea

- 12 *Monstera* sp.

Epifitas

- 16 *Tillandsia prodigiosa*
- 17 *Epidendrum parkinsonianum*
- 18 *Phlebodium aureum*
- 19 *Trichomanes* sp.
- 20 *Tillandsia* sp.
- 21 *Tillandsia schiedeana*
- 22 *Tillandsia violacea*
- 23 *Paperomia galioides*
- 24 *Paperomia pallucida*

Saprófita

- 25 *Polyporus schweintzii*

Estrato herbáceo

- 13 *Ceratozamia mexicana*
- 14 *Polypodium* sp.
- 15 *Persaea* sp. (plántula)

Figura 6. Representación de la estructura del Bosque Mesófilo de Montaña. (Tomado de Challenger, 1998).

MÉTODO

El cumplimiento de los objetivos planteados se logró a través de la aplicación de los siguientes puntos:

I. Se delimitó el área de estudio mediante recorridos de campo, uso de cartografía de INEGI (topográfica, edafológica, geológica, uso de suelo, vegetación), además de revisiones bibliográficas y entrevistas con las autoridades regionales. De abril de 2000 a abril de 2003, se realizaron visitas en diferentes épocas del año con distintos tiempos de estancia; desyerbe y/o preparación del terreno (enero y febrero), época de siembra (marzo y diciembre), época de mayor precipitación pluvial (mayo a agosto) época de cosecha (abril y octubre).

II. Se describió el Agroecosistema regional, priorizando el criterio de uso de la tierra y la superficie del área utilizada para la producción local preferente; de este modo, de acuerdo con Speeding (1979) fueron ubicados los siguientes subsistemas:

- i) Subsistema Cultivo
- ii) Subsistema Huerto Familiar y plantas medicinales.
- iii) Subsistema Cerco vivo
- iv) Subsistema Bosque
- v) Subsistema Animal

III) Mediante la observación de los procesos productivos así como entrevistas abiertas (Apéndice 1) con los productores, amas de casa y con autoridades se caracterizó cada subsistema en términos de tecnología en tiempo y espacio, procesos productivos, aprovechamiento de los productos y comercialización. Las entrevistas basadas en Zúñiga (2000), fueron dirigidas tanto a los pobladores con gran arraigo cultural como a los pobladores jóvenes, lo que permitió establecer un criterio en la interpretación de la transmisión de los conocimientos.

IV) Se establecieron los criterios del ciclo de aprovechamiento de los recursos a través de observaciones de los procesos productivos espacio-temporales en consideración con las tecnologías utilizadas.

V) Se colectó material botánico en los subsistemas Bosque, Cerco vivo, Huerto familiar y plantas Medicinales, que posteriormente fue identificado y depositados en el Herbario "Jorge Espinosa Salas" de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

RESULTADOS:

El bosque mesófilo en Huayacocotla es rico en especies herbáceas, arbóreas y animales, sin embargo la porción de bosque correspondiente al ejido “Duraznos” ha sido alterada significativamente lo que ha repercutido en la disminución de la diversidad del bosque, ubicándose en esta porción ejidal a cierta vegetación dominante como: *Quercus rugosa* y *Quercus laurina*, además de *Pinus patula*, *Pinus leiophylla*, helechos arborescentes y otras plantas leñosas como *Alnus jorullensis*.

Una lista florística preliminar, resultado de la investigación bibliográfica y colectas del autor se presentan en el apéndice 3. Los datos reunidos por cada subsistema considerado se muestran a continuación.

Subsistema Cultivo

Las condiciones ambientales determinadas por la condensación orográfica de masas de aire saturadas de humedad a nivel de la vegetación que ocasionan neblinas constantes y como consecuencia poca incidencia de radiación solar, así como la poca retención de agua por el suelo y bajas temperaturas, además de la cañada con sus pendientes muy pronunciadas, todas estas, características propias de un bosque mesófilo de montaña, obligan a la práctica de una agricultura tradicional de temporal en el ejido los duraznos.

La agricultura temporalera se desarrolla en terrenos de planicie que permite la utilización de tracción animal o arado, y a pie de monte con pendientes que impiden el uso de tracción animal o maquinaria agrícola, utilizando sólo azadón. Se producen en ellos una cosecha al año. Se cultiva milpa (maíz-fríjol-calabaza), y en años muy húmedos alverjón en invierno. Se produce principalmente para autoconsumo cuando se siembra milpa o para el mercado cuando se siembra alverjón. Se utilizan pocos insumos. La mano de obra utilizada la proporciona la familia. Las parcelas son menores a una hectárea, la tierra es ejidal. Los campesinos no cuentan con capital y las labores se llevan a cabo con arado, tracción animal y azadón.

Son practicados sistemas de cultivos combinados, los cuales son de temporal y un solo monocultivo de invierno, los sistemas así descritos son: subsistema Maíz-Frijol y subsistema Maíz-Calabaza de la época de lluvias y el subsistema Alverjón de la época fría o de invierno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Técnica aplicada en la agricultura tradicional del agroecosistema ‘los duraznos’.

Subsistema	Implementos utilizados	Siembra	Cosecha	Cosechas/año
Maíz-fríjol	Arado y azadón	lluvias(Marzo)	Octubre	1
Maíz-calabaza	Arado y azadón	lluvias(Marzo)	Octubre	1
Alverjón	Arado y azadón	invierno(Dic.)	Abril	1

La fecha de siembra en los policultivos (*Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* y *Cucurbita pepo*) estuvo determinada por la presencia de condiciones favorables de humedad, ya que se sembró después de la primera lluvia, aunque algunos campesinos consideraron que era mejor sembrar en seco, con el fin de utilizar mejor el agua de las primeras lluvias, lo cual representó un alto riesgo debido a la alta variación en que se presentan las primeras lluvias y la cantidad de agua que aportan. La limitante ecológica y físico-ambiental más importante para las plantas cultivadas en el área de estudio fue la energía (luz solar) disminuida por la neblina. Tanto la lixiviación así como tampoco la humedad son limitantes en los cultivos.

La siembra de alverjón (*Pisum sativum* Lin.) estuvo determinada por condiciones favorables de humedad y rocío proveniente del aire con alta cantidad de humedad en la época de invierno, la limitante ecológica o físico-ambiental para este cultivo fueron las heladas ocasionales.

Se utilizan técnicas meramente tradicionales en ambos cultivos, el terreno es limpiado de malas hierbas, se abren surcos con yunta (tracción animal) o sólo azadón cuando el terreno presenta pendiente muy pronunciada, las semillas de maíz son sembradas al azar a una profundidad de 10cm, las semillas de fríjol o calabaza son puestas cerca del maíz cuando este tiene aproximadamente 1.20m de altura, se colocan tres semillas de fríjol o calabaza por una sola de maíz, se lleva a cabo un deshierbe y un aporque cuando la planta de maíz alcanza 1.60m de altura. Las parcelas utilizadas para cultivar alverjón se limpian de las malas hierbas, se abren surcos con yunta o azadón, se siembran las semillas al azar, no se lleva a cabo aporque pero si se vuelve a desyerbar antes de cosechar.

Se cultivan tres variedades de maíz (*Zea mays*), el amarillo, el mateado o pinto y el blanco, tres variedades de fríjol (*Phaseolus spp*), el ayacote (*Phaseolus coccineus*), enredador o negro (*Phaseolus vulgaris*) y bayo gordo, una sola especie de calabaza (*Cucurbita pepo*), todos estos cultivos son de tamaño considerable en cuanto al desarrollo de la semilla o el fruto, asimismo se cultiva un solo tipo de alverjón, el cual se desarrolla mejor en estas condiciones ambientales.

Subsistema Huerto familiar

La mayoría de las especies que conforman el subsistema huerto familiar se consideran sumamente importantes, debido a que son el complemento alimentario de las familias y en ocasiones cuando la producción es abundante y se permite la comercialización de algunos productos, estos representan la única fuente de ingresos económicos, por lo cual el cultivo dentro de los huertos familiares es constante a lo largo del año.

En este subsistema básicamente se encuentran plantas alimenticias (hortalizas o herbáceas y frutales) y plantas medicinales (herbáceas y arbustivas).

Las especies que se cultivan son: Cilantro (*Coriandrum sativum*), Chile serrano (*Capsicum annum*) y Chile habanero (*Capsicum annum* var. *Frutescens*), Rábano (*Raphanus sativus*), Cebolla (*Allium cepa*) Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Lechuga (*Lactuca sativa*), Col (*Brassica oleracea*) y Quelites (*Amaranthus watsonii*). Con excepción de los Quelites, que se cosechan, al igual que el epazote (*Chenopodium ambrosoides*) en los bordes y superficies cultivadas de la milpa, el resto de las especies se cultivan durante todo el año (Cuadro 3). Las especies arbóreas o frutales que se hallan dentro de el huerto son: Durazno (*Prunus persica*), Peral (*Pyrus communis*), Manzano (*Malus spp*), Capulín (*Prunus serotina* subsp. *Capuli*), Guayaba (*Psidium guajava*), Limón agrio (*Citrus aurantiifolia*), Naranja agria (*Citrus aurantium*), Naranja dulce (*Citrus sinensis*), Lima (*Citrus limetta*) y Zapote blanco (*Casimiroa edulis*).

Cuadro 3. Época de siembra y cosecha de los cultivos que se encuentran dentro del subsistema Huerto Familiar. S = siembra C = cosecha

TIPO DE CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>Coriandrum sativum</i> (cilantro)	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C
<i>Capsicum annum</i> (chile serrano)	C			S		S	S	S			C	C
<i>C. annum</i> var. <i>Frutescens</i> (chile habanero)	C			S	C	S		S			C	C
<i>Allium cepa</i> (cebolla)	C				S			C			S	
<i>Lycopersicon esculentum</i> (jitomate)				S	C	S	C					
<i>Raphanus sativus</i> (rábano)	S		C	S		C	S		S	C		C
<i>Lactuca sativa</i> (lechuga)		S		C		S		C	S		C	
<i>Brassica oleracea</i> (col)	C		S			C			S		C	S
<i>Sechium edule</i> (Chayote)					S	S			C	C	C	C

El **cilantro** es una de las especies que más se siembran durante todo el año, requiere de pocos cuidados y su ciclo de vida es muy corto, se obtienen más de dos cosechas al año, por lo cual además de utilizarse para autoconsumo, su venta al mercado local es de gran importancia. Los diferentes **chiles** cultivados, y cosechados en su mayoría de noviembre a enero son empleados para el autoconsumo familiar, éstos representan uno de los principales condimentos de su alimentación. La cosecha de la **cebolla** predomina en los meses de octubre a enero, esta especie es la más importante por su uso como condimento en las diferentes comidas. Los **jitomates** que son cosechados a lo largo del año se utilizan como autoconsumo, son sembrados, al igual que los chiles, en las esquinas del huerto, ya que los frutos deben colgar sin tocar el sustrato y así evitar su pudrición. Los **rábanos**, la **lechuga** y la **col** además de satisfacer el autoconsumo familiar, son comercializados en el mercado local, pues su amplia producción así lo permite, del mismo modo la cosecha del **chayote** durante los últimos cuatro meses del año permiten su venta en el mercado local, aunque también se considera una parte para el consumo familiar.

Si bien las condiciones ambientales determinadas por las neblinas constantes, no son las más adecuadas para el mejor crecimiento de estas especies, tampoco impiden un desarrollo óptimo de muchas de ellas, ya que la abundante humedad de estos suelos sustituye en parte el riego, además estas especies no demandan mucha energía (Luz solar), sino más bien requieren de nutrientes en gran cantidad, los cuales son proporcionados por los campesinos a través del abono de desechos orgánicos, o por el suelo a través de la lixiviación del bosque natural, los huertos por lo general están ubicados al pie de laderas o pendientes, con el fin de utilizar mejor los nutrientes y humedad de los escurrimientos.

Las plantas medicinales halladas dentro del subsistema huerto son indispensables como complemento o auxiliares en la atención de enfermedades y padecimientos para todas las familias del ejido, pues éstas remedian malestares tales como alteraciones nerviosas, dolores de cabeza y huesos, resfriados, padecimientos de tos e intestinales principalmente. La mayoría de ellas son de origen silvestre protegidas, fomentadas, toleradas y semidomesticadas, por lo que el campesino tiene que conocer y manipular todas estas variables para obtener un resultado óptimo. Estas se ingieren tanto en infusiones a manera de té o en crudo, y las que se utilizan regularmente en la comunidad, son las siguientes:

Estafiate (*Artemisia ludoviciana* Nutt).

Familia Compositae

Se obtiene de sus hojas y flores una infusión que puede ser tomado a cualquier hora del día y de preferencia caliente, remedia el vómito y diarrea. Se recomienda no administrarse a mujeres embarazadas o en periodo de lactancia. Es una herbácea de origen silvestre que ha sido tolerada dentro del agroecosistema.

Epazote (*Chenopodium ambrosoides*).
Familia Chenopodaceae.

Esta planta se usa como infusión a manera de té, o también se come en crudo, sirve para tratar dolores estomacales, cólicos y catarro, se utilizan sus hojas raíz y tallo. Es una planta silvestre protegida que puede ser colectada en los bordes y superficies cultivadas de la milpa.

Floripondio o florifundio (*Datura arborea* L.).
Familia Solanaceae

Sus hojas son hervidas para obtener una infusión que servirá para tratar enfermedades del riñón, con esta infusión se debe lavar la parte afectada, también se usa en crudo, combinada con manteca, se aplica sobre la parte afectada, por las noches. Es una planta de origen silvestre semidomesticada.

Mirto (*Salvia elegans* Vahl.).
Familia Labiateae

Son utilizadas tanto sus hojas como sus tallos para preparar un te y tomarlo con el fin de tratar malestares estomacales (diarrea), también se toma en licuado para “engrosar la sangre” (contrarrestar la anemia). Dentro del agroecosistema, esta herbácea silvestre ha sido tolerada.

Simonillo (*Conyza filaginoides* DC.).
Familia compositae-Asteraceae

De esta herbácea se obtiene un te que debe ser tomado dos veces al día para contrarrestar males del riñón y como tratamiento de la bilis, son utilizadas principalmente sus hojas, aunque en ocasiones son utilizados los tallos y flores. Es una herbácea tolerada de origen silvestre.

Zapote blanco (*Casimiroa edulis* Llave & Lex).
Familia Rutaceae.

Este árbol además de ser frutal, sus hojas hervidas a manera de te y tomado dos veces al día contrarresta problemas relacionados con la presión arterial y con el riñón, aunque también se emplea en el tratamiento del cáncer en general, y se recomienda no ser ingerido por mujeres en estado de lactancia o durante el embarazo.

Toronjil dulce (*Melissa officinalis* L.).
Familia Labiateae.

El toronjil se usa para curar el susto y el dolor de estomago, para ambos casos, sus hojas y/o flores se hierven y se toman, aunque para sanar el susto se aplica al bañarse, principalmente en niños. Es una herbácea protegida de origen silvestre.

Chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.)

Familia Cucurbitaceae.

Es una planta domesticada de la cual se aprovechan sus frutos, hojas y tallos. Sus frutos hervidos y comidos sirven en el tratamiento de exceso de azúcar en la sangre, y el te obtenido de sus hojas y tallos son empleados en el tratamiento del cáncer en general.

Ruda (*Ruta graveolens* L.).

Familia Rutaceae.

De las hojas y tallos se obtiene una infusión para contrarrestar malestares estomacales, sin embargo no debe ser administrada a mujeres embarazadas pues se le atribuyen propiedades abortivas. Es un arbusto tolerado dentro del agroecosistema.

Bugambilia (*Bougainvillea glabra* Choisy).

Familia Nyctaginaceae.

Las flores y hojas de este arbusto hervidos a manera de te contrarrestan la temperatura corporal, gripes y tos, así como también se emplea para sanar el susto y prevenir malestares por corajes, se debe tomar en ayunas.

Subsistema Bosque

La obtención de recursos directos del bosque no es tan amplia, debido a que el bosque correspondiente al ejido Duraznos, está muy alterado y es poco diverso, se obtienen algunas especies arbóreas para leña y construcción, una especie ornamental y una especie explotada para la alimentación (cuadro 4).

Cuadro 4. Especies del subsistema bosque, obtenidas por los lugareños del ejido Duraznos, y su utilización.

Nombre común	Nombre científico	Distribución	Finalidad
Hojarasca	<i>Quercus laurina.</i> Humb	Amplia	Leña y construcción
Quebracho	<i>Quercus rugosa</i> Neé	Amplia	Leña y construcción
Encino	<i>Quercus, sp</i>	Amplia	Leña y construcción
Ocote	<i>Pinus leiophylla</i> Schitdl. Et Cham.	Amplia	Leña y construcción
Pino	<i>Pinus patula</i> Schiede & Deppe.	Amplia	Leña y construcción
Aile	<i>Alnus jorullensis</i> H.B. & K.	Mediana	Leña
Tecolotito	Bromeleaceae	Amplia	Ornamental
Colorín	<i>Eritrina amaricana</i>	Reducida	Alimentación y cercos vivos

Los encinos y los pinos (20 a 30m. de altura) son usados para leña; en la cocción de alimentos principalmente, así como también calentar agua para el aseo personal y/o familiar. De *Pinus leiophylla* (figura 7) se cortan pequeños trozos de 15 a 20cm de largo y de 2 a 5cm de ancho para ser vendidos como combustible (\$5 el rollo de 8 piezas), se emplean también en la construcción de viviendas y cercos. De *Pinus patula* (figura 8) se obtiene madera para construcción de casas habitación, tapancos para almacenar la cosecha, corrales y gallineros para los animales y cercos para delimitar terrenos, además, es ésta especie, la que capta la mayor cantidad de humedad a través de sus hojas aciculares, las cuales llevan a cabo el “efecto de peine” de la neblina y que es de gran importancia para mantener la humedad en el suelo durante todo el año, por lo cual *Pinus patula* juega el papel ecológico determinante del bosque. Las diferentes especies de encino; *Quercus laurina*, *Quercus rugosa* y *Quercus sp*, son las más ampliamente usadas en la construcción, éstas son preferidas por su dureza y resistencia, además de ser las más abundantes en la porción de bosque correspondiente al ejido, el Aile (*Alnus jorullensis*) es la especie leñosa mayormente explotada por los lugareños, es preferida por su facilidad para ser cortada, fácil manejo de arrastre o transporte, además de que enciende rápidamente, sin embargo, ésta especie es muy blanda y de diámetro poco considerable (10 a 15 cm. de diámetro el tallo principal), motivos por los cuales el Aile no es utilizado en la construcción. Ninguna de las especies leñosas se tala de manera inmoderada o es explotada en grandes cantidades, ni con fines comerciales, pues el bosque está muy alterado y no permite dicha práctica. El bosque tampoco es talado o abierto con fines agrícolas debido a que sus pendientes o barrancas son demasiado pronunciadas.

La única planta ornamental extraída del bosque es “el tecolotito”, epífita muy abundante sobre los encinos y pinos, el tecolotito (Bromelaceae), es usado para adornar altares o imágenes religiosas en las casas y templos, por lo que en la semana santa es mayormente explotada, pues esta Bromelaceae es usada en el escenario religioso.

Las flores del colorín (*Eritrina amaricana*), se colectan para satisfacer la alimentación de la familia, aunque en ocasiones son comercializadas en el mercado local. Las flores deben hervirse en agua, se les elimina el agua y posteriormente se cocina con huevo, esta especie es muy utilizada como corredores de cercos vivos.



a) Ocote, *Pinus leiophylla*



b) Cono de *P. Leiophylla*

Figura 7. *Pinus leiophylla* utilizado en la construcción de viviendas y cercos, reditúa en muchas ocasiones beneficios económicos para la comunidad.



a) *Pinus patula*



b) Conos de *Pinus patula*



c) Hojas y rama de *P. patula*

Figura 8. *Pinus patula* juega el papel ecológico determinante en el bosque mesófilo, sus hojas aciculares (c) retienen una gran cantidad de aire húmedo que se condensa en forma de neblina y que posteriormente escurre al suelo en forma líquida, lo cual mantiene la humedad en el bosque.



d) Corteza de *P. Patula*

Subsistema Cerco vivo

Los cercos vivos cumplen con la función de delimitar terrenos de cultivo, como corredores biológicos y para cercar por completo los huertos. Esta práctica es de suma importancia dentro del agroecosistema, pues la planta más usada en los cercos vivos es el maguey pulquero (*Agave atrovirens*), el cual es explotado potencialmente, de él se obtiene agua miel, fibra, sus pencas frescas son usadas en la cocción de alimentos (barbacoa) y secas sirven como leña combustible. Los magueyes, agrupados en hileras, además de delimitar terrenos controlan la erosión del suelo y funcionan como cortinas rompevientos. El proceso de obtención de agua miel (fig. 9), se basa en el reconocimiento del maguey que va a florecer para poder cortarlo al centro con un instrumento especial e ir raspando hasta dejar una cavidad en la base de las hojas, ésta cavidad se tapa con una piedra u otro objeto con el fin de proteger la savia producida diariamente por las hojas y por el campesino para calmar su sed o que generalmente se extrae por succión con un instrumento especial denominado "ácocote", éste agua miel se deja fermentar para la obtención del pulque, el cual es consumido por los campesinos del ejido, o también se distribuye en las pulquerías del pueblo y que por tanto significa beneficios económicos para los lugareños del ejido, así pues, los cercos vivos se consideran como una faceta más de uso de la tierra dentro del agroecosistema.

Si bien un terreno debe ser limpiado de malas hierbas antes de ser cultivado, también es cierto que algunas malezas o malas hierbas son dejadas en ocasiones como cercos vivos y tiene la función de delimitar el terreno o como cortinas rompevientos, aunque también protegen a los cultivos de ciertas plagas de insectos o de algunos otros herbívoros. Las barreras o cercos vivos de malas hierbas se dejan a una distancia considerable, de 2 a 4 metros de distancia lejanos de los cultivos para disminuir la competencia o aporte de ciertos parásitos, entonces lo que éstas barreras hacen es soportar plagas de parásitos, dotándolas de alimento e impidiendo que lleguen hasta los cultivos o también son receptoras de otros animales herbívoros como vacas o borregos, que en caso de estar sueltos consumen algunos pastos, evitando así que dañen al cultivo ya sea consumiéndolo o pisoteándolo. Estos cercos vivos a base de malezas son muy diversos, presentándose en estos desde helechos hasta pastos, destacan por su abundancia las familias Pteridaceae, Rosaceae, Poaceae, Polipodaceae, Convovulaceae y Labiateae.

En los huertos familiares se evitan los cercos vivos con la finalidad de evadir la competencia por nutrientes y agua con los diferentes cultivos que ahí se desarrollan. En estos casos los huertos son cercados con trozos de palo y alambre o también sólo con palos acomodados de manera continua, es muy importante no utilizar ni siquiera los magueyes, aunque ayuden a evitar la erosión. Por otro lado, los cercos vivos en los huertos familiares son en ocasiones elaborados a partir de las mismas plantas que son sembradas dentro de estos, como por ejemplo con los cítricos como el limón y la naranja principalmente.



Figura 9. (arriba) corte al centro del maguey para succionar el aguamiel con ayuda de un acocote, (abajo) colecta del aguamiel que ha sido extraído, al fondo de la imagen se logra observar un cerco vivo con estos magueyes.

Subsistema Animal

La cría de animales en el agroecosistema es una actividad que ha estado ligada siempre a la economía familiar, esta compleja actividad es llevada a cabo de modo integral con el resto de los subsistemas, en donde los animales son, al mismo tiempo, una estrategia más para contar con dinero a través de su venta, u obtener maíz o frijol a través del trueque por animales con los habitantes del mismo ejido y de otros poblados y ejidos cercanos, o significan un mecanismo de ahorro económico con el fin de satisfacer necesidades no previstas en cualquier momento, o para afrontar compromisos sociales o para ser sacrificados en festividades religiosas, sin dejar de considerar que en muchas ocasiones constituyen la única fuente de proteína animal en la dieta de la familia

En la práctica y sostén de este subsistema participan todos los miembros de la familia, en donde las labores son llevadas a cabo de acuerdo al grado de conocimiento de cada miembro, en consideración con el tiempo y aptitudes para realizar las tareas, ya que son parte de las estrategias para asegurar el éxito del proceso productivo, además la concatenación de estas actividades representan parte de la cultura de los habitantes del ejido, siendo las mujeres las más activas en la alimentación de los animales, y en la confinación de los mismos, son los hombres los encargados en la construcción de los corrales.

Dentro del subsistema animal se encuentran animales domésticos, entre los cuales se tiene los siguientes:

Vacas (*Bos taurus longifron*). Se tienen de 2 a 10 por familia, se alimentan de hierba, sácate y sal disuelta en agua, durante el día a terrenos con pastizal dentro del ejido y por la noche son atadas a algún árbol. Se obtiene desde 5 hasta 30 litros de leche por día, una parte de esta (de 2 a 4 litros) se emplea en el autoconsumo familiar y el resto se comercializa en el municipio de Huayacocotla, del mismo modo cuando de las vacas se obtiene carne, una buena parte es para autoconsumo y otra parte es comercializada, o también se pone en venta el animal por completo, alcanzando un precio de hasta \$ 20 000. Esta actividad ha conllevado a algunos pobladores, quienes por necesidad o por ambición económica, se ven obligados a abandonar terrenos que alguna vez fueron fértiles para la agricultura y que ahora debido a la erosión solamente sirven para confinar a estos y otros animales.

Borregos (*Ovis aries*). Cada familia cría de 4 a 14 animales, se alimentan de hierba, pastorean durante el día sin ser amarrados, y por la noche son encerrados en corrales de madera de aproximadamente 15m², de estos animales se aprovecha su carne, piel y cebo, aunque económicamente reditúa más su venta, ya sea dentro de la comunidad o con la gente de los ejidos cercanos, alcanzando un precio de \$50-60 por Kg.; representando con ello una importante fuente económica para el campesino, sin embargo,

el pastoreo de estos animales al igual que el las vacas han erosionado grandes cantidades de terrenos.

Cerdos (*Sus domesticus*). Existen entre 6 a 8 organismos por familia, se alimentan de maíz y alverjón, estos representan el elemento más importante de aporte alimenticio cotidiano, en las comidas de eventos populares, fiestas religiosas y sociales, estos animales se encuentran encerrados en chiqueros construidos de madera, generalmente se ubican cerca de la casa-habitación, regularmente se encierran por las noches, ya que durante el día son liberados. La venta de estos organismos genera ingresos económicos no tan apreciables como los generados por vacas o borregos, más bien son para autoconsumo.

Gallinas (*Gallus gallus*) y Guajolotes (*Meleagris gallapollo*). La cantidad de estos animales es muy variable, se pueden tener de 1 a 6 guajolotes, y desde 6 hasta 30 gallinas por familia, se alimentan principalmente de maíz y hierbas, estos organismos se encuentran confinados en gallineros construidos de madera o plantas leñosas y son cercados con alambre de metal para protegerlos de depredadores carnívoros, durante el día en este lugar duermen, se alimentan, se reproducen y colocan sus huevos, en ocasiones son liberados del corral y medran en los patios o en las calles. Las gallinas además de producir constantemente huevo, brindan de manera terminal carne, y aunque de manera esporádica los guajolotes también aportan huevo para la dieta familiar, son más importantes como fuente de carne, ya sea para autoconsumo familiar o para su venta, principalmente para festividades religiosas.

Caballos (*Equus calibus*). Se tiene de 1 a 3 organismos por familia, se alimentan de maíz, hierba y cebada, ésta tiene que ser comprada, regularmente se encuentran amarrados a los árboles, sin embargo en ocasiones se encuentran sueltos en el día, son utilizados como bestias de carga para transportar maíz, alverjón o leña, o simplemente como transporte personal de distancias cortas o largas en el traslado de un poblado a otro.

DISCUSION

En el pasado geológico, el tipo de vegetación que hoy se conoce como bosque mesófilo de montaña cubría extensas áreas de México, pero en la actualidad sólo sobrevive como comunidades relictas distribuidas en forma de archipiélagos vegetacionales, cuya extensión total apenas abarca 1% de las tierras mexicanas.

Los bosques mesófilos de montaña tienen una composición y una estructura características que son resultado de la migración y mezcla a gran escala de las floras holártica y neotropical en el pasado geológico, de modo que en el dosel suelen dominar árboles caducifolios de clima templado, en tanto que en el sotobosque prevalecen las especies tropicales perennifolias, sin embargo, estos bosques son inherentemente frágiles y su persistencia depende de un microclima que es mantenido en parte por el propio bosque, ya que en los lugares donde se tala el bosque mesófilo, es frecuente que a este lo sustituyan bosques de pinos (Challenger, 1998).

El ejido Duraznos perteneciente al municipio de Huayacocotla en el estado de Veracruz es uno de los relictos vegetacionales de bosque mesófilo y por lo tanto considerada como una región terrestre prioritaria para el país (CONABIO, 2000). Si bien las condiciones ambientales, en éstas barrancas y cañadas del ejido, determinan el clima húmedo con neblinas durante casi todo el año, también la vegetación dominante en el dosel es de relevante importancia, pues en esta porción de bosque dominan árboles perennifolios, en particular *Pinus patula* que realiza una función ecológica determinante en la preservación del clima para el bosque al captar la humedad del ambiente. En la temporada seca es importante el efecto de ‘peine’ de aire húmedo por parte de estas plantas leñosas; el aire condensa sobre acículas y hojas colgantes, y las gotas caen a la tierra, es probable que este efecto sea importante en el ciclo de agua, y para mantener con agua los arroyos y ríos de la región durante la época de secas.

La humedad predominante en el bosque mesófilo es producto de la condensación de vientos cargados de humedad. Estos vientos suben las laderas de la meseta central, se enfrían, condensan y entonces liberan humedad en forma de precipitación directa o de niebla, la niebla es una nubosidad situada en el suelo. En esta situación la humedad de la niebla es captada por cierto tipo de vegetación en sitios donde las masas de aire húmedo se ven obligadas a ascender por la presencia de pendientes montañosas, tal es el caso de la cañada del ejido duraznos, originando así gran condensación de vapor de agua.

En las zonas montañosas y boscosas del país afectadas por la niebla, precisamente donde se localizan los denominados bosques nublados, resalta una especie de pino, *Pinus patula* que tiene la particularidad de captar la humedad de la niebla (Maderey et al, 1989). Este mismo autor señala que *Pinus patula* “es el prototipo de un peinador de la niebla” con sus hojas colgantes que realmente forman un peine. Las nieblas que se cuelan por sus

coronas se condensan en las hojas, el agua fluye hacia abajo y finalmente gotea al suelo. En esta forma este pino proporciona agua a sus propias raíces aún cuando no llueva en sus contornos. La cantidad de agua ganada por este medio debe tener una notable y definitiva influencia sobre las variantes acompañantes del *Pinus patula*, así como sobre las corrientes de los arroyos que nacen en la sierra, particularidad por la que tiene un gran valor para el régimen de aguas en toda la sierra y para los terrenos cultivados.

La disponibilidad de humedad, las pendientes pronunciadas y la disminución de energía (luz solar) como consecuencia de la neblina repercuten directamente en los cultivos del agroecosistema del ejido duraznos. Debido a las constantes neblinas, la cantidad de energía disponible (luz solar directa) disminuye en tiempo u horas, por lo que las plantas demandantes de una gran cantidad de luz solar como el maíz (C_4) se ven directamente afectadas en su crecimiento y desarrollo, sin embargo la humedad proporcionada por las neblinas, compensa hasta cierto punto la falta de disponibilidad de luz solar. Este efecto no es el mismo en plantas que no demandan tanta energía solar directa (C_3), como el frijol, hortalizas y algunos frutos (ver apéndice 2).

En algunos estudios ecológicos se señala que los estomas son un medio para equilibrar la necesidad de la hoja en permitir la entrada de CO_2 para la fotosíntesis; a la vez que limita la pérdida de vapor de agua por transpiración (Coombs, 1988). En el maíz la asimilación de CO_2 es mayor, pero también pierde más agua, de esta manera el maíz realiza más fotosíntesis, el maíz presenta menor evapotranspiración cuando asimila menos CO_2 . En el frijol la asimilación de CO_2 es constante al inicio, sin embargo la pendiente en frijol es mayor a la del maíz, debido a que la asimilación de CO_2 es constante y se refleja en la poca pérdida de agua en el frijol porque el rango de evapotranspiración es menor que en maíz.

El rendimiento cuántico es la eficiencia en el uso de la luz por la fotosíntesis, número de mol de CO_2 por mol cuántico absorbido por una hoja (Coombs, 1988). En maíz la eficiencia cuántica es menor, ya que con menor luz éste ya no realiza fotosíntesis plena (ver anexo), al observar los tiempos de absorción fotónica durante un día entero, la eficiencia cuántica en maíz es mas corta que en frijol, esto se traduce como que el frijol sigue utilizando la poca luz que le llega para realizar fotosíntesis, y este recurso no es un factor limitativo para él. Sin embargo para el maíz si es un factor limitativo. Recordemos que las plantas C_4 (maíz) necesitan de luz plena para realizar el proceso de fotosíntesis y llegar a su saturación de luz. Según Coombs (1988) la tasa de asimilación de CO_2 en cultivos de plantas C_3 (frijol) se satura con niveles de luz inferiores a la luz solar plena, es decir, son incapaces de utilizar luz adicional (Coombs, 1988).

El maíz realiza más fotosíntesis, pero pierde más agua en comparación con la de otros vegetales, es decir que el maíz necesita realizar más fotosíntesis para convertirla en energía y que los estomas regulen la pérdida de agua. Si hablamos de luz el frijol y otro vegetales son más eficientes, ya que necesitan menor rango para realizar fotosíntesis, lo cual se debe a la poca evapotranspiración que presentan (ver apéndice 2).

Si comparamos al bosque mesófilo con la selva alta, se encuentran algunas diferencias ecológicas importantes, principalmente en relación con las condiciones de agua, luz y temperatura. Por ejemplo, los árboles generalmente no tienen contrafuertes, pero sí raíces profundas, ya que la lixiviación de nutrientes no es el principal problema de las plantas, pero sí el anclaje, ya que están expuestos a vientos y tormentas fuertes. Además, los suelos son muy húmedos, y a veces saturados. Esto, junto con el aire húmedo, hace más difícil el crecimiento de los vegetales, ya que se inhibe la evapotranspiración, y con esto el transporte de agua y nutrientes, y la producción de materia orgánica (Vibrans, 2003).

Desde el punto de vista agrícola, la niebla ofrece interesantes posibilidades como fuente de humedad mediante su captación en las zonas bajas y áridas en las que ocurre. En las zonas altas, generalmente montañosas, su importancia como fuente natural de humedad estriba en la relación que guarda con la vegetación que ahí se desarrolla (Maderey, *et al.*, 1989), en las cañadas presentes en el agroecosistema duraznos, la niebla presente con la consecuente humedad permiten el desarrollo de ciertos cultivos para la autosuficiencia alimenticia de sus habitantes.

Las áreas cubiertas por el bosque mesófilo de montaña han sido de las preferidas por los habitantes de las comunidades rurales para la agricultura de temporal, ya que además de poseer clima favorable, humedad y lluvias gran parte del año, sus suelos tienen gran cantidad de materia orgánica. Prueba de dicha preferencia es que en algunas zonas que tuvieron por lo menos parcialmente este tipo de vegetación, se ha desarrollado la más importante agricultura de temporal de clima templado: Mixteca alta, Mesa de Puebla y Tlaxcala, Valle de México, región de Bajío, etc. (Ortega y Castillo, 1996), son estas condiciones entonces las que permiten la práctica de agricultura tradicional en la zona de estudio, a pesar de los obstáculos en relación a la disponibilidad de luz solar, sin embargo, las diferentes especies arbóreas utilizadas por los campesinos de este ejido en la construcción y como combustibles no se encuentran bajo riesgo alguno de existencia, pues solamente representan un complemento ante el uso de gas doméstico y algunos otros materiales de construcción que no son obtenidos de los árboles, así mismo, Ortega y Castillo señalan que actualmente, pocas son las áreas propicias para cultivos anuales que se pueden talar y aprovechar agrícolamente, ya que por ser escarpado el terreno donde se desarrolla gran parte de esta comunidad vegetal, la materia orgánica es rápidamente arrastrada por las lluvias y los vientos.

La cafecultura que se propagó masivamente a finales del siglo XIX en muchas montañas de México ha sido quizás la principal causa de las perturbaciones que ha sufrido el bosque mesófilo de montaña. Su importancia ecológica es que el café se puede cultivar asociado a algunas especies arbóreas en las más pronunciadas pendientes, áreas donde otros cultivos han tenido dificultades para producir de manera económicamente rentable. En el agroecosistema duraznos no se siembra café, pues estos cultivos se encuentran en ejidos situados más abajo en el municipio de Huayacocotla, por lo que no representa importancia ecológica para este estudio.

La variedad de productos hallados dentro de los huertos del agroecosistema duraznos es debida al beneficio que ofrece tanto la disponibilidad de nutrientes como la abundante humedad proveniente de la captación de aire húmedo por parte de la vegetación del dosel, sin embargo es también determinante la ubicación de dichos huertos; estos suelen encontrarse al pie o en las laderas de ciertas lomas o pendientes pronunciadas, con el fin de aprovechar la lixiviación o el lavado de nutrientes que no pueden ser aprovechados por la vegetación del sotobosque, sin embargo, adicional a estos factores de humedad (ver apéndice 2), resalta el papel perjudicial que desempeña el rocío sobre la vegetación, principalmente la que se cultiva a lo largo del año y de la cual depende la complementación alimenticia para los habitantes del ejido, al respecto (Maderey, *et al*, 1989) señala lo siguiente; cabe resaltar que la presencia del rocío en zonas húmedas tiene un efecto perjudicial para la vegetación, sobre todo la cultivada pues el exceso de humedad propicia la aparición de plagas y enfermedades en las plantas, además de que entorpece la cosecha de ciertos cultivos, esto aún en zonas secas. Sin embargo, aún tratándose de regiones húmedas, si a lo largo del año se presenta un periodo seco, la ocurrencia del rocío es benéfica por los mismos motivos que en las zonas secas.

Es muy común encontrar huertos en regiones de bosques mesófilos. Contiene una combinación de elementos exóticos y nativos, pero éstos últimos generalmente provienen de otros tipos de vegetación. Además constituyen una mezcla de plantas con afinidades tropicales y templadas. Existen los frutales templados, frutales tropicales como cítricos, plátanos, mangos, café y papaya. También hay algunas especialidades regionales, como parientes nativos del nogal y del aguacate, o una palma con inflorescencias comestibles (palma tepejilote, *Chamaedora tepejilote*), o *Heliconia*, cuyas hojas se usan para envolver tamales. La mayoría de las herbáceas son anuales y nativas, pero también hay habas, papas o hierbabuenas, que son exóticas. Se encuentran diversas medicinales y ornamentales (Vibrans, 2003).

A pesar de la gran variedad de cultivos señalados por algunos autores, la porción de bosque mesófilo en la zona de estudio no se presenta tal diversidad, aunque si se encuentran los más representativos en los huertos de estas zonas templadas; cítricos, herbáceos, legumbres, entre otros, ya que éste sitio, por sus características, es muy propicio para el buen desarrollo de estos vegetales. Su hábitat es uno de los más apropiados para la agricultura, ya que es el área donde mejor se desarrollan diversos cultivos, y estos pueden ser anuales o perennes (Ortega y Castillo, 1996).

La ausencia de cultivo de café en la región de los duraznos se debe principalmente al poco interés por parte de los campesinos en cultivar este producto debido a sus bajas ventas en la región y a su precio de venta, pues no responde a sus necesidades en lo absoluto. Dado que los cultivos pueden ser anuales o perennes; entre estos últimos, por ejemplo están los cafetales (Ortega y Castillo, 1996); estos autores manejan que entre estos cafetales hay gran variedad de elementos florísticos, y aunque su cantidad no puede compararse con la del bosque se puede considerar que son similares, desde el punto de vista ecológico funcional. En ambos casos, cafetal y bosque, las especies arbóreas,

arbustivas, herbáceos, epifitas, etc., evitan la erosión del suelo, mantienen el equilibrio de los nutrientes, los ciclos microbiológicos y recircular la materia orgánica. Sin embargo, la sustitución del bosque por los cafetales conlleva implícitamente la reducción del hábitat para muchas especies vegetales y animales, que desaparecerán para siempre y con ellas la esperanza de que algún día puedan ser estudiadas para conocer sus propiedades forrajeras, tintóreas, maderables, medicinales etc.

El estudio de la vegetación con fines medicinales es de relevante importancia para la sociedad mexicana, estos estudios comienzan en los sitios rurales-marginados del país, y posteriormente, después de gran cantidad de experiencias campesinas llegan a las grandes urbes metropolitanas.

La mayor parte de las plantas medicinales usadas en el agroecosistema duraznos son herbáceas toleradas, protegidas o hasta fomentadas, muchas de estas son catalogadas como malezas, sin embargo son de gran utilidad por los lugareños para sanar males estomacales, intestinales, gripales, etc., aunque también a estas plantas se les suele encontrar en las macetas de los patios de las casas o dentro de los huertos. Las plantas medicinales catalogadas como malezas, por lo general se encuentran en los bordes de los caminos o de los cultivos, pero principalmente se hallan en los acahuales, es decir, terrenos que ya no pueden ser cultivados, pues su ciclo de cultivo se ha agotado y ahora tienen otra utilidad, ya sea para pastoreo de animales, o simplemente se dejan crecer las malas hierbas que posteriormente serán seleccionadas y colectadas para sus usos adecuados.

Resulta notable la importancia que tiene la selva secundaria por su potencial utilitario, lo cual confirma que en los sistemas de manejo indígena los terrenos con “*acahuales*” (término de uso generalizado en México para denominar estas formaciones forestales) no son áreas improductivas y abandonadas, como fue previamente supuesto por investigadores occidentales, sino que son áreas aprovechadas en sus diferentes etapas sucesionales (Toledo *et al.*, 1994).

Las malezas dentro del agroecosistema estudiado son de importancia medicinal, alimenticia y ecológica, entre éstas malezas se encuentran el estofiate, los quelites y muchas otras herbáceas que funcionan como barreras protectoras de cultivos contra parásitos. Al respecto Granados y López (1996) señalan que tradicionalmente las malezas se consideran en un agroecosistema como indeseables por las siguientes razones: compiten por la vegetación benéfica por espacio, nutrientes y agua; pueden provocar incendios; algunas son tóxicas o causan alergias en el hombre y sus animales domésticos; algunas son parásitas de plantas importantes económicamente y muchas son refugio de insectos perjudiciales, patógenos de plantas y roedores. Contrariamente, las mismas plantas que causan pérdidas de los cultivos, pueden también reducir la erosión del suelo, adicionar materia orgánica al suelo, fijar nitrógeno o proveer abrigo y alimento a la vida silvestre y otros organismos benéficos.

Los policultivos de maíz-fríjol-calabaza practicados por los campesinos del ejido duraznos, son limpiados de malas hierbas al menos dos veces de cosechar, con el fin de evitar la competencia y enfermedades por parásitos que se alojan en las malezas. Las malezas afectan nuestra vida de muchas formas. La protección de los cultivos contra la invasión de “malas hierbas” ha constituido, en todas las regiones agrícolas del mundo uno de los problemas más importantes de la práctica agrícola. En Espinoza (1981) se mencionan algunos daños que provocan las malezas; las plantas arvenses causan pérdidas porque lagunas pueden funcionar como hábitat de plagas de los cultivos, algunas pueden ser venenosa para el ganado, los animales domésticos o para el hombre, hay también arvenses que afectan la salud humana, como las que ocasionan dermatitis o fiebre del heno.

Las barreras o cercos vivos conformados por malezas cumplen precisamente con la función de salvaguardar a los diferentes cultivos dentro del agro ecosistema del ejido duraznos, amortiguando plagas de parásitos y fitófagos que dañarían a la siembra ocasionando pérdidas en la cosecha, sin embargo la competencia de las malas hierbas con los cultivos por los nutrientes es una actividad permanente. Por otro lado, los cercos vivos conformados con magueyes al evitar la erosión del suelo permiten mantener fértiles tierras para el cultivo , y al mismo tiempo estos cercos representan una alternativa en la satisfacción de diversas necesidades, como bebida, leña y fibra, entre otros usos.

Según Gómez-Pompa (1985), se han reconocido seis especies de magueyes productores de pulque pero probablemente existen otros más. Las especies identificadas son: *Agave salmiana*, *Agave mapisaga*, *agave atrovirens*, *Agave ferox*, *Agave hookeri* y *Agave americana*. Dentro de ellas existen múltiples variedades solo conocidas por los campesinos y nunca descritas científicamente. Las plantas de maguey pulquero, además de servir como productoras de esta bebida, tienen otros innumerables usos: las hojas secas se usan como leña para techos y bardas; de las hojas se extrae una fibra de múltiples usos, la base de las hojas y el meristemo del tallo son comestibles (masticados), las flores y los tallos florales jóvenes (“quiotes”) de algunos maguey es son también comestibles, las espinas terminales se usan también como agujas, la planta seca se usa como leña, la cutícula de la hoja para envolver y en sus hojas vive la larva de una mariposa (“gusano de maguey”). Los magueyes pulqueros, al igual que mucha otra especie de *Agave*, son monocárpicas, o sea, que florecen una sola vez en su vida y esto sucede cada 8-12 años según la especie y el ambiente, después de florecer mueren y quedan brotes vegetativos (hijuelos) y reemplazarán a la planta madre.

Realmente no existen hectáreas completas dedicadas al cultivo del maguey dentro del agroecosistema estudiado, sólo se encuentran en hileras delimitando terrenos de cultivo, sobre las laderas o en los bordes de las pendientes, brindando protección a los cultivos contra animales que andan sueltos, y también cumpliendo su papel como cortinas rompevientos. El potencial de uso por parte de los campesinos comienza antes de que florezca el maguey.

Una de sus características principales son sus hojas perennes agrupadas espiralmente en forma de roseta o corona. Esta morfología particular, que le permite al agave colectar lluvia e irrigarse así mismo, además es una forma de defensa contra los animales. En México, los agaves han tenido tradicionalmente una amplia gama de utilidades: alimento, papel, ornamento, bebida, vestimentas, cuerdas, habitaciones y como protección natural, empleando las especies más grandes a manera de cercas o deslindes (Pallares, 1995). La misma autora señala; la principal fuente del agave es la fécula, la cual reside en el talo y en la base de las hojas, con exclusión de la porción verde. Cuando la planta madura, la fécula y el azúcar que contiene se incrementan, al igual que lo agradable de su sabor. Las carnosas flores que producen la mayoría de las especies también son comestibles, de los agaves se obtienen dos tipos diferentes de bebidas: el primero se extrae de las plantas vivas y se consume fresco (aguamiel) o fermentado (pulque). El segundo, es licor destilado conocido como mezcal o tequila. El aguamiel no sólo es la bebida fundamental para muchos habitantes de grandes territorios desprovistos de agua potable, sino que hirviéndolo se convierte en endulzante y dejándolo fermentar se obtiene pulque. El pulque se adereza con raíces, hierbas y cortezas de muchas plantas. Son varias las especies que lo producen, como el maguey de pulque (*Agave salmiana*) y el maguey de la cumbre o tepeme (*Agave atrovirens*). Algunas de las especies productoras de pulque tienen variedades y cruces que las vuelven muy difíciles de identificar para los científicos, sin embargo, los pulqueros las conocen íntimamente y las llaman a cada uno por su nombre.

El bosque mesófilo en Huayacocotla Veracruz, en específico, la porción de bosque correspondiente al ejido duraznos presenta variedades vegetacionales en comparación con los otros ejidos cercanos, y por lo cual el acceso al aprovechamiento del bosque también varía de un ejido a otro. A este respecto Ortega y Castillo (1996), mencionan que este tipo de bosque se presenta en forma de muy diversas asociaciones que a menudo difieren en cuanto a la altura, la fenología y sobre todo en las especies dominantes. Estas varían con frecuencia de una ladera a otra y de una cañada a la siguiente, (como lo es en el caso del agroecosistema duraznos al compararlo con los ejidos de las laderas adyacentes) constituyendo así, en conjunto, una comunidad bastante heterogénea, pero cuyas poblaciones muestran ligas florísticas y ecológicas entre sí.

Una consecuencia de la variación de sus poblaciones, en la que participan en forma importante la mezcla de sus elementos templados y tropicales y el amplio intervalo de altitud donde vegetan, es la gran diversidad en especies arbóreas, epifitas pteridofitas y trepadoras. Además, presentan afinidades con diferentes floras que lo convierten en uno de los ecosistemas más notables y complejos desde el punto de vista biogeográfico, ya que muestra ligas tanto con el norte como con el sur de América y con el lejano Oriente.

Por lo que respecta al aprovechamiento forestal, a pesar de que gran parte del bosque mesófilo de montaña se encuentra en terrenos abruptos, muchas de las áreas cubiertas por esta comunidad vegetal han estado densamente habitadas y sometidas a una intensa explotación desde hace siglos. Por lo tanto, la vegetación original ha sido eliminada en grandes extensiones de terreno. Las cortas y talas clandestinas de este bosque son

frecuentes, por lo que abundan los claros que son ocupados rápidamente como potreros y pastizales. Estos rara vez sustentan una ganadería prospera, además, eliminan la posibilidad de regeneración natural, ya que las reses acaban con los retoños y plántulas y compactan el terreno, es ésta la misma situación que se vive en el agroecosistema estudiado, pues ésta porción de bosque está muy alterada debido a la eliminación de la vegetación original y la cría de diferentes animales.

CONCLUSIONES

La abundante humedad y el clima frío en el bosque mesófilo estudiado permiten el desarrollo óptimo de ciertos cultivos (C3) como el frijol (*Phaseolus spp*) y calabaza (*Cucúrbita pepo*), especies que no requieren de gran cantidad de luz solar en sus procesos fotosintéticos.

El rendimiento del cultivo en plantas (C4) como el maíz (*Zea mayz*) se ve reducido debido principalmente a que las neblinas constantes disminuyen la disponibilidad de cantidad de luz solar plena, lo cual influye directamente en su fotosíntesis y síntesis de nutrientes.

Entre las condiciones generales para el cultivo de maíz en la región de bosque mesófilo se encuentran:

- una topografía abrupta
- el alto riesgo de erosión
- un clima más bien frío
- poca radiación solar

Estas condiciones desfavorables llevan a rendimientos bajos de maíz, a pesar de que los suelos generalmente son fértiles. Además, hay problemas en el almacenamiento por contaminación con hongos. Las temperaturas más bajas significan ciclos más largos, menos producción de biomasa y una recuperación más lenta del bosque (sucesión más lenta).

El huerto familiar es la unidad ecológica o subsistema que además de representar el complemento alimenticio para los habitantes de este ejido, tiene una importancia económica para las familias del lugar.

La diversificación de especies cultivadas en las milpas y en los huertos familiares es esencialmente una práctica tradicional y de manejo integral y estrategia de sobrevivencia y reservorio de recursos genéticos susceptibles de ser utilizados en programas de mejoramiento al igual que las especies en estado silvestre.

Los cercos vivos no sólo representan una estrategia ecológica en la delimitación de terrenos de cultivo o como protección contra animales, parásitos o la erosión del suelo, sino que proporcionan servicios alimenticios y medicinales para las familias. El maguey (*Agave atrovirens*) es la planta que ofrece mayores usos y perspectivas de explotación debido a sus muy particulares condiciones que ponen a merced de los lugareños sus virtudes de uso múltiple y sus cualidades de adaptación a las condiciones ambientales de clima húmedo, frío y disminución de radiación solar.

Es de relevante importancia contar con reservas de vegetación original de este tipo de bosque, puesto que son bancos de germoplasma, vegetal y animal, que en un momento dado contribuyen en forma significativa a la regeneración del bosque original.

Pinus patula es la especie arbórea más importante, debido a la función ecológica que desempeña en estas comunidades al captar gran cantidad de humedad a través de sus hojas aciculares y que posteriormente escurre en forma líquida por su tallo hasta el suelo, así se conserva la humedad de los suelos y se conservan del mismo modo los cuerpos de agua.

El conocimiento de las plantas medicinales que poseen los habitantes del ejido Durazos constituye una riqueza valorada científicamente de una manera incipiente, y constituye un amplio acervo cultural, que tiende a perderse por el proceso de transculturación que se está dando por la incidencia de la medicina moderna y de otras ideologías y creencias.

La ganadería dentro del agroecosistema y el pastoreo se conceptualizan como actividades de reserva económica, ya que los habitantes recurren a la venta de sus animales solamente cuando las necesidades económicas los apremian tal como ocurre en años no muy húmedos y cuando se realizan algunas labores agrícolas o religiosas.

Para los campesinos del ejido Durazos, tomando en consideración las condiciones ambientales que imperan en esta zona, sus metas e intenciones son:

- minimizar el riesgo de una completa falla de cosecha
- reproducir el sistema
- optimizar los recursos disponibles
- asegurar la sostenibilidad de su agricultura

La sostenibilidad de la agricultura es un factor importante siempre y cuando se tenga seguridad sobre la tenencia de la tierra tanto para las actuales como para las siguientes generaciones, y que se tenga la expectativa de que las siguientes generaciones trabajen esas tierras, sólo así se podrá seguir reproduciendo el agroecosistema a través del tiempo en esta comunidad.

Las investigaciones de los agroecosistemas bajo estas condiciones ecológicas y el uso de estos recurso aún son escasas, aunque recientemente se les comienza a dar la importancia que merecen. Sin embargo es necesario tener verdaderamente presente que tan importante como la investigación es el uso de la misma, ya que sólo así se podrán reducir problemas relacionados con el hambre en las zonas rurales de nuestro país.

BLIOGRAFIA

Abro, L.P. y J.C. Katyal, 1990, Managing soil fertility for sustained agricultura, in: Singh R.P. (Ed)., Sustainable Agriculture: Issues, perspets and prospects in semi Arid tropic. Vol. 2, Indian Soc. Agronomy., February 6-10, New Delhi, p: 235-265.

Altieri, A., 1983, Agroecología: bases Científicas de la Agricultura Alternativa, ediciones Cetal, Chile, 184 pp.

Altieri, A. 1991. Agroecología; Las bases científicas para la agricultura alternativa, Chapingo-México, Dpto. de Fitotécnia.

Altieri, A., 1992, El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas, in: Agro ecología y desarrollo, CLADES, Santiago, Chile (1): 2-11.

Baker, H.G., 1970, Taxonomy and the Biological especies, conceptin cultivate-plants. In genetic resources in plants, their exploración and conservation O.H. Frankel and E. Bennett eds. Oxford: Blackwell.

Berdgué, J.A., Larraín, B., 1988, Como trabajan los campesinos. En: Sistemas de producción campesinos. Berdgué J.A., Nazif, I. (Eds:). GIA, Santiago de Chile.

Bertalanfy, L.V., 1989, Teoría General de los Sistemas, Fondo de Cultura Económica, México.

Bertoglio, D.J., 1992, Introducción a la Teoría General de Sistemas, Séptima reimpresión, Ed. Limusa.

Brady, N.C., 1990, Making agricultura a sustainable industry, in: Edwards et al. (eds). Sustainable Agricultural Systems., Soil and Water Conservation Society, p: 20-32.

Bywater, A.C., 1990, Explotation of the systems Approach in Teccnical Design of Agricultural Enterprises. En: Jones, J.W. and Street, P.R. Systems Theory Applied tl Agiculture and the Food Chain 61-78 London: Elsevier Applied Science.

Boughey, S., 1975, Man and enviroment, Macmillan Publishing Conic, C.E.W., New York.

Boserup, E., 1965, The conditions of agricultural growt., Aldine, Chicago.

Carrillo, J. 1965. Estudio Geológico de una parte del anticlinario de Huayacocotla. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. 17: 73-96.

Challenger, A., 1998, Utililización y Conservación de los Ecosistemas terrestres de México; pasado, presente y futuro, CONABIO, Instituto de Biología-UNAM, México.

Checkland. 1993, Pensamiento de Aristóteles, Práctica de sistemas, Grupo Noriega Editores, México, D.F. p. 94.

Coe, M.D., 1984, Mexico. Thames and Hudson, Londres.

Cohen, M.N., 1977, The food crisis in prehistory: over población and the origen of agricultura., Yale University Press, New Haven.

CONABIO, 2000, Regiones terrestres prioritarias de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, pp. 609.

Conway, G.R., 1990, Agroecosystems. En: Jones, J.W. and Street P.R. Systems Theory Applied to Agriculture and the Food Chain 205-233. London: Elsevier Applied Science.

Conway, G.R., 1995, Agroecosystem Analysis. Agricultural Administration 20:31-55.

Coombs, J., 1988. Metabolismo del carbono. En: J. Coombs; D.O. Hall; S.P. Long y J.M.O. Scurlock (Eds.). Técnicas en vil productividad y fotosíntesis. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. México. p. 116-130.

Cox, W. y Atkins, M., 1979, Agricultural Ecology, W.H. Freeman and Sons, San Francisco.

Danserau, A., 1951, Description and recording of vegetation upon structural basis. Ecology 32:172-224.

Doyle, C.J., 1990, Application of systems Theory to Farm Planning and Control: Modelling Resource Allocation. En: Jones, J.G.W. and Street P.R., Systems Theory Applied to Agriculture and the Food Chain 89-112 London: Elsevier Applied Science.

Ellen, R., 1992, Environment, subsistence and system, Cambridge University Press, New York, USA.

Espinosa, G.F., 1981, Las malezas: una maldición, Natura. Vol. XII, No. 5(87), UNAM, México.

Flannery, K.V., 1985, Los orígenes de la Agricultura en México: las teorías y la evidencia. En: T. Rojas Rabiela y W.T. Sanders (Eds.) Historia de la Agricultura, época prehispánica, siglo XVI. Vol. I. INAH, México, pp. 237-266.

Flannery, K.V., (Ed) 1986, Guilá Naquitz: Archaic foraging and early agricultura in Oaxaca, Mexico, Academic Press, Nueva York.

Ford, R.I., 1968, An ecological analysis involving the population of San Juan Pueblo, New Mexico., Tesis doctoral, University of Michigan, Ann Arbor.

Frankel, O., 1975, Crop genetic resources for today and tomorrow, Cambridge University press.

Gallardo, F., 2002, Los Agroecosistemas de la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana: Una propuesta para la caracterización y el análisis tipológico de la Agricultura regional., Tesis Doctoral en Ciencias, Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climáticas de Koeppen. Segunda edición. Instituto de Geografía, UNAM-México.

González, E., 1989, Principios lógicos, metodológicos y teóricos para la clasificación de los sistemas agrícolas., SARH-INIFAP-UACH.

Granados, D. y López, G., 1996. Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Gliessman, S., 2000, Agroecology; Ecological Processes in Sustainable Agriculture, Lewis Publishers, United States of America, p.p. 14-15.

Gómez-Pompa, A., 1985, Los Recursos Bióticos de México (Reflexiones), Alhambra Mexicana, INIREB, Xalapa, Veracruz, México.

Gómez, A., y Mendoza, O. 1988. Ecología y agroecosistemas en San Andrés Timilpan, Municipio de Timilpan, Estado de México. Tesis de Licenciatura, UNAM-ENEP, Iztacala.

González, A. 1989. Principios lógicos, metodológicos y teóricos para la clasificación de los sistemas agrícolas, SARH-INIFAP-VACA.

González, J., y Aguilar, J. 1995. Agroecología y desarrollo sustentable. Chapingo-México, p.p. 103-112.

Harlan, J.R., 1970, Origen de la Agricultura. México, Conferencia dictada en la Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, Traducción: Hernández X. E..

Harlan, J.R., 1975, Crops and Man, American Society of Agronomy. Crops. Science. Soc. of America, Maddison, Wisconsin.

Hart, D., 1979, Agroecosistemas: conceptos básicos, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Hart, D. 1980. Agroecosistemas; Conceptos Básicos, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, p.p. 82-97.

Harwood, R., 1990, A history of sustainable agriculture., in: Edwards, C. Et al. (eds), Sustainable Agriculture Systems., Soil and Water Conservation Society., Iowa. P: 3-19.

Hawkes, J.G., 1983, The diversity of crop plants., Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Hecht, S., 1991, La evolución del pensamiento agro ecológico., Agroecología y desarrollo, CLADES, Santiago, Chile. (1): 3:16.

Helms, M.W.,1975, Middle American: Aculture history of heartland and frontiers. Prentice Hall, Nueva Jersey.

Hernández X., E.,1993, Aspects of plant domestication in Mexico. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A Lot y J. Fa (eds.) Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press, Nueva York, pp. 733-753.

Hernández X., E. 1978. Sistemas primarios de producción agrícola: características ecológica, tecnológicas y socioeconómicas y consideraciones preliminares para su clasificación. Glessman S. R.

Hernández, X. E. 1979. Agroecosistemas de México, C. P.-ENA.

Kopnin, P.V., 1966, Lógica Dialéctica, México, Juan Grijalbo Editor.

Kosik, K., 1974, La dialéctica de lo concreto, México: ED. Grijalbo.

Laird, R. 1969. Metodología empleada para estudiar las necesidades de los fertilizantes. Temas Selecto de Fertilidad de suelos y génesis, morfología y clasificación de suelos. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo. México, D. F.

Martin,P.S., 1967, Pleistocene overkill. En: P.S. Martin y H.E. Wright Jr. (Eds.) Pleistocene extinctions. The SEACC for a cause., Yale University Press, New Haven, pp. 76-120.

Márquez, F. 1976. Sistemas de producción Agrícola (Agroecosistemas), Dpto. de Fitotécnia, Chapingo-México.

Marten, G.G., 1988, Productivity, stability, sustainability, equitativity and autonomy as properties for agroecosystem assement., Agricultural System. (26): 291-316.

Martínez, J. P. 1995. "Comunicación personal en agroecosistemas Tropicales, Campus-Veracruz". Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México.

Maderey, R. L., Castillo, G., y Cruz, N., 1989, Distribución del rocío y la niebla, fuentes de humedad para la vegetación en la República mexicana, Ciencia 40, 223-231.

Meggitt, M.J., 1964, Aboriginal food gatherers of tropical Australia. En: The ecology of Man in the tropical environment. IUCN publications (new series), num. 4, pp. 30-37.

Montaldo, P., 1985. Agroecología del trópico americano. IICA, San José Costa Rica, p.p. 43-51.

Odum, E. P. 1986. Fundamentos de ecología. Ed. Panamericana, México, D. F.

Odum M., 1981. Energía, Sociedad y Ambiente. Ed. Blume. Barcelona-España. P. 640.

Ortega, L., 1993. Estudio Etnobotánico de la comunidad Maya en Chunchumil-Yucatán. Tesis de licenciatura, UNAM-ENEP, Iztacala.

Ortega, F. Y Castillo, G., 1996, El bosque mesófilo de montaña e importancia forestal, Ciencias, num. 43.

Osorio, C., 1997. El Solar en la zona Maya de Quintana Roo. Tesis de licenciatura. UNAM-ENEP, Iztacala.

Palma, A., 2002, Relaciones funcionales en el solar familiar en los Agroecosistemas de Arrollo de Banco, Valle Nacional, Oaxaca-México, Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

Pallares, E., 1995, El Agave, Arqueología mexicana, Mayo-Junio, Vol. III-Núm. 13.

Ramírez, F., y Palma, J. 1980, Proyecto para el establecimiento de una reserva ecológica en Huayacocotla, Veracruz, México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos-Xalapa, Veracruz, México.

Richards, P.W., 1951. The tropical rain forest an ecology study. Cambridge University press. USA. p.p. 450.

Sánchez, L., 2000, Diagnóstico y respuesta de manejo Agroecológica para la producción agrícola en Xaloztoc, Tlaxcala, México, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados- Agroecosistemas tropicales, Montecillo Texcoco, Estado de México.

Saravia, A., 1985, Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola, Instituto para el Desarrollo Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, 265 p.

Sharner, W.W., Philipp, P.F. y Schmehl, W.R. 1982, farming Systems Research and Development, Guidelines for developing countries, Boulder, Colorado: Westview Press, 414 pp.

Speeding, R. W. 1979. Ecología de los sistemas Agrícolas. H. Blume Ediciones, Madrid, España, p.p. 27-57.

Toledo, V., 1980, la ecología del modo campesino de producción. In: Antropología y Marxismo. México. 1(4): pp.

Toledo, V.M., B. Ortiz, L. Cortes, P. Moguel, y M.O. Ordoñez, 1994, Indigenous management of tropical rain forest in Mexico Prom. Shifting cultivators to multi-use strategist. Enviado a *Agro-forestry Systems*.

Torquebiau, E., 1993, Conceptos de Agroforestería: una introducción., ICRAF, Universidad Autónoma Chapingo, México.

Turrent, A. 1978. El Agroecosistema: un concepto útil dentro de la disciplina de productividad de agroecosistemas. No. 3. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Vibrans, H., 2003, Notas del curso de Etnobotánica, Colegio de Postgraduados, BOT 624, Primavera.

Vidal, R. 1995, Dinámica del nitrógeno y biomasa microbiana bajo diferentes manejos de suelo en maíz y trigo., Tesis de Doctorado., CEDEFSA-Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. p: 3-21.

Zúñiga, A. 2000, Agroecosistemas Choles y Tojolabales en las cañadas de la selva lacandona Chiapas, Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo.

16) cuantas hectáreas de milpa siembra:

17) cuantas cosechas obtiene al año: cuales son las fechas:

18) cuanta producción de maíz obtiene al año:

19) siembra el maíz con otros cultivos: si () no ()

20) cuantos y cuales son:

21) que propósitos les da: alimento ()
 medicina ()
 leña ()
 envoltura ()
 ornamental ()
 cerco vivo ()
 otro () especifique:

22) cuales son los productos que obtiene directamente del bosque:

23) que propósitos les da: alimento ()
 medicina ()
 leña ()
 envoltura ()
 ornamental ()
 cerco vivo ()
 otro () especifique:

APENDICE 2

LA IMPORTANCIA DE LA LUZ PARA LAS PLANTAS (según Gliessman, 2000).

La luz solar es la principal fuente de energía para los ecosistemas. Esta es capturada por las plantas mediante la fotosíntesis y la energía es almacenada en los enlaces químicos de los compuestos orgánicos. La luz solar también controla el estado del tiempo en la tierra: la energía luminosa transformada en calor afecta los patrones de lluvia, la temperatura de la superficie, el viento y la humedad. La forma en que esos factores se distribuyen en la superficie del globo terráqueo determina el clima y tiene importancia para la agricultura.

RADIACION SOLAR.

La energía solar que recibe la tierra llega en forma de ondas electromagnéticas que varían en longitud desde nanómetros (nm) menores de 0,001 a más de 1000 000 000 nm. Esta energía forma lo que se llama espectro electromagnético. La parte del espectro electromagnético entre 1 nm y 1000 000 nm es considerado como luz; sin embargo, no toda es visible. La luz con longitudes de onda entre 1 nm a 390 nm es conocida como luz ultravioleta. La luz visible es el componente siguiente con longitudes de onda entre 400 nm y 760 nm. La luz con una longitud de onda mayor a 760 nm y menor a 1000 nm, es conocida como infrarroja, y tal como la luz ultravioleta, es invisible al ojo humano; cuando la longitud de onda de luz infrarroja es mayor de 3000 nm se percibe como calor.

Todas las longitudes de onda de luz que llegan a la superficie terrestre son importantes para los organismos vivos. Durante la evolución, los organismos han desarrollado diferentes adaptaciones para los distintos espectros. Estas variaciones varían desde la capacidad de capturar en forma activa la energía hasta la prevención deliberada a la exposición de energía solar.

La energía de la luz en el rango visible o RAFA es convertida mediante la fotosíntesis en energía química y eventualmente, en la biomasa que hace funcionar al resto del agro ecosistema, incluyendo lo que es cosechado para consumo. Para incrementar la eficiencia de este proceso, es importante comprender como puede variar la luz a la cual están expuestas las plantas:

Calidad

La luz visible puede variar en la cantidad de colores que la forman -esto es lo que se denomina como calidad de luz. La mayor cantidad de luz solar directa sobre la superficie terrestre está en la parte central del espectro de luz visible, cuyos extremos son violeta y rojo. La luz difusa que viene del cielo, como la que se proyecta en la sombra de un edificio, es principalmente azul y violeta. Debido a que diferentes partes del espectro de la luz visible es usada en la fotosíntesis con mayor eficiencia que otros, la calidad de luz tiene un efecto importante en la eficiencia de este proceso.

Intensidad

El contenido total de energía de toda la luz en el rango de la RFA que llega a la superficie foliar es la intensidad de esa luz. La intensidad de luz puede expresarse en diferentes unidades de energía. Cuando la intensidad de luz es muy alta, los pigmentos fotosintéticos llegan a saturarse, lo que demuestra que la cantidad adicional de luz no incrementa la tasa de fotosíntesis. Este nivel de intensidad de luz se conoce como **punto de saturación**. La luz excesiva puede causar la degradación de los pigmentos de la clorofila y dañar el tejido de la planta. Por el contrario, un nivel bajo de luz puede causar que la planta alcance el **punto de compensación de luz**, ósea el nivel de intensidad de luz donde la cantidad de fotosintatos es igual a la cantidad requerida para la respiración. Cuando la cantidad de luz está por debajo del punto de compensación, el balance de energía de la planta es negativo. Si el balance negativo no es superado en un período de actividad fotosintética y de absorción de la energía, la planta puede morir.

Duración

El tiempo en que la superficie de las hojas está expuesta a la luz solar durante cada día, puede afectar a la tasa fotosintética así como al crecimiento y al desarrollo de planta a largo plazo. La duración de la exposición a la luz también es una variable importante de cómo la intensidad o calidad de esa luz puede afectar a la planta. Por ejemplo, la exposición a un nivel excesivo durante corto tiempo puede ser tolerada, pero por mucho tiempo puede resultar dañina. También la exposición a la luz intensa durante un breve tiempo, ocasiona que la planta produzca un exceso de fotosintatos, que le permiten tolerar durante más tiempo el punto de compensación de luz.

El número total de horas luz por día -el **fotoperiodo**- también es un aspecto importante de la duración de la exposición a la luz, una variación de respuesta de la planta, tiene detonadores químicos específicos o mecanismos de control que pueden ser activados o desactivados dependiendo del número de horas de luz solar o en algunos casos, el número de horas sin luz solar.

DETERMINANTES DE LA VARIACION DE LA LUZ NATURAL

La cantidad y calidad de luz recibida por una planta en un lugar específico y la duración de la exposición a la luz, están en función de ciertos factores importantes entre los que destacan: 1) la estación del año, 2) la latitud, 3) la altitud, 4) la topografía, 5) la calidad del aire y 6) la estructura del dosel de la vegetación.

Las estaciones del año

Con excepción del Ecuador, hay más horas de luz solar en verano y menos en invierno alcanzando los extremos en los solsticios correspondientes. Debido a que el ángulo del sol en relación con la superficie de la tierra está mucho más bajo hacia los polos durante el invierno, la luz solar tiene que pasar a través de la atmósfera antes de llegar a la planta, lo cual la hace mucho menos intensa. Por lo tanto, la intensidad y duración de la luz son afectadas por las estaciones del año. Muchas plantas se han adaptado a las variaciones estacionales durante el día y a la intensidad de la luz mediante la selección de adaptaciones que las preparan para el próximo invierno, o para aprovechar las mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo en el periodo entre la primavera y el verano.

Latitud

Mientras más cercano se esté de los polos, mayor sería la variación estacional durante el día. En el círculo polar ártico, los periodos de 24 horas de luz en el verano están equilibrados por periodos de 24 horas de noche en el invierno. Cerca del Ecuador, la constancia de días de 12 horas durante el año crea un ambiente luminoso, que promete una productividad primaria neta elevada durante todo el año y permite una agricultura que se caracteriza por múltiples siembras durante el ciclo de cultivo anual o una abundancia de cultivos perennes que proporcionan una combinación o cosechas sucesivas durante todo el año.

Altitud

La altitud incrementa la intensidad de la luz porque la atmósfera más delgada absorbe y dispersa menos luz. Las plantas que crecen en zonas más altas, por lo tanto, están más propensas a condiciones de saturación de luz y enfrentan mayor riesgo de degradación en su clorofila que las plantas que crecen a nivel del mar. Muchas plantas de zonas elevadas han desarrollado una coloración reflectiva, y pelos o escamas protectoras en las cutículas de la hoja para reducir la cantidad de luz que penetra.

Topografía

La inclinación y dirección de la superficie del suelo pueden crear variaciones localizadas en la intensidad y duración de la exposición a la luz solar. Aunque los efectos de la temperatura a esta variación tienen mayor importancia, las **pendientes pronunciadas**,

orientadas hacia los polos, reciben una radiación directa significativamente menor que otros sitios. Generalmente la orientación de las pendientes es más importante en los meses de invierno, cuando una ladera o una formación topográfica puede proyectar sombra sobre la vegetación. En los sistemas agrícolas, la menor variación topográfica puede crear sutiles diferencias en el microclima que afecta el desarrollo de las plantas, especialmente cuando estas todavía son muy pequeñas.

La calidad del aire

Los materiales suspendidos en la atmósfera tiene un efecto importante de filtro. El humo, el polvo y otros agentes contaminantes producidos de manera natural o por la acción humana, interfieren significativamente en la actividad fotosintética, al reducir la cantidad de energía luminosa que llega a las hojas, al cubrirla o al reducir la cantidad de luz que penetra en la cutícula.

Estructura del dosel

Una hoja promedio permite la transmisión de aproximadamente el 10% de la luz que incide en la superficie. Dependiendo de la estructura del dosel de la vegetación, las hojas pueden superponerse unas con otras en menor o mayor extensión, añadiéndose a la densidad del dosel y **reduciendo tanto la cantidad como la calidad da la luz** que eventualmente incide en la superficie del suelo. Al mismo tiempo, sin embargo, una considerable cantidad de luz solar puede pasar entre las hojas o a través de los espacios disponibles entre ellas, cuando el viento mueve el dosel y cuando el sol se mueve el cielo. Parte de esa luz adicional entran como si fueran relámpagos difusos (luz celeste) y otra parte de la luz entra directamente del sol y forma manchas solares (pequeñas manchas de luz apenas perceptibles y comúnmente en movimiento). Desde el punto de vista agrícola, es importante atender cómo la luz cambia dentro del dosel, especialmente en los sistemas intercalados, los sistemas agroforestales y aún, el manejo de especies no cultivadas en el interior de un sistema de cultivo.

La **tasa relativa de transmisión de luz** de un dosel se expresa como el promedio de la cantidad de luz que puede penetrar en el dosel, como porcentaje del total de incidencia de luz en el dosel o en la superficie de un área adyacente libre de vegetación. Ya que sabemos que el cambio en el promedio de penetración de luz depende de la densidad del follaje y de la posición de las hojas, otra forma de determinar el potencial de absorción de luz en un dosel es medir el **índice de área foliar (IAF)**. Esto se hace calculando al superficie total del área de las hojas sobre una superficie de suelo; puesto que las unidades de ambas son idénticas (m^2), el IAF es una medida del total de la cubierta sin unidad. Por ejemplo, si el IAF se determina en 3,5, el área determinada está cubierta por el equivalente a 3,5 capas de hojas en el dosel, lo que implica que la luz tendrá que pasar por muchas hojas antes de tocar el suelo. Sin embargo, el espesor de cada capa, es un factor determinante de la reducción de luz cuando esta atraviesa el dosel.

TASA FOTOSINTETICA.

Una vez que la luz es absorbida por la hoja y se activan los procesos en el cloroplasto, lo cual eventualmente lleva a la producción de azúcares ricos en energía, las diferencias en la tasa real de fotosíntesis son importantes. La tasa fotosintética está determinada primero por tres conjuntos diferentes de factores: 1) la etapa de desarrollo de la planta, 2) las condiciones ambientales del entorno de la planta, incluyendo las condiciones de luz y, 3) el tipo de proceso fotosintético (C3, C4 o MAC) empleado por la planta.

Diferencia de los procesos fotosintéticos

La investigación que permite comprender los diferentes tipos de procesos fotosintéticos y sus condiciones óptimas de funcionamiento, también han permitido mejorar el proceso de selección de cultivos para diferentes localidades. En las plantas **C4** los índices fotosintéticos más elevados, la virtual falta de foto respiración y las adaptaciones morfológicas (vainas intercaladas) se combinan para darles ventajas en condiciones de elevada intensidad de luz y temperaturas cálidas. Ambas condiciones, frecuentemente, se presentan también en situaciones de humedad limitada. Por lo tanto, aún bajo alteraciones de estrés de humedad y del cierre de los estomas, las plantas C4 pueden continuar fotosintetizando con el dióxido de carbono producido internamente, por su capacidad de mantener el proceso aún por debajo de su punto de compensación de dióxido de carbono. Sin embargo, las plantas **C4** *están de alguna forma limitadas a las condiciones de alta intensidad de luz y de calor*. Las plantas **C3** *tienen una distribución mucho mayor y mejor capacidad para vivir en condiciones con menor temperatura, sombra y variación climática*. Los investigadores están buscando la manera de combinar los cultivos C3 y C4 en el mismo sistema de cultivo, así como desarrollar las rotaciones C3-C4 que reflejen las condiciones ambientales de crecimiento que se dan según la temporada del año.

CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE HORTALIZAS (según SARH, 1984)

Clima

El clima es la influencia media que ejercen los factores de humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosférica, cuya manifestación diaria constituye el tiempo. El clima es muy importante ya que limita el número de especie de plantas que podemos sembrar en una zona determinada. Por tal motivo se requiere conocer el tipo clima que prevalece en cada región; en el país se encontrar principalmente los siguientes climas:

Cálido-húmedo: en este tipo de clima se puede dar la mayoría de las hortalizas pero hay el problema de que las plagas y enfermedades también se desarrollan más fácilmente.

Cálido-seco: En este caso, el principal problema es la escasez de agua, pero si se soluciona este inconveniente, los cultivos pueden rendir satisfactoriamente.

Templado: Este clima es ideal para casi todas las hortalizas, solo que su productividad es menor que en los climas cálidos. Es posible que ocurran ciertas heladas durante el invierno. El problema de las plagas y enfermedades no es tan grande, y con agua suficiente se puede tener una producción continua de hortalizas.

Frío: durante cierta parte del año las temperaturas son tan bajas que impiden el buen desarrollo de la mayoría de las plantas. Aquí es aplicable el uso de invernaderos para ampliar el período de cultivos de las hortalizas.

Extremoso: Este clima muestra bajas temperaturas en invierno y altas en verano lo que da características especiales en lo que respecta a la fecha de siembra de las hortalizas.

La mayoría de las especies otiotas crecen razonablemente en climas con temperaturas promedio entre 10° y 30°C. No obstante, según las exigencias de temperaturas o la capacidad que tienen las hortalizas para soportarlas, se dividen en cinco grupos:

Perennes resistentes a las heladas: espárrago y alcachofa.

Resistentes al frío: col, cebolla, lechuga, coliflor, espinaca, acelga, ajo, betabel, zanahoria y rábano.

Semiresistentes al frío: a este grupo pertenecen las plantas que ocupan un lugar intermedio entre las resistentes al frío y las necesitadas de calor. Por ejemplo, papa, huazontle, apio.

Necesitadas de calor: tomate de cáscara, jitomate, chile, pepino, berenjena.

Resistentes a temperaturas altas: calabaza, melón, frijol y sandía.

Los requerimientos de cada hortaliza deben coincidir con las temperaturas prevalecientes en el huerto. Esto es, las variaciones de la temperatura durante el año determinan la época en que se pueda cultivar cada especie vegetal.

Respecto a la luz, las hortalizas tienen exigencias específicas tanto en su duración (fotoperíodo) como en su penetración o intensidad. El factor luz es necesario para que las plantas realicen la fotosíntesis, función a través de la cual los vegetales sintetizan las sustancias nutritivas para sus sostén utilizando CO₂ del aire y agua.

Una escasa penetración o intensidad deficiente de luz resulta en un crecimiento raquítico de la planta, es decir, los tallos crecen demasiado ligeros en comparación con las hojas. Por el contrario una excesiva penetración o intensidad de luz puede producir quemaduras de los frutos. Las plantas orientadas de poniente, reciben más luz que las que lo están de norte a sur.

EL HUERTO

El huerto es aquel espacio de terreno dedicado a producir hortalizas. Se entiende por hortaliza a toda aquella planta herbácea cultivada intensamente, cuyo tallo, hojas, flores o raíces se usan como alimento crudo, cocido o preservado. El huerto familiar o huerto casero se dedica fundamentalmente a la producción para autoconsumo y la utilidad comercial viene a ser un factor secundario.

ELEMENTOS

Los elementos básicos con que todo huerto debe contar son: un semillero o almácigo y una terraza para hortalizas. Otros elementos que pueden existir son los recipientes para el abono o composta y el cuarto para herramientas.

Semillero o almácigo: es el lugar donde se realiza la siembra de semillas bastante pequeñas y que requieren una cama o substrato fino para su germinación. De aquí se obtienen las plantas que posteriormente se transplantarán.

Terraza para hortalizas: es aquella superficie donde se lleva a cabo el cultivo de hortalizas tanto de siembra directa como de transplante. Se debe tener cuidado de separar las hortalizas de lenta y rápida maduración.

Recipientes para el abono: deben estar cerca de las terrazas de cultivo para evitar acarrear el abono grandes distancias.

Cuarto para herramientas: es preferible que se localice junto a la casa. Sirve para guardar las herramientas y los insumos necesarios para el huerto.

UBICACIÓN

Hay que situar el huerto cerca de la casa para facilitar su riego y demás labores culturales. Debe estar bien soleado, protegido de los vientos rigurosos y sin árboles de copa tupida y raíces superficiales como el eucalipto, que dan mucha sombra y roban agua y nutrimentos a las hortalizas. La parcela puede rodearse con una cerca de diferentes materiales, más nunca con setos vivos porque sus raíces competirán con las de las hortalizas por elementos nutritivos.

HERAMIENTAS

Para el trabajo normal del huerto son necesarias algunas herramientas cuyas características son las siguientes:

Azadón: es variable en cuanto a tamaños y formas. Se utiliza para remover tierra, trazar surcos, escardar, aporcar, etc..

Pala: tiene una parte llamada “hoja” que varía de formas según el fin para el que se use; puede ser rectangular o trapezoidal para terrenos sueltos, mientras que se prefieren las de punta para tierras compactas. Sobre la hoja, en la base del mango de madera, se encuentra el “estribo”, destinado a soportar la presión del pie de quien trabaje con ella. Se emplea para labrar el suelo hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm. Y para dar vuelta a la tierra.

Pico: indispensable para la roturación de terrenos duros o pedregosos. También es útil para la preparación de hoyos profundos para arbustos y árboles.

Plantador: es un instrumento puntiagudo de madera u otro material. Se clava en el suelo para hacer agujeros destinados a la siembra o al transplante; con movimientos rotatorios el hoyo puede ser alargado según convenga.

Rastrillo: sirve para nivelar y desmenuzar la superficie del terreno y para cubrir la semilla después del sembrado. Puede tener los dientes derechos curvos. Algunas otras herramientas que pueden ser utilizadas son biello, carretilla, bomba aspersor, etc..

VENTAJAS DE LOS HUERTOS FAMILIARES

Algunas de las ventajas más importantes son:

- a) Proporciona verduras frescas de alta calidad nutritiva la mayor parte del año.
- b) Suministra productos hortícola a bajo costo.
- c) Puede ser una fuente de ingresos extra para la familia al vender los productos excedentes.
- d) Fomenta la convivencia familiar, al repartirse las diversas labores en forma organizada.

LAS HORTALIZAS EN LA ALIMENTACION HUMANA

Casi todas las hortalizas carecen relativamente de nutrimentos energéticos: hidratos de carbono, albúmina, grasas. Por lo tanto, el ser humano no podría satisfacer sus necesidades alimenticias utilizando solamente hortalizas. Sin embargo, la cantidad per cápita diaria no debe ser menor de 400 gramos.

El valor y la necesidad de las hortalizas en alimentación,, reside en su riqueza de vitaminas, ácidos orgánicos fácilmente asimilables, aceites esenciales. Estas sustancias desempeñan un papel excepcional para el desarrollo y funciones normales del organismo humano. Contribuyen al mejoramiento del sabor de la comida, al aumento de la secreción de las glándulas digestivas, y con todo ello, a la mejor digestión y asimilación de las sustancias nutritivas.

Las hortalizas son de gran importancia para regular la acción del sistema nervioso y para elevar la resistencia del organismo a diferentes enfermedades.

Las hortalizas ayudan a neutralizar los ácidos que se forman durante la digestión de carne, queso, pan, arroz, etc., porque en ellas predominan sustancias alcalinas. Las espinacas y las alcachofas son útiles para los anémicos; la alcachofa para los que sufren del hígado; el apio y los rábanos tiene una acción antiurémica; la lechuga es calmante y laxante; la zanahoria es indicada para los disturbios intestinales y por su contenido de caroteno, para las anomalías de la vista.

Aunque las hortalizas cuentan con una alta cantidad de vitaminas, una gran cantidad de estas se pierde durante el cocido. Por eso es importante consumir vegetales crudos y cocerlos en recipientes bien cerrados (olla de presión), para evitar el contacto con el oxígeno que altera las vitaminas. El cocido modifica la composición y el sabor de las hortalizas, pero algunos de estos cambios son ventajosos; en efecto, mediante el cocimiento se hacen más fácilmente digeribles algunas hortalizas.

Las legumbres son de lenta digestión por la presencia de celulosa (sobre todo los fríjoles), y por tal motivo pueden dar la sensación de saciedad que, unida al alto valor nutritivo, las ha llevado a ser desde los tiempos antiguos, una comida de uso generalizado.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCION DE HORTALIZAS

Son varios los factores ambientales que influyen sobre los vegetales. Los de mayor significancia son el suelo, el clima y el agua. Entre mejor se conozcan y satisfagan los requerimientos de las hortalizas respecto a estos factores, tanto mejores serán el desarrollo de las plantas y su producción.

SUELO

El suelo agrícola es el estrato más o menos profundo en el cual pueden vivir, crecer y multiplicarse; la composición es muy variada, según el material que prevalece: arcilla, sílice, caliza o humus.

Estos cuatro elementos derivan de la disgregación de las rocas y de la descomposición de las sustancias orgánicas.

En el suelo existen muchos organismos vivos; algunos apreciables a simple vista como lombrices y ciempiés, y otros como hongos y bacterias que para ser observados se requiere de lupas o microscopios. Estos organismos se alimentan de restos de plantas y animales, y producen así un suelo con buenas características de fertilidad. Además, las lombrices y las larvas forman pequeñas galerías que contribuyen a que el suelo tenga la suficiente porosidad.

Es así que un suelo con abundante materia orgánica es un medio adecuado para el desarrollo de las plantas, puesto que es más fértil, más suelto y no se endurece ni se agrieta, con lo que se facilitan las labores de cultivo. Asimismo, absorbe más eficientemente la humedad

PREPARACION

El adecuado desarrollo de las hortalizas, desde su etapa de semilla hasta su estado adulto, requiere de aceptables condiciones de humedad, temperatura y aeración del suelo. Lo anterior se puede lograr mediante las siguientes actividades:

- 1) Limpia y deshierbe; hay que quitar el cascajo, las piedras y las yerbas del terreno.
- 2) Barbecho: consiste en remover o aflojar el suelo a una profundidad que varía de 25 a 30 cm. Se realiza con pala, pico o cualquier otra herramienta. Además al remover el terreno se aumenta su capacidad de retención de humedad y se ponen al descubierto la plagas que son destruidas por el sol, los vientos, etc., así como por sus depredadores (aves, sapos, etc.).
- 3) Rastreo: labor que pretende desmenuzar los terrones que quedan en el suelo después de haber ejecutado el barbecho, con la finalidad de mullir la capa más superficial del terreno. Se realiza con azadón o rastrillo.
- 4) Nivelación: mediante esta actividad se empareja la superficie del suelo y evita de esta forma encharcamientos o falta de humedad. Si el terreno está en una ladera, hay que hacer los surcos o melgas en sentido perpendicular a la pendiente o inclinación del terreno para que de este modo no haya pérdida de suelo y agua.

APÉNDICE 3

A continuación se presenta una lista florística preliminar e incluye las especies identificadas durante el desarrollo de la presente investigación* y las de otros investigadores académicos de la zona de Huayacocotla, este listado, es en gran parte, resultado de la investigación bibliográfica y tiene la finalidad de enriquecer este trabajo.

Aceraceae

Acer negundo L.

Acer negundo L. var. *Orizabense* (Rydb.) Standl. & Steyerm.

Amaranthaceae

Iresine canescens Humb. & Bonpl.

Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd.

Iresine palmire (S. Watson) Standley

Iresine sp.

Araceae

Arisaema macropathum Bent.

Zantedeschia aethiopica (L.) Sprengel

Araliaceae

Oreopanax xalapensis (H.B. & K.) Decne. & Planchon

Asclepiadaceae

Asclepias curassavica L.

Begoniaceae

Begonia heracleifolia Cham. & Schlechtendal

Begonia incarnata Link & Otto

Begonia sp.

Betulaceae

**Alnus jorullensis* H.B. & K.

Carpinus caroliniana Walter

Ostrya virginiana (Miller) C. Koch

Boraginaceae

Cynoglossum amabile Stapf. & Drumm.

Bromeliaceae

Pitcairnia ringens Link. Klotzsch & Otto

Campanulaceae

Lobelia micrantha (H.B. & K.) McVaugh
Lobelia sp.

Caprifoliaceae

Sambucus canadensis L.
Sambucus mexicanus DC.

Chenopodiaceae

**Chenopodium ambrosioides*

Clethraceae

Clethra alcoceri Greenman
Clethra mexicana DC.

Compositae

Eupatorium mairitianum DC.
Eupatorium sp.
Gnaphalium sp.
Senecio sp.
Simsia sp.
Vernonia leiboldiana Schlechtendal
**Artemisia ludoviciana* Nutt
**Conyza filigenoides* DC.

Cornaceae

Cornus excelsa H.B. & K.

Cunoniaceae

Weinmannia pinnata L.

Cyatheaceae

Cyathea fulva (Martens & Galeotti) Fee
Lophosoria quadripinnata (Gmelin) Christensen
Nephelea mexicana (Cham. & Schlechtendal) Tryon

Cycadaceae

Ceratozamia mexicana Brongn.
Zamia sp.

Cyperaceae

Cyperus aff. Laevigatus L.

Dicksoniaceae

Dicksonia sp

Droseraceae

Drosera sp

Ericaceae

Arbutus glandulosa Martens & Galeotti

Arbutus xalapensis H.B. & K.

Befaria glauca Humb. & Bonpl.

Leucothoe mexicana (Hemsley) Small

Euforbiaceae

Euphorbia brachycera Engelm.

Fagaceae

Quercus brenesii Trelease

Quercus insignis Martens & Galeotti

Quercus seemanni Liebm.

**Quercus rugosa* Neé

**Quercus laurina* Humb

**Quercus sp.*

Gramineae

Panicum xalapense H.B. & K.

Trisetum virletti Fourn.

Hemamelidaceae

Liquidambar macrophylla Oersted

Labiataeae

**Salvia elegans* Vahl

**Melissa officinalis* L.

Liliaceae

Smilacina paniculata Martens & Galeotti

Smilaciana sp.

Smilax sp.

Loganiaceae

Buddleia cordata H.B. & K.

Buddleia microphylla H.B. & K.

Magnoliaceae

Magnolia dealbata Zucc.

Magnolia schiedeana Schlechtendal

Talauma mexicana (DC.) Don

Meliaceae

Trichilia havanensis Jacq.

Trichilia hirta L.

Myryaceae

Miryca cerifera L.

Myrcinaceae

Rapanea myricoides Schlechtendal

Myrtaceae

Eugenia sp.

Nyctaginaceae

**Bougainvillea glabra* Choisy

Onagraceae

Fuchsia arborescens Sims

Fuchsia encliandria Steudel

Orchidaceae

Encyclia cyanocolumna (Ames, Hubbard & C. Schweinf.) Dressler

Isochilus major Cham. & Schlechtendal

Maxillaria meleagris Lindl.

Spiranthes sp.

Oxalidaceae

Oxalis acuminata Cham. & Schlechtendal

Palmae

Chamaedorea sp.

Pinaceae

**Pinus patula* Schlechtendal & Cham.

**Pinus leiophylla* Schitdl. Et Cham.

Pipereaceae

Peperomia sp.

Piper sp.

Platanaceae

Platanus lindeniana Martens & Galeotti

Podocarpaceae

Podocarpus sp.

Polemoniaceae

Loeselia mexicana (Lam.) Brand

Polygonaceae

Rumex obtusifolius L.

Woodwardia spinulosa Martens & Galeotti

Woodwardia martinezii Maxon ex Weatherby

Woodwardia radicans (L.) Sm.

Ranunculaceae

Clematis grossa Benth.

Rosaceae

Crataegus mexicana Moc.

Crataegus stipulosa (H.B. & K.) Steudel

Rubiaceae

Crusea sp.

Randia aculeata L.

Rondeletia capitellata Hemsley

Rutaceae

**Casimiroa edulis* Llave & Lex

* *Ruta graveolens* L.

Scrophulariaceae

Castilleja sp.

Solanaceae

Cestum endlicheri Miers

Cestum nocturnum L.

Cestum sp.

Datura arborea L.

Solandra aff. *guerrerense* Martínez

Solanum sp.

Staphyleaceae

Turpinia sp.

Styracaceae

Styrax sp.

Symplocaceae

Symplocos coccinea Humb. & Bonpl.

Theaceae

Cleyera theaeoides (Swartz) Choisy

Ternstroemia silvatica Cham. & Schlechtendal

Ulmaceae

Ulmus mexicana (Liebm.) Planchon

Urticaceae

Boehmeria aspera Wedd.

Pilea microphylla Liebm.

Urtica mexicana Liebm.