



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

Contribución a la evaluación de la sustentabilidad en  
agroecosistemas del Totonacapan

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I Ó L O G A**

PRESENTA

**ROJAS ÁVILA ARELI VERÓNICA**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. CUEVAS SÁNCHEZ JESÚS AXAYACATL**



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## DEDICATORIA

*A Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez, por la admiración que le tengo como investigador y como persona.*

*Al maestro Efraim Hernández Xolocotzi quien a pesar de no haberlo conocido, las enseñanzas a través de sus libros y sus discípulos, me inspiraron y continuarán inspirando para luchar por las familias campesinas de mi México.*



## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez por su apoyo total e incondicional en la elaboración de este trabajo, motivando con cada acto mi creciente interés por el estudio de la Agricultura Tradicional.*

*A mis padres Ávila Ramírez Hilda María y Rojas Solano Eduardo, quienes con su paciencia y apoyo, caminaron conmigo hasta el último esfuerzo de mi Licenciatura.*

*A mis hermanos, quienes con su presencia y apoyo me motivan para ser mejor persona.*

*A mis amigas de la Facultad: Daniela, Karina, Sarahí, Ianel, Mimi y Karen con quienes en diferentes áreas de la Ciencia comparto experiencias inolvidables, agradezco su siempre apoyo al escucharme y alentarme en cada una de mis metas.*

*A mis colegas y amigas de la UACH: Abigail y Rubicelia, quienes me brindaron una cálida ayuda durante mi estancia en su casa de estudios, así como la hermosa amistad que hemos generado, permitiéndome vivir experiencias de las que siempre aprendo.*

*A mi casa de estudios FESI-UNAM y al Departamento de Fitotecnia, en especial al equipo del BANGEV.*

*A mi comité revisor: Biol. Soledad Chino Vargas, M.C. Edith López Villafranco, quienes amablemente me guiaron en cada etapa de este proyecto, motivando con sus comentarios mi interés por la Etnobotánica, al Dr. Diodoro Granados Sánchez y al Dr. Rafael Lira Saade.*

*A las familias campesinas del Totonacapan que me permitieron entrar en sus casas, enseñándome nuevos valores y sentimientos, aprendiendo un nuevo significado de la hermandad y de la fuerza de voluntad al pasar a mi lado con su carga de leña, así como por el conocimiento tan amplio que me aportaron amablemente sobre sus agroecosistemas.*

*A mi Diosa, que me inspira y motiva a seguir en la lucha por comprender y defender las voces que se han olvidado.*

*¡Siempre Fuertes!*



## Resumen

En México, la tecnología agrícola tradicional, resultante de la acumulación milenaria de valiosas experiencias pertinentes al cultivo, domesticación y aprovechamiento de un amplio conjunto de recursos, entre éstos varias especies vegetales, continúa expresándose en una amplia superficie, no obstante, debido a los aspectos negativos derivados del proceso de aculturación vigente, sus fundamentos éticos y empíricos se encuentran en grave riesgo, razón por la cual, el estudio y protección de esta agricultura es urgente de efectuar. Considerando al agroecosistema como la unidad de estudio integral, y teniendo como objetivo; contribuir a la mensuración de la sustentabilidad evidenciada en agroecosistemas del Totonacapan, se obtuvo información vinculada a la dinámica de dos de éstos; uno tradicional y otro en transición. Los métodos aplicados están fundamentados en el MESMIS, el *Life Cycle Assessment* (LCA), en las seis experiencias sobre la exploración etnobotánica establecidas por Hernández (1971), así como en la *observación participativa*. Se definieron y aplicaron 23 índices pertinentes a la mensuración cualitativa y cuantitativa del manejo, aprovechamiento y conservación de los recursos vegetales involucrados en ambos casos. Los resultados indican que; mientras mayor sea el legado biocultural transmitido por sus ancestros y el grado de apego de las familias campesinas al mismo, mayor será la resiliencia ecológica y cultural de sus agroecosistemas y, consecuentemente, la sustentabilidad evidenciada por éstos.

Palabras Clave: Agroecosistemas, Legado biocultural, Resiliencia, Totonacapan, Sustentabilidad

## Summary

In Mexico, the traditional agricultural technology, as result from millenary accumulation of valuable experience linked to the cultivation, domestication and use of many resources, among them several plant species, continues expressing in a wide area. However, because negative aspects of the current acculturation process, in many communities, its ethical and empirical foundations are at serious risk, which is why the study and protection of this type of agriculture is urgent to make. Considering the agroecosystem as the integral study unit, and having as main objective, to contribute to the measurement of sustainability evidenced by Totonacapan agroecosystems, quantitative data related to their dynamics of two of these, one of them considered traditional, and other in transition, were obtained. The methods applied are grounded in the MESMIS, the *Life Cycle Assessment* (LCA), the six experiences established by Hernández (1971) about Ethnobotany exploration and also in the participative observation. In order to get quantitative data about the management, use and conservation of plant resources involved in both cases, were defined and applied 23 relevant indices. Results indicate that; the higher the biocultural heritage transmitted by their ancestors and esteem of peasant families to it, the greater the ecological and cultural resilience of their agroecosystems, and consequently the sustainability evidenced by them.

Key Words: Agroecosystem, Biocultural Legacy, Resilience, Totonacapan, Sustainability

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS .....	2
RESUMEN.....	3
SUMMARY .....	3
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS .....	9
REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
CAPÍTULO I. MEDIO ECOLÓGICO.....	10
ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	12
ASPECTOS GEOGRÁFICOS .....	12
ASPECTOS CLIMÁTICOS .....	14
ASPECTOS EDÁFICOS .....	15
Etnoedafología .....	16
VEGETACIÓN .....	17
FAUNA .....	18
LA ETNOBOTÁNICA.....	19
Conformando la matriz etnobotánica .....	21
La Exploración Etnobotánica.....	23
<i>HOMO</i> .....	25
RECURSOS.....	26
Recursos Fitogenéticos.....	27
Grados de manejo de especies vegetales .....	29
CAPÍTULO II. AGRICULTURA EN MÉXICO .....	32
SITUACIÓN ACTUAL DE LA AGRICULTURA EN MÉXICO .....	32
SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA .....	34
CAPÍTULO III. AGROECOSISTEMAS.....	38
SISTEMAS.....	38
Ecosistemas .....	40
AGROECOSISTEMAS: ASPECTOS IMPORTANTES PARA SU FUNCIONAMIENTO .....	40
Componentes y procesos de los agroecosistemas.....	41
Agroecosistema tradicional y moderno .....	42
Frontera agrícola .....	48
Biodiversidad y diversidad cultural en los agroecosistemas: Agrodiversidad.....	52
Flujo de energía.....	53
Flujo de materia: Nutrientes .....	56
Flujo de información: El conocimiento Tradicional y su pérdida .....	58
Cultura: Los Totonacos .....	59
Agroecosistemas en el Totonacapan.....	64
Aspectos económicos .....	67
CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD.....	68
DESARROLLO SUSTENTABLE, SUSTENTABILIDAD Y AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES .....	68
ATRIBUTOS DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES.....	72
Resiliencia ecológica y cultural .....	73
¿Por qué evaluar los Agroecosistemas? .....	74

MARCOS DE EVALUACIÓN .....	75
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD .....	76
MESMIS (Marco de Evaluación para Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) .....	78
LCA (Life Cycle Assessment) .....	79
REGIONES BIOCULTURALES PRIORITARIAS .....	81
MATERIALES Y MÉTODOS .....	84
ÁREA DE ESTUDIO .....	84
CUADRO METODOLÓGICO DE INDICADORES .....	87
MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD .....	88
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	89
MEDIO ECOLÓGICO DE ECATLÁN .....	89
SISTEMAS DE MANEJO .....	90
DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DEL AGROECOSISTEMA TRADICIONAL .....	91
Aspectos culturales .....	94
Procesos de aprovechamiento de los recursos .....	95
Diversidad vegetal del agroecosistema tradicional .....	103
DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DEL AGROECOSISTEMA EN TRANSICIÓN .....	105
Aspectos culturales .....	106
Procesos de aprovechamiento .....	107
CONTRIBUCIÓN A LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA TRADICIONAL Y EN TRANSICIÓN .....	109
Indicadores: Descripción de los valores categóricos .....	109
Indicadores ecológicos .....	114
Indicadores económicos .....	117
Indicadores socioculturales .....	125
CONCLUSIONES .....	131
GLOSARIO .....	132
FUENTES DE CONSULTA .....	134
ANEXOS .....	148
Anexo 1: Modificaciones efectuadas por la Dra. Enriqueta García a los diferentes tipos de clima propuestos por Köppen .....	148
Anexo 2: Clave simplificada de las unidades del mapa de suelos del mundo, sistema FAO/UNESCO. (ISM, 1980), tomado de Ortiz y Ortiz (1990). .....	149
Anexo 3: Unidades principales de suelos en México de acuerdo con el sistema FAO/UNESCO (Ortiz, 1981), tomado de Ortiz y Ortiz (1990). .....	150
Anexo 4: Lista de los Tipos de Vegetación de México y Climas en que se encuentran (clasificación climática de Köppen), (Faustino Miranda y Hernández X., 1963). .....	151
Anexo 5: Clasificaciones Antropocéntricas para especies vegetales de Martínez Alfaro (1990). ..	152
Anexo 6: Instrumentos utilizados en el sistema de R-T-Q .....	153
Anexo 7: Características socioeconómicas y tecnológicas de la agricultura tradicional y moderna en México de Gómez, Ruíz y Bravo (1998). .....	154

## Índice de Figuras

Figura 1. Representación esquemática de los Recursos Vegetales .....	20
Figura 2. Especies vegetales percibidas como recursos.....	27
Figura 3. Índice de autosuficiencia alimentaria (1993-2009) .....	36
Figura 4. Ejemplo de la frontera agrícola.....	49
Figura 5. Pirámide del flujo de energía.....	54
Figura 6. Flujo de energía en un agroecosistema: CP consumidores primarios; CS consumidores secundarios; CT consumidores terciarios; D descomponedores.....	55
Figura 7. Interacciones de los componentes primarios de la Sustentabilidad.....	71
Figura 8. Niveles de análisis para la derivación de indicadores.....	78
Figura 9. Ciclo de evaluación en el MESMIS.....	79
Figura 10. Ruta involucrada en el uso de los fertilizantes por los campesinos.....	80
Figura 11. Mejoramiento genético participativo.....	81
Figura 12. A: RTP de México; B: RTP 105; C: Santiago Ecatlán de Jonotla, Puebla.....	85
Figura 13. Sistema de Roza-Tumba y Quema, Ecatlán, Puebla.....	90
Figura 14. Don Benjamín Galindo, mostrando la posición en que se coloca el huacal elaborado a base de fibra de jonote.....	92
Figura 15. Selección de semilla para la siguiente siembra.....	93
Figura 16. Sistema general de transmisión del conocimiento empírico en la familia.....	95
Figura 17. Leña apilada.....	101
Figura 18. Manufacturación de tortillas con el típico "aplausos".....	102
Figura 19. Tortilla manufacturada.....	103
Figura 20. Entradas y salidas de flujo de energía, materia y conocimiento del agroecosistema tradicional.....	105
Figura 21. Diagrama de flujo que representa el agroecosistema en transición.....	108
Figura 22. Parcela de 1 1/2 ha sembrada con maíz y haba en El Huizache, Edo. México.....	118
Figura 23. Ciclo de vida de un producto.....	122
Figura 24. Invernadero de familia Mazahua con presencia de jitomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) y coliflor ( <i>Brassica oleracea</i> ).....	126
Figura 25. Huerto familiar con: Nopal criollo ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ), Ajo ( <i>Allium sativum</i> ), Espinaca ( <i>Spinacia oleracea</i> ), Hinojo ( <i>Foeniculum vulgare</i> ) algunos frutales, etc.....	126
Figura 26. Potrero.....	155
Figura 27. Cerca viva.....	155
Figura 28. Cafetal bajo sombra ( <i>Inga edulis</i> y <i>Coffea arabica</i> ).....	156
Figura 29. Especies arbóreas toleradas dentro de la parcela del Agroecosistema en el Totonacapan.....	157
Figura 30. Conservación de recursos vegetales y transmisión del conocimiento tradicional (Doña Carmen y Xanay).....	157

## Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de los <i>Taxa</i> de plantas vasculares de México.....	18
Tabla 2. Familias botánicas más utilizadas por comunidades indígenas. M= medicinal, C= comestible, T= total de especies utilizadas.....	29
Tabla 3. Características del modelo de agricultura convencional.....	34
Tabla 4. Datos en % de crecimiento en importaciones y exportaciones en los años 1981-2005 ...	35

Tabla 5. Parámetro a considerar como entradas y salidas de nutrientes en un agroecosistema (Stoorvogel y Smaling, 1990) .....	57
Tabla 6. Porcentaje de NKP sobre sustancia seca en distintos tipos de abonos animales (Pascuali, 1980) .....	58
Tabla 7. Antecedentes pertinentes a los agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla.....	64
Tabla 8. Objetivos del desarrollo sustentable .....	69
Tabla 9. Conceptos relevantes de sustentabilidad .....	70
Tabla 10. Atributos de Agroecosistemas Sustentables .....	73
Tabla 11. Diferentes Marcos de Evaluación de Sustentabilidad.....	76
Tabla 12. Valores cualitativos de indicadores de sustentabilidad.....	78
Tabla 13. Datos del municipio de S. Ecatlán .....	85
Tabla 14. Datos demográficos Ecatlán .....	86
Tabla 15. Indicadores y su metodología .....	87
Tabla 16. Indicadores correspondientes al Medio Ecológico de Ecatlán .....	89
Tabla 17. Registro de especies animales dentro del agroecosistema tradicional .....	93
Tabla 18. Integrantes de la familia Galindo.....	94
Tabla 19. Recursos vegetales del Huerto en el agroecosistema tradicional .....	98
Tabla 20. Recursos vegetales de la parcela en el agroecosistema tradicional .....	99
Tabla 21. Especies vegetales dentro del agroecosistema en Transición.....	107
Tabla 22. Especies y productos que compra la familia con agroecosistema en transición.....	107
Tabla 23. Valores categóricos para el agroecosistema tradicional y el de transición .....	111
Tabla 24. Valores de intervalo de referencia para los Agroecosistemas tradicional y en transición .....	112
Tabla 25. Propiedades físicas del suelo: FRANCO-ARENOSO.....	116
Tabla 26. Propiedades químicas del suelo con manejo convencional .....	116

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Las veintiséis especies vegetales domesticadas más usadas por la humanidad .....	83
Gráfica 2. Grados de manejo de recursos vegetales del agroecosistema tradicional.....	104
Gráfica 3. Valor de indicadores de sustentabilidad. AMIBA .....	113
Gráfica 4. Comparación de las categorías criterio de Sustentabilidad para ambos AE .....	114
Gráfica 5. Criterios de evaluación de la sustentabilidad del uso de leña en Salto, Argentina.....	120
Gráfica 6. Evaluación del conocimiento tradicional.....	128

## Índice de Mapas

Mapa 1. Límites del Totonacapan.....	141
Mapa 2. Municipios del Estado de Puebla; Ecatlán (088) .....	142
Mapa 3. Geología de Ecatlán.....	143
Mapa 4. Relieve de Ecatlán .....	144
Mapa 5. Clima de Ecatlán .....	145
Mapa 6. Suelos de Ecatlán .....	146
Mapa 7. Uso de suelo y Vegetación de Ecatlán .....	147

## INTRODUCCIÓN

Considerando a la Etnobotánica como la disciplina científica que estudia las interrelaciones entre las especies vegetales de un medio ecológico y el ser humano a través del tiempo, que para el caso de México es de suma importancia dada la alta Biodiversidad vegetal y cultural con la que cuenta, el presente estudio centra sus objetivos en el medio modificado por el hombre en donde se presentan dichas interrelaciones, es decir, los agroecosistemas.

La Agricultura Tradicional en México, sistema desarrollado por el conocimiento ecológico y cultural milenario de nuestros ancestros, sigue expresándose en una extensa área del territorio, principalmente en comunidades con influencia de grupos indígenas, quienes utilizan como principal fuente de ingreso económico y alimenticio (entre otros satisfactores) a sus agroecosistemas.

Los agroecosistemas (en particular los tradicionales), son espacios con características ecológicas específicas, modificados por el ser humano, en los cuales, por medio del manejo y procesos de aprovechamiento, satisfacen diversas necesidades, tanto básicas como espirituales. Éstos se caracterizan por su amplia diversidad vegetal y animal, flujo de energético lineal y de materia cerrado, su amplia resiliencia (ecológica y cultural), por las diversas funciones entre los organismos presentes, tecnología agrícola basada en un conocimiento empírico, siendo en gran medida su principal objetivo el autoconsumo familiar, elementos que propician su sostenibilidad a través del tiempo.

No obstante, el manejo de recursos vegetales, que no debe aislarse de los recursos animales, se ha modificado con el venir de los años debido a eventos como: demanda de producción, introducción de innovaciones de interés comercial, ampliación irracional de la frontera agrícola, aculturación, etc., que forman parte de los objetivos de grandes empresas, simplificando el legado tradicional de los campesinos y restringiendo la agro-diversidad de estos agroecosistemas, situación que pone en riesgo el patrimonio biocultural de los pueblos originales, así como la seguridad alimentaria para las familias campesinas.

El tema de la sustentabilidad tomó importancia desde los años 90, con el *Informe de Brundtland* seguido de varios protocolos, de la misma forma surgieron marcos de evaluación, incluso antes que los protocolos de sustentabilidad, que permiten analizar aspectos cuali y cuantitativos de los sistemas de producción, por ejemplo, evaluar el grado de diversificación vegetal, la resiliencia cultural y ecológica, procesos de aprovechamiento, etc., delimitando aquellos elementos que los benefician o perjudican, y de los cuales depende la productividad de éstos

y en parte su conservación. Por lo anterior, uno de los propósitos de los marcos de evaluación de la dinámica de los agroecosistemas, es que, junto con los campesinos, se creen o mejoren las técnicas de manejo y se amplíe el aprovechamiento de sus recursos, de una forma racional con el medio ecológico y cultural vinculado a sus objetivos.

El *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)* y el *Life Cycle Assessment (LCA)*, son algunos métodos de evaluación considerados en el presente estudio, el primero utiliza indicadores pertinentes a cada caso, pudiendo ser representados al final de la evaluación con una gráfica tipo AMEBA, mientras que el segundo, evalúa todo el proceso de construcción de algún producto (*v.gr.* fertilizantes), desde la obtención de la materia prima, hasta la forma en que se desecha o recicla el material.

Debido a lo antes mencionado y considerando como unidad de estudio al Agroecosistema, los objetivos del presente estudio fueron:

## OBJETIVOS

### **Objetivo General**

Desarrollar y aplicar algunos indicadores ecológicos y culturales susceptibles de contribuir a la evaluación de la sustentabilidad involucrada en el manejo y aprovechamiento de los recursos vegetales de dos agroecosistemas (uno tradicional y otro en transición) del Totonacapan.

### **Objetivo Particular**

Contrastar desde las perspectivas; cultural, ecológica y económica, la sustentabilidad evidenciada en ambos agroecosistemas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

*“Entender primero... para transformar después”*  
Efraím Hernández Xolocotzi

*“El todo es más que la suma de sus partes”*  
Karl Ludwig von Bertalanffy

### CAPÍTULO I. MEDIO ECOLÓGICO

La actividad humana implica movimientos constantes sobre la superficie terrestre en íntimo contacto con las fuerzas naturales, que actúan obedeciendo leyes y causas independientes de la voluntad del hombre. Toda actividad de interés social significa contacto con el medio, lo cual conduce a la necesidad de conocer mejor la región en que se actúa, para producir mejor y cooperar de manera más eficiente con el desarrollo de la sociedad (Bassols, 1984).

En acuerdo con la segunda experiencia de la exploración etnobotánica, *“El medio es determinante para el desarrollo de las plantas cultivadas”*, Hernández (1970), menciona:

Para mí, la medida más convincente de un buen hortelano, un buen agricultor, un buen agrónomo, la da su capacidad para proporcionar al cultivar el medio más favorable para el desarrollo deseado. En el caso del indígena, la demostración de su habilidad como agricultor es su supervivencia a través de los siglos, a pesar de su dura experiencia con la expansión de la cultura occidental, persecución, desplazamiento, violencia contra su cultura, raptos de sus mujeres, muerte.

Pongamos como ejemplo -prosigue el autor de la obra anterior- al agricultor temporal, una de las tres categorías de “tonto”, según el folklore citadino mexicano. Este grupo de agricultores se ha venido enfrentando al problema más difícil de la investigación agrícola y en realidad hemos fallado al no aprender mucho más de sus conocimientos. Durante la recolección de maíz en Tlaxcala, encontramos a un agricultor viejo con su familia durante la siembra de su parcela. Solicitamos ver la semilla que usaba y al sacar una muestra encontramos una mezcla de maíz amarillo, maíz morado, maíz blanco y una revoltura de frijol.

- “¿Cuál de todos estos maíces es más breve?” –pregunté.

Dijo el viejo canoso, de piel arrugada y curtida, “El amarillo es de cinco meses, el morado de seis y el blanco de siete”.

-“¿Y cuál rinde más?”

-“El amarillo poco, el morado un poco más y el blanco es mejor”

-“¡Ah!, ¿y por qué no siembra puro blanco en lugar de esta revoltura?”

El viejo sonrió mostrando unos dientes cristalinos y pequeños como los granos de maíz reventador. “Eso es lo que dijo mi hijo. Pero dígame, señor, ¿cómo van a venir las lluvias este año?”

-“Óigame, yo soy agrónomo no adivino.”

-“Ya ve. Sólo Tata Dios sabe, pero sembrando así, si llueve poco, levanto amarillo; si llueve más levanto más, y si llueve bien, pues levanto un poco más de las tres clases”.

Y así es. En países más avanzados pueden reírse, pero no olvidemos que su progreso y nuestra batalla nacional contra la escasez de maíz, brota de las raíces culturales de esta gente.

La diversidad genética vegetal evidenciada con las tres variedades de color de maíz, tiene una importancia biológica, ecológica y antropocéntrica, debido a que implica cruzamientos entre razas de una misma especie, propiciando una resistencia ante patógenos, mayor rendimiento de grano, mejoramiento genético, y mejor calidad de cosecha, promoviendo la conservación dinámica *in situ* de diferentes genotipos, algunos tardíos, intermedios y precoces, dentro de los agroecosistemas familiares, lo cual, evidencia la racionalidad de las decisiones de este tipo de agricultores, aspecto que denota la resiliencia ecológica de los agroecosistemas en los que se aplica este conocimiento. (Cuevas, en comunicación personal 2015).

Al respecto del medio ecológico, Mosiño (1977), menciona que este conocimiento empírico desarrollado por los campesinos, se debe a la imperiosa necesidad que tienen de subsistir mediante los recursos que les brinda el ambiente físico en el que se encuentran, lo cual evidencia su capacidad de observación de la naturaleza, enriqueciendo de esta forma su conocimiento tradicional.

Por lo tanto, de acuerdo con Hernández (1977), el estudio del medio ecológico se refiere al saber necesario de las condiciones físico-ambientales en las que se encuentra inmerso el fenómeno agrícola en estudio, considerando

fundamental para su entendimiento, establecer un orden lógico y causal de sus componentes.

## **Aspectos Geológicos**

La forma actual del relieve de cualquier punto del mundo es consecuencia de prolongadas y constantes transformaciones operadas a lo largo de la historia geológica de la Tierra (Sánchez, 1973). Al respecto, Pearl (1986) citado en Mariaca (1997), indica que existen tres fuerzas modeladoras: 1) la formadora o vulcanismo, 2) destructora o diastrofismo (fuerzas internas del planeta) y 3) ambivalente o gradación (erosión y depositación).

Lo anterior señala la importancia de delimitar las amplitudes y limitantes del medio ecológico enfatizadas por Hernández (1977), ya que de los procesos geológicos dependen los geográficos y de éstos, el clima, los suelos, así como los tipos de vegetación, cuya alteración antropogénica propiciará o no, la racionalidad del manejo de los agroecosistemas derivados (Cuevas, comunicación personal 2016).

## **Aspectos Geográficos**

En acuerdo con Estrada (s.f.), la ubicación geográfica resulta de suma importancia en la disciplina de la Etnobotánica, pues de la correcta ubicación de los recursos genéticos vegetales en un determinado punto geográfico, dependerá el establecimiento de una interrelación con los factores ecológicos que afectan directamente el crecimiento y reproducción de cualquier especie, factores como: topográficos, elevación, roca madre, clima, suelo, vegetación, así como su relación con el hombre. La ubicación geográfica nos permite elaborar los mapas de distribución de un determinado recurso, los cuales pueden constituir una herramienta básica para determinar un manejo racional de dichos recursos.

La Geografía, al ser un campo científico que estudia los fenómenos físicos, biológicos y sociales que se producen sobre la superficie de la Tierra, en su distribución, causas y en sus relaciones mutuas (Tamayo, 1949), puede dividirse y relacionarse con otras disciplinas. De esta forma, partiendo de lo general a lo particular, estudia la relación entre el Sol y la Tierra afectando de un modo apreciable la vida sobre ésta, ya que proviene de la radiación solar toda la energía

necesaria para el mantenimiento de la vida: la fotosíntesis, la fuerza motriz de los cursos del agua, vientos y corrientes oceánicas. La intensidad de esta energía experimenta cambios diarios y anuales, por lo que es esencial el conocimiento de los movimientos que realiza nuestro planeta en su órbita alrededor del Sol (Cosmos, 1981). En acuerdo con Carvajal (s.f.), la Tierra, en su viaje a través del espacio, posee varios movimientos (casi 18 descritos) que provienen de las interacciones gravitacionales y de su forma, de éstos, cuatro son más perceptibles: Rotación, Traslación, Precesión y Nutación.

En acuerdo con Cuevas (notas de clase): Algunos aspectos importantes vinculados con los movimientos de la Tierra, son: la inclinación del eje terrestre ( $23^{\circ}27'$ ), la relación de éste con la ubicación de los trópicos, la marcha anual de la temperatura tipo Ganges, la cual tiene que ver con los sitios en los que los rayos del Sol inciden de manera perpendicular dos veces al año, el cambio en el inicio y fin de las estaciones en cada hemisferio y desde el punto de vista agronómico: la fotosíntesis, fotoperiodo, termoperiodo y estación de crecimiento de las plantas cultivadas, entre otros fenómenos.

Otro factor a considerar y que beneficia la presencia y evolución de la vida, es la Atmósfera, cuya composición en sus distintas partes, actúa como una capa protectora que defiende a los seres vivos de los efectos nocivos de ciertas radiaciones procedentes del Sol (rayos ultravioleta) (Cosmos, 1981).

A partir de la influencia de la Geografía en el fenómeno de estudio, destacan los siguientes componentes:

*Latitud:* De ésta dependerá la irradiancia recibida en cualquier punto de la Tierra, siendo máxima dos veces al año en cualquier punto ubicado entre los trópicos, favoreciendo (en presencia de humedad edáfica) a las plantas heliófilas, en particular las pertenecientes al grupo de las C4, siendo importante recordar que México está prácticamente dividido a la mitad por el Trópico de Cáncer, y los agroecosistemas objeto del presente trabajo se encuentran alrededor de los  $19^{\circ}$  de latitud norte.

*Elevación:* Hace referencia a la altura de un punto en contacto con la Tierra sobre el nivel del mar. Este elemento afecta invariablemente la temperatura, ya que, al incrementarse ésta, tanto el polvo del aire como su densidad y humedad son cada vez menores y por ende la capacidad de calentamiento de la atmósfera disminuye. La importancia de este aspecto permite observar el cambio de la biota a partir de un punto sobre nivel del mar. Además, según indica García (1989), la temperatura disminuye en promedio  $0.6^{\circ}\text{C}$  por cada 100 m de ascenso, fenómeno de particular interés en México, dada la alta heterogeneidad de su Fisiografía,

determinando nichos ecológicos con atributos particulares para muchas especies vegetales.

*Fisiografía:* Comprende aspectos de uso de suelo, tipo de vegetación, inclinación etc. Su importancia en relación con las especies de plantas cultivadas estriba en diferentes efectos, tales como el de la pendiente o inclinación de un determinado cerro, en el que se encuentre una cierta población vegetal de interés antropocéntrico, ya que la intensidad de la energía solar varía según la ubicación de los sitios de estudio.

Referente al Relieve, la corteza terrestre del territorio nacional se encuentra entre las más accidentadas de la Tierra: menos del 35% de la superficie mexicana tiene una elevación inferior a los 500 m, y más de la mitad del territorio se encuentra a elevaciones mayores de 1 000 m (Estrada, s.f.).

## **Aspectos Climáticos**

Los componentes del medio ecológico hasta ahora descritos, generalmente, y en acuerdo con García y Cuevas (1990), son debido a: la evolución geológica del territorio, la gran extensión de sus litorales tanto al occidente como al oriente (>10 000Km), su relieve altamente heterogéneo, la ubicación geográfica de México en el planeta (lo cual entre otros aspectos implica la división de su territorio casi a la mitad por la línea del Trópico de Cáncer a los 23°27'LN), la orientación de sus grandes cadenas montañosas (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Eje Volcánico Transversal) y la influencia que sobre el volumen y distribución de la precipitación ejercen los vientos Alisios del Noreste, en México existe un amplio conjunto de climas y microclimas, siendo uno de los países con mayor diversidad climática en el mundo, estando representados, a excepción de los correspondientes al grupo D, todos los grupos y subgrupos climáticos.

Para conocer el clima de un punto dado, es necesario caracterizarlo a través de sus elementos que son: temperatura, precipitación, dirección y fuerza de los vientos, humedad ambiental y presión atmosférica.

En México, el sistema de clasificación climática más utilizado, es el de Köppen, el cual en 1964 fue adaptado a las condiciones del país por la Dra. Enriqueta García Amaro.

En acuerdo con García (1975), "Las designaciones que Köppen usó para diversos tipos de clima son inadecuadas, o por lo menos confusas cuando se trata

de aplicarlas a los climas de la República Mexicana, ya que fueron establecidas con base en formaciones vegetales que constituyen zonas latitudinales, y precisamente estas formaciones vegetales, no existen en México, o bien no coinciden con los tipos climáticos que deben definir” (Anexo 1).

Al respecto, Cuevas (notas de clase), menciona que una de las consecuencias que sobre la agricultura ejerce el clima, es la siguiente:

- Uno de los aspectos que afecta fuertemente a la agricultura de temporal es el volumen, con frecuencia insuficiente, y la desigual distribución de la precipitación, es decir, mientras en las costas del Golfo de México y parte de las costas del Pacífico se registran abundantes precipitaciones que pueden superar los 4 500 mm al año, en extensas regiones del Norte, Noreste y Noroeste, la precipitación media anual puede ser tan baja como 38 mm.

## Aspectos Edáficos

En acuerdo con Ortiz y Cuanalo (1981) citado en Ortiz y Ortiz (1990), el suelo puede definirse como *“Un cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, conteniendo materia viva y soportando o siendo capaz de soportar plantas”*. Al respecto Jenny (1941) en Ortiz y Ortiz (1990) propuso la siguiente función:

---

$$S = f(m, cl, o, r, t)$$

---

Que significa:

“El suelo es una función de la acción conjunta de cinco factores:

- 1.- Material parental
- 2.- Clima
- 3.- Microorganismos (*v.gr.* colémbolos, hongos, micorrizas...)
- 4.- Relieve
- 5.- Tiempo”

De éstos, el Clima es el factor dominante para la formación de los suelos.

Al suelo se le ha considerado como una mezcla de materia mineral, materia orgánica, agua y aire. El volumen ocupado por cada uno de estos componentes para que se den las condiciones ideales para el desarrollo de las plantas será aproximadamente como sigue: materia mineral 45%; materia orgánica 5%; agua

25% y aire 25%. Estas proporciones varían en el tiempo y espacio (Ortiz y Ortiz, 1990).

Las propiedades físicas y químicas del suelo, variarán de acuerdo al lugar del fenómeno de estudio, es de suma importancia conocer y analizar dichas propiedades pues de ellas depende la capacidad del suelo para que sobre él se desarrollen las especies vegetales de interés antropocéntrico. Entre las propiedades se encuentran: Materia orgánica, Textura, Color, Estructura, Densidad aparente, Densidad real, pH, CIC, así como macro y micronutrientes, y diversos organismos, de cuyas interacciones se deriva la capacidad de los suelos para administrar el agua que habrá de estar disponible a las plantas que crecen sobre éste.

En acuerdo con Ortiz y Ortiz (1990), la información acerca de las propiedades del suelo y de los variados problemas de manejo, puede obtenerse y registrarse si los suelos se clasifican de acuerdo a las características que los diferencian entre sí; (...) Varios han sido los intentos de cuantificar los suelos del mundo. Aunque no existe un consenso numérico, sí es posible establecer tendencias generales (Anexo 2 y 3).

## **Etnoedafología**

Actualmente existe una corriente en varias disciplinas que se apoyan en las percepciones, la forma como son comprendidos y manejados los objetos de estudio por el hombre. Este grupo de disciplinas constituyen las etnociencias (Ortiz y Ortiz, 1990). Sin embargo, no debemos tomarlas como simples ciencias, sino adentrarnos en su comprensión a través del campesino. La Etnoedafología o estudio de los suelos a partir del conocimiento campesino, se origina a partir de la propuesta de Bárbara J. Williams (1972) con sus trabajos en el Valle de México.

Hernández X. (1978), resume parte del trabajo de la tesis doctoral de la Dr. Bárbara Williams, en el cual trabajó en una región Otomí del Estado de México, obteniendo información de cerca de 132 representaciones distintas de suelos, algunas de las cuales indican: arenoso; arcilloso; arcillo-arenoso; tepetate sobre arena; suelo con pastizal y suelo arcilloso húmedo bueno para maíz. Respecto a la importancia de la comprensión humana del suelo, la revisión de ciertos jeroglíficos de la cultura Náhuatl dio margen a sugerir los siguientes aspectos: a) el maíz representado es de raza cónico; b) las figuras de mazorca en dos de los predios parecen indicar que en suelos arenosos hay producción de molcates (mazorcas de maíz pequeñas), en suelos arcillosos húmedos, buenos para el cultivo de maíz, se

ilustra la cosecha de buenas mazorcas; c) las representaciones de los suelos abarcan textura del suelo, tipo de vegetación prevalente y aptitud para producir maíz. Este último punto es de especial interés puesto que se repite en otras clasificaciones edáficas de otras etnias como la Maya y la de los Huaves, en donde se combinan atributos de textura, color del suelo, tipo de vegetación existente, condiciones para su uso agrícola y apreciación sobre la capacidad de producción.

Por otra parte, el campesino no emplea el término suelo, sino que, en su lugar emplea el de “*tierra*”. León y Arteta (1984) en Ortiz y Ortiz (1990), indican que el concepto campesino de tierra corresponde a la capa superficial del suelo, incluyendo a la vegetación y a la atmósfera, considerada como un medio donde se desarrollan las plantas.

El trabajo escrito por Fray Bernardino de Sahagún, entre 1569 y 1582, es uno de los primeros trabajos que reporta información del conocimiento campesino sobre tierras (suelos). En este estudio se mencionan tierras de diferentes calidades, indicando por ejemplo el *atoctli*, *quauhtlalli* y *tlalcoztli*, que eran suelos muy fértiles donde se producía muy bien el maíz y el trigo. Mientras que el *Tequizquitlalli* (suelo salino) era por naturaleza infértil (Ortiz & Ortiz, 1990).

Existen evidencias para diferentes grupos étnicos como los Mayas, Tarascos, Otomís, Purépechas, etc., sobre clasificación de tierras que hasta la fecha siguen siendo útiles para el hombre de campo. Cabe resaltar que estas clasificaciones eran conocidas antes de la llegada de los españoles. Al respecto, Ortiz y Ortiz (1990), mencionan “es claro que el campesino utiliza métodos diferentes a los técnicos para caracterizar a las tierras o suelos”. Al estudiar los resultados de trabajos en esta área, se nota que la observación y la comparación a través del tiempo son los medios en los que el agricultor se apoya para caracterizar sus tierras.

## **Vegetación**

El conjugar los elementos anteriores nos explica la gran diversidad que observamos en suelos y climas; componentes que, aunados a la presencia oceánica en ambos litorales (Atlántico y Pacífico) y a la influencia en el lado del Golfo de los vientos alisios, se conforma todo un mosaico ecológico que va a repercutir en la presencia de prácticamente todos los tipos de vegetación que se han descrito en el planeta; y por lo tanto se presenta en México una de las

diversidades vegetales más ricas del mundo, con por lo menos 26, 000 especies (Rzedowski, 1978).

Al respecto, Villaseñor (2004), presenta los siguientes datos de la Flora vascular de México:

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Helechos y plantas afines	49	127	1,027
Gimnospermas	7	14	138
Monocotiledóneas	49	546	4,523
Dicotiledóneas	199	2,117	17,736
Total	304	2,804	23,424

Tabla 1. Distribución de los *Taxa* de plantas vasculares de México

Miranda y Hernández (1963), definieron 32 tipos de vegetación (Anexo 4), basándose en el (biotopo) de sus especies dominantes, este factor es expresión de los componentes del medio, ya sea climático, edáfico o biótico en que un determinado tipo de vegetación y los elementos que lo conforman se desenvuelven.

Por otra parte en acuerdo con *The Plant List* se estiman aproximadamente 20 000 especies de Briofitas en el mundo, mientras que Sharp (1994), citado en Delgadillo (2014), indica que para el caso de México, éste cuenta con 984 especies y variedades de musgos.

## Fauna

No obstante la importancia de la diversidad faunística con la que cuenta México, en el presente estudio se enfatizan aquellas especies involucradas en la composición de los agroecosistemas, desde plagas, organismos indicadores de fertilidad, así como aquellas que aportan alimento al campesino, principalmente aves de corral, entre otras, ya que, considerando el concepto de agricultura elaborado por Hernández X., los agroecosistemas no sólo están conformados por especies vegetales, sino también de organismos faunísticos.

Mariaca (1997), menciona que, mientras la milpa aporta ciertos satisfactores tanto a la dieta como a la economía familiar, éstos se complementan con la fauna criada por la familia, ya sean vacas (*Bos taurus* o *Bos indicus*), gallinas (*Gallus gallus*), pavos o guajolotes (*Meleagris gallopavo*), patos (*Anas* sp.), cerdos (*Sus escrofa*), borregos (*Ovis aries*) o conejos (*Sylvilagus* sp.), que, además de aportar carne y otros subproductos, representan la alcancía familiar a la cual se

recurre cuando hay necesidades extras tales como fiestas o compra de ropa u otros productos.

En esta cadena alimentaria, también podemos observar el flujo de materia que existe entre abono orgánico proveniente de los animales, destinada a la parcela para fertilizar el suelo, así como el forraje y desechos de los que se alimentan los animales de corral.

Del mismo modo, en algunas comunidades se han registrado gran variedad de insectos (artrópodos), que sirven para complementar la alimentación o bien con algún otro uso. Entre los cuales destacan los siguientes ordenes con uso comestible en México: Odonata, Orthoptera, Anoplura, Hemiptera, Homoptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera y Hymenoptera. Destacando de igual forma la importancia de todas las funciones ecológicas dentro de la parcela y especies vegetales del agroecosistema (Mariaca, 1997).

## La Etnobotánica

El ser humano, ante las adversidades del medio ecológico en el que se ha desarrollado desde su evolución sobre la Tierra hasta nuestros días, ha requerido satisfacer sus necesidades, en primera instancia aquellas de índole alimenticia, vestimenta y defensa, hasta aquellas que prevalecen a través de mitos y leyendas. La historia de su origen, como organismo heterótrofo, evidencia, por lo tanto, desde tiempos primitivos, que el hombre ha requerido conjugarse con los elementos de su medio ecológico, en especial y de una forma directa, con las plantas (autótrofas) y de los animales, creando a través de éstos los llamados *recursos antropogénicos*. Comprender los caminos que conllevaron a una invención, estructura y transición de las relaciones entre hombre y planta, es el objetivo principal de la Etnobotánica.

De acuerdo con Cuevas (1991), la Etnobotánica es la rama de la ciencia, pertinente al estudio de todas las interrelaciones que existen entre los grupos humanos y las plantas. Para una mejor comprensión de los componentes a considerar en el estudio etnobotánico, basado en la Teoría de los conjuntos, propone un modelo (Figura 1), en el cual expresa: "*Los recursos vegetales (RV) son el resultado de las correlaciones (positivas o negativas) existentes entre las amplitudes y limitantes del medio ecológico (ME), la cultura inherente a la especie humana (C), y aquella parte de la vegetación (V) percibida por los grupos humanos como recurso a través del tiempo (T)*", por lo tanto, se entiende que, los *Recursos Vegetales*, constituyen un subconjunto dinámico (cambiante a través del tiempo) influenciado

por aspectos ecológicos y de índole social, por lo que, dependiendo del grado de apego a su cultura y las especies vegetales percibidas por un grupo humano como elementos útiles de la naturaleza, su magnitud se verá restringida o ampliada a través del tiempo.

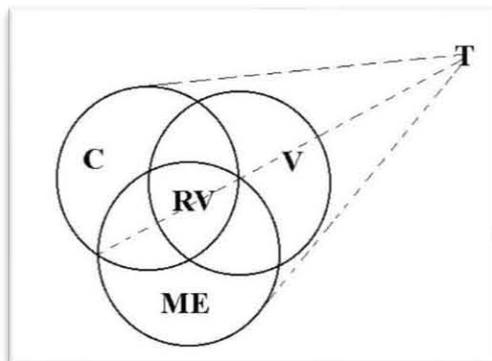


Figura 1. Representación esquemática de los Recursos Vegetales

Retomando un poco la historia de la Etnobotánica, ésta fue propuesta como concepto por el botánico americano Harschberger (1895), citado por Leff (1977), cuyo objetivo esencial es *“aclarar la posición cultural de las tribus que utilizaban los vegetales o sus productos, determinar la distribución antigua de los vegetales útiles y definir las huellas de los caminos seguidos antaño para el intercambio de productos de origen vegetal”*.

El conocimiento tradicional que hoy descubrimos, es el resultado de innumerables observaciones y experimentos empíricos de generaciones de estudiosos observadores de la naturaleza. Nuestros ancestros registraban y transmitían sus conocimientos a las nuevas generaciones, a través de estelas, códices o enseñanzas verbales (Pompa, 1993) y sobre todo, a través del ejemplo.

De esta forma, ya en épocas posteriores a la conquista y de la lamentable pérdida intencional de los libros, códices etc., de nuestros ancestros, comienzan a surgir cronistas y redactores de la Nueva España, para recopilar información sobre el modo de vida y los usos pertinentes, nuevos e interesantes que de las plantas y otras especies se obtenían, para ser enviados a los reyes y ser usados por una población “desarrollada” dentro de un mundo industrial y moderno, quienes no daban otro nombre a nuestros antepasados, que el de *“salvajes”*.

Existen varios relatos que expresan la sabiduría de aquellas personas conectoras de su medio, si bien no a base de términos estrictamente científicos, pero sí de un uso atribuido a las especies vegetales que satisfacían sus necesidades, como el de Nicolás Monardes, quien escribió el primer tratado de plantas medicinales; el médico indígena Martín de la Cruz y el traductor Juan

Badiano, un indígena de Xochimilco, quienes aportan una interesante recopilación en su código llamado De La Cruz Badiano; el Código Florentino escrito por el fraile franciscano Bernardino Sahagún; la expedición de Francisco Hernández que dio como resultado una colección de 22 volúmenes de libros y 16 que había enviado previamente; así como la obra de José Mariano Mociño y las recientes etapas importantes para la Etnobotánica, estos valiosos trabajos, han resaltado la importancia que la investigación etnobotánica tiene para México, debido a que podemos discernir rápidamente lo que es notable: una riqueza de conocimientos relativos al mundo vegetal que aún conservan las diferentes etnias del país (Gómez-Pompa, 1993).

A pesar de que mucho se ha perdido del conocimiento tradicional prehispánico, algunos sobrevivientes a la conquista han conservado y enriquecido el conocimiento tradicional y lo más importante, lo han ido transmitiendo a las nuevas generaciones; todo esto nos da la materia prima y la razón de ser de la Etnobotánica ya que ésta evidencia la existencia de una verdadera ciencia botánica prehispánica. Sin embargo, la Etnobotánica moderna no debe sólo registrar los conocimientos de las culturas actuales (ámbito de la Botánica Económica), sino también interpretar estos conocimientos como parte de un proceso histórico de acumulación de éstos, proceso que se ha interrumpido varias ocasiones (Gómez-Pompa, 1993), y que no obstante ha persistido debido a las necesidades de aquellas comunidades por sobrevivir en un mundo que cada día los excluye más.

### **Conformando la matriz etnobotánica**

Las preguntas específicas generadas por los etnobotánicos, tomando en cuenta que ésta debe ser un **proceso dialéctico**, según Hernández X. (1970), son las siguientes: ¿qué plantas son útiles?, ¿por qué dichas especies vegetales son consideradas útiles?, ¿cuáles son las plantas percibidas como recursos?, ¿qué factores sociales, biológicos y ecológicos están involucrados en dicha percepción?, ¿de qué manera el uso del conjunto de recursos influye en el uso y disponibilidad de otros?, ¿de qué manera se encuentra distribuido el conocimiento etnobotánico entre la población humana?, ¿qué piensan los diferentes grupos humanos en torno a las plantas?, ¿cómo clasifican y diferencian los distintos grupos a los componentes que integran su ambiente natural?, ¿de qué lugares obtienen sus satisfactores vegetales?, ¿cómo los utilizan?, ¿qué factores están involucrados en la toma de decisiones pertinentes al manejo de los recursos y de qué modo afecta a las poblaciones vegetales?, entre otras preguntas, todas éstas,

en acuerdo con Ford (1978) citado en Alcorn (1997), tienen que ver con la totalidad de funciones que las plantas desempeñan en una cultura. Por lo tanto un texto de investigación etnobotánica deberá abarcar prácticamente todos los aspectos relacionados con el uso, manejo y aprovechamiento de la vegetación por una comunidad humana.

En acuerdo con Hernández (1971), la Etnobotánica tiene dos propósitos fundamentales: 1. Proporcionar información pertinente al uso y manejo de las plantas y 2. Elucidar el texto etnobotánico a través de la definición, descripción e investigación de las funciones involucradas en este proceso; tratando de entender la dinámica del sistema del que forman parte las plantas que los grupos humanos manejan, aprovechan y conservan posteriormente.

Por mencionar algunos usos, ciertas especies de plantas pueden ejercer una gran influencia sobre los valores artísticos y culturales, como en el caso de las plantas alucinógenas (Hanks, 1972; Night, 1976) en Alcorn (1997). En otras ocasiones su comportamiento fenológico es considerado como un presagio del tiempo meteorológico, de las cosechas a obtener y por lo tanto de la salud y bienestar del grupo humano que les brinda su atención (Alcorn, 1997). De esta forma, el conocimiento etnobotánico se vincula a la esencia cultural de los sistemas agrícolas tradicionales a través de su cosmología.

Así, en acuerdo con Hernández X. (1977), *“La agricultura es la actividad humana, en la cual, los grupos humanos aplican sus conocimientos y habilidades con el fin de controlar, dirigir o aprovechar las amplitudes y limitantes del medio ecológico, para obtener, a partir de poblaciones vegetales y/o animales, productos de su interés”*, por lo tanto, la agricultura, continúa el autor, no fue un descubrimiento, fue (y continua siendo), una manifestación de la creatividad humana.<sup>1</sup>

En acuerdo con Cuevas (1991), la importancia de la agricultura como parte fundamental del proceso civilizatorio, radica en *“ser el avance cultural más importante del esfuerzo humano para obtener sus satisfactores básicos a partir de los recursos naturales renovables”*.

Muchas son las formas de abordar el trabajo etnobotánico, puede referirse a una especie, o una sola categoría de uso, su impacto ecológico, entre otros aspectos. Sin embargo, siempre abordará la pregunta *¿Para qué sirve esta planta?* En acuerdo con Cuevas<sup>2</sup>, cinco son las preguntas fundamentales para iniciar un trabajo etnobotánico, no obstante las preguntas se han de realizar de la forma

---

<sup>1</sup> Información tomada en clase de Etnobotánica impartida en la UACH por el Dr. Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez

<sup>2</sup> Clase Etnobotánica avanzada

menos directa posible, pues es en aquellas conversaciones “amenas” y las expresiones corporales de los campesinos (actitudes), las que sirven para comprender una pequeña parte de la constelación de ideas y conocimientos relativos al mundo vegetal; dichas preguntas son:

- a) *¿Cómo se llama esta planta?*
- b) *¿Para qué sirve esta planta?*
- c) *¿Qué parte se utiliza?*
- d) *¿Cómo se prepara?*
- e) *¿Cómo se consume o aplica?*

En acuerdo con Alcorn (1997), recabar información en torno a las plantas útiles a un grupo humano y establecer las razones que fundamentan su uso (móviles de selección), constituye justamente el primer paso en la investigación etnobotánica regional. El estudio de los recursos naturales y antropogénicos, en particular el manejo de las plantas, nos va introduciendo en la dinámica del estudio etnobotánico.

Partiendo del medio modificado (agroecosistema) por el hombre para propiciar el desarrollo de las plantas de su interés, Alcorn (1997) menciona lo siguiente: Dentro de los agroecosistemas tradicionales, las actividades humanas influyen tanto a los cultivos como a la vegetación natural que exista en el área. A través de este estudio de sistemas se puede aprender cómo el uso de las plantas y los aspectos que con él se relacionan, pueden impactar la dinámica de las poblaciones vegetales.

La importancia de estudiar la Etnobotánica a partir de un agroecosistema, es que éste es el medio fundamental en el que se desenvuelve la vida de los campesinos, en él están puestas las esperanzas, angustias su cansancio, así como su creatividad para auspiciar el mejor desarrollo de su *milpa* (Hernández, 1977).

## **La Exploración Etnobotánica**

En acuerdo con Hernández (1970), la función del explorador etnobotánico consiste primero, en *registrar, ordenar, escudriñar, hilvanar y publicar* la información en el mismo marco de la cultura agrícola del hombre; segundo, reunir con cuidado e inteligencia el material de propagación de interés inmediato y mediato a los problemas urgentes de la investigación Agronómica, de la Bioquímica y de la

Botánica; tercero, seguir la secuencia de trabajos necesarios para su introducción o incorporación a bancos de plasma germinal.

Siguiendo al autor, la exploración etnobotánica es un arte basado en varias disciplinas científicas y requiere de la colaboración de institutos y profesionistas interesados y entrenados en concordancia con los problemas inherentes a la colección, propagación y conservación de los recursos vegetales. Debe constituir el puente intelectual y material entre el agricultor indígena y el hortelano, el agrónomo, el etnobotánico, el bioquímico, el genetista y el fitomejorador.

La exploración etnobotánica está conformada por seis experiencias<sup>3</sup> las cuales son las siguientes:

Primera experiencia: Siempre hay antecedentes, sea cual sea el problema a estudiar.

Segunda experiencia: El medio es determinante para el desarrollo de las plantas.

Tercera experiencia: El hombre ha sido y es el factor más importante para el desarrollo y mantenimiento de los cultivares.

Cuarta experiencia: Cada especie o variedad tiene características morfológicas y ecológicas distintivas.

Quinta experiencia: El conocimiento acumulado en milenios, tarda en recopilarse.

Sexta experiencia: La exploración etnobotánica debe ser un proceso dialéctico.

Todo lo anterior forma parte fundamental de la *investigación de huarache* propuesta por Hernández (1971), siendo aquella que empieza por las bases, que va al terreno de los hechos, con la gente que está realizando las acciones, aquella que está consciente que nuestra aculturación nos frena, nos inhibe e impide que prendamos muchas cosas que están en realidad a nuestro alcance, es trabajar con humildad y respeto, mismos valores con los que nos recibe la mayoría de la gente de campo.

En acuerdo con la metodología utilizada por la Etnografía (disciplina de la cual requiere la Etnobotánica), las mejores herramientas del trabajo son: la observación, la interpretación y la comparación. La flexibilidad es la mejor

---

<sup>3</sup> Para mayor explicación de las experiencias, se recomienda leer el capítulo de la Exploración etnobotánica y su metodología

característica del buen investigador de campo (Bock, 1977) citado en Oliver (s. f.), de igual manera no debe asumir ningún prejuicio moral, ni asombrarse, ni dejarse arrebatar por el aburrimiento, hay que intentar vivir dentro y en base de la sociedad (Mauss, 1974) en Oliver (s. f.).

## *Homo*

En la actualidad podemos hablar del qué y del cómo de la agricultura, pero por miles de años de la existencia del hombre, como organismo heterótrofo (incapaz de producir sus propios alimentos a partir de energía física, dependiente de las plantas fotosintéticas que sí son capaces de transformar la energía solar en la energía que pueden consumir otros organismos) logró sobrevivir obteniendo sus mínimos requerimientos de alimentación, vivienda y protección contra los elementos del medio ecológico, recolectando y cazando las especies disponibles y útiles a sus fines (Hernández, 1985).

Ante estos datos, es necesario preguntarnos ¿Qué atributos desarrolló el ser humano a partir de su evolución y de las presiones que sobre ella ejercieron, para que tuviera la capacidad de ir acumulando un extenso acervo de conocimientos, que pudiera aplicarlos, perfeccionarlos y transmitirlos?. Siguiendo al autor, menciona una lista de atributos que de manera general permiten responder:

Biológicamente, el hombre: a) es bípedo; tiene libertad de uso de los brazos; posee gran flexibilidad manual; mantiene la cabeza erecta lo que le permite un gran medio de captación de impresiones visuales; su capacidad encefálica es proporcionalmente elevada y tal vez es de los organismos con menor defensa física a los factores del ambiente y ataque de depredadores; b) tiene la capacidad de elaborar instrumentos de importancia para la defensa y acción física, tomando en cuenta la libertad de los brazos y la destreza de las manos; recuerda y conjuga sus experiencias; es gregario y ha ensayado diversas formas de organización social; ha generado varios sistemas de intercomunicación, especialmente la oral y en periodos más recientes la escritura (sin la cual sus conocimientos no podrían acumularse) y experimenta largos periodos de aculturación.

No obstante, no sólo fueron sus atributos biológicos, sino, en acuerdo con Cuevas (1991), el ser humano se distingue de otras especies animales por los siguientes atributos:

- Su *racionalidad* (Característica relacionada con la llamada “inteligencia”)
- Su *sensibilidad* (La apreciación de la música y la belleza de las plantas son una evidencia)
- Su *curiosidad* (Sin la cual no seríamos capaces de generar nuevas preguntas, sin cuyas respuestas el conocimiento humano científico y empírico no avanzaría)

## Recursos

Un recurso es aquel elemento o factor proveniente de un complejo natural o social, del cual el hombre obtiene beneficios que permiten su sobrevivencia y satisfacción de otro tipo de necesidades a través de su modificación o sin modificarlo.

En acuerdo con Bassols (1967), los recursos naturales son aquellos elementos del medio ecológico que se encuentran en estado sólido, líquido o gaseoso, y no todos pueden considerarse tangibles ni se encuentran en el planeta puesto que algunos nos llegan directamente del Sol en forma de rayos o existen en zonas de la capa geográfica de la Tierra que no son superficiales (incluyendo la atmósfera y el interior del planeta).

Éstos se clasifican en:

No renovables: minerales (excepto la sal que se deposita en lagunas marinas). Con el uso de estos recursos, sus existencias reales (conocidas o no) disminuyen inevitablemente, por lo que deben buscarse siempre nuevas reservas.

Renovables: suelos fértiles, vegetación natural, fauna útil al hombre. Aunque estos recursos se renuevan por ley natural, su utilización puede en muchos casos adquirir un ritmo más acelerado que su reproducción y por lo tanto también pueden acabarse.

Sin embargo, como se verá adelante, el **carácter renovable** de varios recursos sólo puede darse hasta cierto límite, dependiendo de la resiliencia ecológica y cultural involucrada en el agroecosistema al que se haga referencia.

## Recursos Fitogenéticos

“Sin Cultura hay plantas, pero no recursos”

(Cuevas<sup>4</sup>)

Aunado a lo anterior, en acuerdo con Cuevas (1991), “El hombre, incapaz de elaborar por sí mismo los alimentos que posibilitan su vida, ha recurrido a diferentes organismos, tanto animales como vegetales para la satisfacción de sus más elementales necesidades. En el caso de las plantas, su consideración como recursos antropocéntricos seguramente obedeció en primera instancia a la necesidad del hombre de obtener sus alimentos, acción que concomitantemente condujo al conocimiento de otras propiedades (medicinales, alucinógenas, venenosas). Una vez satisfechas sus necesidades elementales, el desarrollo de los grupos humanos a partir de su acervo cultural y condiciones del medio ecológico en que habitan, han ido ampliando y en ocasiones restringiendo la magnitud del subconjunto vegetal útil”

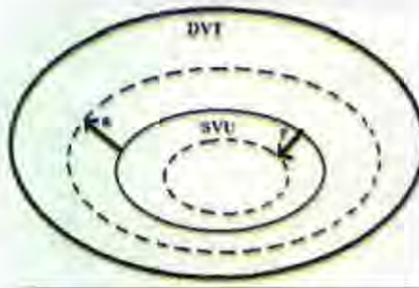


Figura 2. Especies vegetales percibidas como recursos

De acuerdo al diagrama (Figura 2) elaborado por Cuevas (s. f.) citado por Mera, Castro y Bye (2011), “si consideramos a la diversidad vegetal total (DVT) existente en el área de acción cotidiana de un grupo humano, como el conjunto universal de referencia, las plantas útiles a dicho grupo, constituirán sólo un subconjunto (SVU), cuya magnitud habrá de ampliarse (a) o restringirse (r), concomitantemente a las limitantes y amplitudes de su medio ecológico y social”

Los recursos fitogenéticos son concebidos como material genético que están contenidos en las plantas, tienen un valor actual o potencial y una utilización para la alimentación y la agricultura (siendo esenciales en el mejoramiento genético tradicional y mediante técnicas biotecnológicas). Su importancia radica

---

<sup>4</sup> Comunicación personal

en que son fuente de diversidad, fuente de resistencia a condiciones adversas, constituyen nuevas alternativas de alimentos y ofrecen un gran valor de interdependencia mundial. (FAO, 2016).

De esta forma, los recursos fitogenéticos más utilizados por la población indígena se pueden clasificar por su forma biológica; en acuerdo con Caballero y Cortés (2001), se observa que las hierbas son utilizadas en mayor proporción que los árboles y los arbustos, aunque no significa que éstos no sean utilizados. Esto puede ser un reflejo de la mayor frecuencia con que ocurren estas familias en la naturaleza. También puede ser el resultado del proceso de transformación antropogénica del paisaje. En efecto, el disturbio ecológico asociado a las actividades humanas, tales como la agricultura y el pastoreo generan o amplían hábitats donde prosperan plantas herbáceas colonizadoras.

Siguiendo a los autores citados; en general, las familias botánicas con mayor número de especies útiles, particularmente medicinales y comestibles son Asteraceae, Fabaceae, Arecaceae, Solanaceae y Euphorbiaceae. Otras familias con alto número de especies útiles son Cactaceae y Labiatae. En acuerdo con Moerman (1991) en Caballero y Cortés (2001), la importancia utilitaria de estas familias parece ser un reflejo del mayor tamaño de estas familias botánicas. No obstante, en acuerdo con Cuevas (comunicación personal, 2016) otras familias, entre las que destaca la Gramineae o Poaceae, aún conteniendo menos especies, han sido fundamentales en diversas culturas, siendo hasta el presente de enorme importancia diversas especies de: *Zea*, *Oriza* y *Triticum* -entre otros-. El análisis comparativo de las floras medicinales entre poblaciones humanas separadas unas de otras, muestra la existencia de un patrón global de conocimiento humano mediante el cual la gente ha seleccionado especies similares o pertenecientes a las mismas familias.

La mayor frecuencia de selección de especies compuestas (Tabla. 2) puede estar también asociada con la elevada frecuencia con que las especies de estas familias presentan compuestos químicos secundarios con efectos terapéuticos. Puede decirse que las poblaciones humanas tradicionales no sólo han percibido estos fenómenos, sino que han tomado ventaja de ellos. Esto es una expresión de la eficacia y la naturaleza sistemática del conocimiento botánico empírico desarrollado por los pueblos indígenas de México y otras regiones del mundo (Caballero y Cortés, 2001).

De esta manera, considerando los diversos usos de las plantas, Martínez Alfaro (1990), propone 39 usos (Anexo 5). No obstante, tomando en cuenta la diversidad de comunidades indígenas y sus diferentes tradiciones, cosmovisiones etc., ligadas a las limitantes y amplitudes de su medio ecológico, es de esperarse

que una especie vegetal tenga más de un uso, diferente preparación, diferente aplicación, diferente nombre, e incluso habrá aquellas que se distribuyan en comunidades diferentes en las que no se les dé ninguna categoría de uso, mientras que en otras comunidades sí. Es por esto y otras razones en las que el conocimiento tradicional de los indígenas es de sumo valor, ya que como muchos autores lo han mencionado, del conocimiento y necesidad de los campesinos, depende el aprovechamiento de sus recursos.

	Mixtecos de la Montaña de Guerrero			Mayas de Coba, Yucatán			Tarahumera			Purhepecha			Nahua y Totonacos		
	M	C	T	M	C	T	M	C	T	M	C	T	M	C	T
Asteraceae	42	6	44	25	0	27	34	10	48	28	7	49	35	10	47
Leguminosae	17	23	35	39	8	64	8	5	13	5	2	18	9	5	45
Solanaceae	8	8	9	12	5	13	4	5	7	10	8	18	5	3	28
Euphorbiaceae	4	2	6	17	4	26	2	5	3	3	0	6	5	2	22
Cactaceae	0	4	4	2	4	8	5	1	6	2	3	3	1	5	18
Labiatae	3	1	3	4	0	5	1	0	1	13	4	17	2	1	17
Malvaceae	5	2	5	9	2	13	1	1	2	2	1	4	1	1	17
Verbenaceae	3	1	4	9	2	10	1	0	1	4	0	4	4	4	6
Rubaceae	1	1	2	8	1	12	3	0	3	10	1	12	3	0	14
Rosaceae	0	5	5	0	0	0	3	3	4	1	4	5	3	2	11
Rutaceae	4	2	9	6	5	7	1	1	2	3	1	4	1	1	2
Agavaceae	1	2	2	0	0	6	0	0	6	1	1	3	1	4	6

Tabla 2. Familias botánicas más utilizadas por comunidades indígenas. M= medicinal, C= comestible, T= total de especies utilizadas

En la Tabla 2 podemos observar la similitud en uso por diferentes etnias hacia una familia botánica, al respecto Cuevas (2016), en comunicación personal, menciona que, mientras mayor es el número de nombres comunes, mayor es el interés o importancia antropocéntrica de una especie.

### Grados de manejo de especies vegetales

El manejo de los recursos vegetales por las poblaciones indígenas de México sugiere la existencia de complejas y variadas formas y grados de manipulación de plantas aparentemente silvestres. Se trata de formas de manejo incipiente de individuos y poblaciones, las cuales están dirigidas a aumentar la disponibilidad o mejorar la calidad de los recursos obtenidos (Caballero *et al.*, 1987) en Caballero y Cortés (2001); Así, en acuerdo con Caballero y Cortés

(2001), de acuerdo al grado de manejo que el hombre ejerce sobre las diferentes especies tenemos la siguiente clasificación:

*Silvestres*: Aquellas especies en las que el hombre no ha ejercido ninguna influencia, pero que puede darles alguna categoría de uso.

*Toleradas*: Una práctica común es dejar en pie uno o más individuos de especies silvestres útiles durante la apertura de terrenos a la agricultura y otras actividades productivas, involucra especies principalmente arborescentes, y permite mantener la disponibilidad de recursos importantes para la economía doméstica. Un ejemplo de lo anterior es la práctica de los Mayas yucatecos de dejar en pie individuos de palma guano *Sabal spp* en potreros y milpas (Martínez *et al.*, en prensa) en Caballero y Cortés (2001). Esto quiere decir que son aquellas especies que no han sido modificadas por el hombre, pero que presentan alguna utilidad dentro del agroecosistema.

*Fomentadas*: se refiere a la promoción de aquellos individuos de diversas especies mediante acciones dirigidas a aumentar la distribución y la dispersión de propágulos sexuales y vegetativos de las plantas involucradas. Se consideran algunos casos de plantas arvenses comestibles tales como *Anoda cristata*, *Amaranthus hybridus*, *Crotalaria longirostrata*, *C. pumila* y la hierba mora *Solanum nigrescens* cuyas semillas son dispersadas intencionalmente en los terrenos de cultivo y en barbechos. En casos como los de *Jaltomata procumbens* y *Solanum moziniaunum* los campesinos protegen estas plantas durante las labores agrícolas en tanto que el paso del arado contribuye a su propagación vegetativa (Davies y Bye, 1982) en Caballero y Cortés (2001).

*Cultivadas*: Son especies a las que el hombre aplica la “tecnología del cultivo” (Hernández, X.) para auspiciar un mejor desarrollo en su medio, como por ejemplo *Zea mays*, *Physalis ixocarpa*, *Capsicum annum*, *Phaseolus spp*, *etc.*<sup>5</sup>

*Domesticadas*: Se les puede llamar especies domesticadas sí y sólo sí el ser humano ejerce una selección sobre aquellos caracteres de interés antropocéntrico (Evolución bajo selección humana) El principal ejemplo es el maíz con sus más de 68 razas autóctonas (*Zea mays*).

Retomando la importancia de las especies con diferentes grados de manejo, que son útiles al ser humano, de acuerdo con Pernés (1983), menciona:

---

<sup>5</sup> Cabe señalar que todas las especies domesticadas son también cultivadas, pero que, no todas las especies cultivadas son domesticadas.

*Si queremos evitar catástrofes agronómicas en el futuro, es preciso preservar amorosamente tanto las poblaciones de las formas silvestres como las de las variedades tradicionales.*

Las acciones dirigidas tanto al aumento de la disponibilidad de los recursos vegetales, como al mejoramiento de los productos obtenidos, pueden también ocurrir en forma indirecta como parte de complejos sistemas agrosilvopastoriles, los cuales se benefician de los procesos de regeneración ecológica. Una vez aprovechados los recursos vegetales del resultante de la agricultura; al moverse a un nuevo sitio y permitir la regeneración de la vegetación después de algunos años de cultivo, los agricultores no sólo permiten la recuperación de la fertilidad del suelo para un nuevo ciclo agrícola, sino también generan una nueva fuente de recursos silvestres. La importancia que tiene la vegetación secundaria en zonas tropicales para las poblaciones locales es principalmente como fuente de medicinas, (Posey, 1984; Corneford, 1996; Frei *et al.*, 2000) citados en Caballero y Cortés (2001), leña, ornato, entre otros (Cuevas, comunicación personal 2016).

Las implicaciones etnobotánicas de la agricultura de roza, evidencian que la vegetación secundaria es para los grupos indígenas una fuente de recursos tanto o más importante que la vegetación primaria (Caballero *et al.*, 2000) en Caballero y Cortés (2001).

Esto ocurre en las zonas cálidas húmedas de las tierras bajas como en las zonas templadas de las tierras altas (...) como ha sugerido Gómez-Pompa *et al.* (1964) en Caballero y Cortés (2001), en el caso de la Selva Tropical Perennifolia, las especies de la vegetación secundaria raramente prosperan a lo largo de diferentes etapas sucesionales.

Esto significa que a lo largo del proceso de regeneración las comunidades vegetales pueden constituir diferentes recursos. El reconocimiento de las diferencias en los recursos vegetales disponibles entre las diferentes comunidades secundarias parece ser un criterio que toman en cuenta los agricultores indígenas cuando toman decisiones tales como, qué sitio desmontar para agricultura, cuándo abandonarlo, o cuánto tiempo debe dejarse un sitio en descanso.

A pesar de las actitudes que observamos del campesino, enfocadas a la conservación de lo que ha de asegurar su alimento diario, las investigaciones agronómicas y biológicas se encuentran aún en camino de valorar este conocimiento.

Al respecto, Cuevas (comunicación personal) menciona que las principales amenazas de los recursos fitogenéticos, son las siguientes:

- Erosión genética por el saqueo de la flora silvestre.
- Apertura de nuevas Tierras al cultivo moderno (frontera agrícola)
- Cultivo de pocas variedades muy homogéneas y frecuentemente bajo monocultivo extenso
- Privatización de los recursos genéticos.
- Escaso reconocimiento justo a los poseedores (comunidades) y desarrolladores empíricos (agricultores).

## **CAPÍTULO II. AGRICULTURA EN MÉXICO**

### **Situación actual de la Agricultura en México**

Hernández y Ramos (1977), mencionan:

“El surgimiento de nuevos centros de poder, especialmente en Europa, dados por fuerza militar, expansión imperialista, nueva tecnología de aprovechamiento de recursos y por la revolución industrial, promueve el establecimiento de áreas centripetas capitalistas e imperialistas que transforman a la mayor parte del mundo en fuentes explotativas de materias primas, a las poblaciones humanas en fuerza de trabajo explotado y a las organizaciones sociales periféricas en eslabones dependientes y coloniales”.

Grandes eventos a nivel mundial han tenido una repercusión sobre la población a sus diferentes niveles económicos y sociales, tanto benéficos o dañinos; siguiendo al autor, lo que respecta a la agricultura y a sus centros de origen en tanto a los eventos mencionados, presentan en menor o mayor grado las siguientes características en la actualidad: 1) centros de subdesarrollo industrial, económico, científico y social; 2) conceptos de inferioridad tecnológica agrícola; 3) conceptos de colonialismo ideológico, educativo, político, social y económico; 4) decapitalización; 5) confusión de sus conceptos de desarrollo nacional.

A partir de algunas situaciones como la pérdida de la biodiversidad, aumento en la producción de CO<sub>2</sub>, alimentos con costos elevados y de baja calidad nutrimental, consecuencias en la producción agrícola a partir de una tecnificación moderna y aculturación de las comunidades indígenas, toma prioridad la investigación y búsqueda de soluciones ante éstos, teniendo como

principal objetivo, cubrir las necesidades alimentarias de quienes han sido guardianes de un amplio patrimonio biocultural.

Al respecto Núñez (2000), menciona que los alimentos se deben producir en concordancia con los diversos agroecosistemas, con la naturaleza del proceso productivo, con las relaciones sociales, culturales y tecnológicas que han practicado los campesinos a lo largo de la historia. Esto es contrario a la práctica de la agricultura convencional intensiva inspirada en la Revolución Verde, la cual no tomó en cuenta las experiencias y potencialidades de las técnicas utilizadas por los agricultores locales.

Esta agricultura convencional (Tabla. 3), en acuerdo con Sarandón y Flores (2014), ha incrementado a través de un mayor rendimiento por área de los cultivos, la producción de alimentos en el mundo, basándose en el uso de dosis masivas de insumos costosos/escasos: combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes, semillas híbridas, maquinarias, agua para riego, etc. Sin embargo, no se ha logrado solucionar el problema del hambre en la población mundial: actualmente hay 1200 millones de personas desnutridas, con dietas que no cumplen el mínimo necesario de las calorías.

Al respecto Núñez (2000), menciona que el enfoque de la agricultura moderna no ha estado consustanciado con las necesidades y potencialidades de los productores rurales, este desajuste se puede caracterizar en base de las siguientes consideraciones:

- Los paquetes tecnológicos agrícolas son homogéneos y no se adaptan a la heterogeneidad de los productores rurales y sus diversas condiciones agroecológicas, estos paquetes sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industrializados y estaciones experimentales...
- El cambio de los impuestos por el proceso de la revolución verde beneficia la producción de bienes agrícolas de exportación. Se enfatiza la producción a gran escala en detrimento de los pequeños productores impactando marginalmente la productividad de los productos alimentarios que son cultivados en gran medida por el sector mediano y pequeño.

- Dependencia creciente de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes).
- Contaminación de alimentos, aguas, suelos y personas por pesticidas y productos derivados del uso de fertilizantes sintéticos (nitratos y P en las aguas).
- Desarrollo de la resistencia a los plaguicidas de ciertas plagas y patógenos.
- Pérdida de la capacidad productiva de los suelos, debido a la erosión, degradación, salinización y desertificación de los mismos. Pérdida de nutrientes de los suelos debida a la falta de reposición, junto con la lixiviación y baja eficiencia en el uso de fertilizantes.
- Dependencia creciente de combustibles fósiles y la disminución de la eficiencia productiva en términos energéticos (cada vez se requiere más energía para mantener o aumentar la productividad de los cultivos).
- Pérdida de la Biodiversidad: Efecto de agroquímicos y simplificación de hábitats.
- Pérdida de variabilidad genética de los principales cultivos (erosión genética)
- El desplazamiento del conocimiento tradicional por aplicaciones universales.
- Contribución al calentamiento global del planeta y disminución de la capa de ozono.
- Erosión cultural.

Tabla 3. Características del modelo de agricultura convencional

En el concepto de agricultura convencional, intervienen aquellos intereses de quienes depende su funcionamiento y de cual sea su significado sobre el sentido del progreso. Es por esto que **el concepto de agroecosistema no debe limitarse a la suma de sus componentes, sino a los procesos implicados en cada interrelación**, en los cuales se hace evidente un conocimiento empírico en donde el hombre se considera no superior si no parte de su medio ecológico. Visión que, dependiendo del sentido del progreso, se verá beneficiada y complementada o, ignorada y suprimida.

El menosprecio y desconocimiento de las técnicas tradicionales de cultivo, y de sus bases ecológicas y culturales de aquellas comunidades, provocó que, durante mucho tiempo, éstas fueran desplazadas y reemplazadas por una “tecnología moderna eficiente” esto generó y sigue generando, repercusiones en los intentos de conservación de germoplasma *in situ* además de una deficiente seguridad alimentaria.

## Soberanía y Seguridad Alimentaria

En un enfoque de competitividad del sector agropecuario, Ayala *et al.* (2012) mencionan; “El sector agroalimentario de México ha estado inmerso en un ambiente globalizado y ha sufrido periodos de ajuste que no han sido sencillos enfrentar, debido al reto que ha implicado la competencia con otros países, como es el caso de los Estados Unidos de América, su principal socio comercial y principal potencia agroalimentaria del mundo. Así mismo la constante y significativa alza de precios de los alimentos a nivel mundial que se presentó

desde 2007 provocó una crisis alimentaria y una inestabilidad política, social y económica en diferentes países del mundo, incluido México”

Siguiendo a los autores, se puntualizan algunos datos relevantes:

- La tendencia del PIBA (Producto Interno Bruto Agropecuario) mexicano ha ido en aumento a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) con un 1.23% desde 1989 hasta 2009 en términos reales (BANXICO, 2010).
- En los países en vías de desarrollo como México, el PIBA como porcentaje del PIB nacional está decreciendo, esto se debe al mayor crecimiento de los sectores secundarios y terciarios de la economía, que también tienen una más elevada creación de riqueza.
- En 2009 la agricultura representó tan solo 3.3% del PIB, mientras que en 1988 era 8.2%.
- México es el país más abierto del mundo y presenta un índice de apertura comercial al exterior de 70%, lo cual quiere decir que el comercio exterior participa en la producción nacional el porcentaje indicado.
- Las exportaciones en México entre 1981 y 1985 creció en un 7.6% anual. El mayor crecimiento fue en 1991 a 1995 cuando el promedio fue de 25%. A pesar de este crecimiento el intercambio comercial de México con el resto del mundo es desfavorable porque las importaciones mantienen tendencias más elevadas, de esta manera para el año 2000 al 2005, la tasa de crecimiento de las exportaciones fue cada vez menor, a diferencia de las importaciones que crecieron rápidamente (Tabla. 4).

Periodo	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2000-2005
Exportaciones	7.66	6.07	25.52	16.05	9.48
Importaciones	0.36	18.92	19.84	18.65	18.03

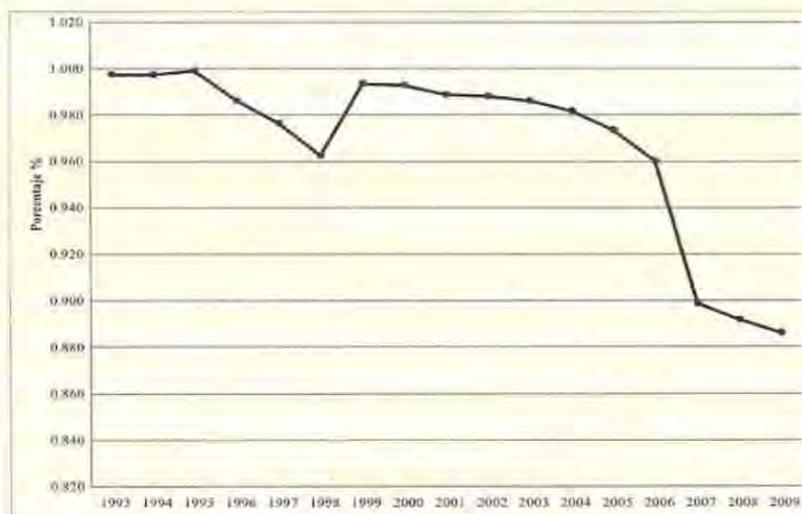
Tabla 4. Datos en % de crecimiento en importaciones y exportaciones en los años 1981-2005

Entre otros factores de índole social, y la falta de un enfoque primeramente local, “La escasa inversión y apoyo al campo mexicano, sumado a la crisis que este sector arrastra desde hace varios años, provoca que no cuente con la capacidad de producción de alimentos acorde al crecimiento de la población mexicana. El déficit de alimentos conduce a un aumento considerable en las importaciones de estos bienes necesarios para satisfacer la demanda interna, la cual crece año con año y acentúa la fragilidad de la seguridad alimentaria (Ayala *et al.*, 2012).

La pérdida de la autosuficiencia alimentaria es resultado del incremento de las importaciones agroalimentarias y la disminución de las exportaciones, México no ha logrado la autosuficiencia alimentaria teniendo que depender de las compras al exterior (Figura. 3).

Dentro de un enfoque de establecer políticas adecuadas, en acuerdo con la *Declaración sobre la Soberanía Alimentaria*, ésta es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser autosuficientes y a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentarios de otros países que los vuelcan al mercado internacional (Rosset, 2003), de esta manera satisfacer el derecho a alimentarse, siendo este un derecho protegido por las leyes internacionales, a partir de un acceso regular, permanente y sin obstáculos, tanto directamente o por medio de compras financieras a los alimentos necesarios, en consonancia con las tradiciones culturales de sus pueblos (Ziegler, 2003), sin embargo, este concepto no menciona nada con respecto a la procedencia del alimento y la forma en que se produce (Rosset, 2003).

**Figura 9. México, índice de autosuficiencia alimentaria, 1993-2009 (por ciento)**



Fuente: cálculos propios con datos del Banco de México.

**Figura 3. Índice de autosuficiencia alimentaria (1993-2009)**

Así obtenemos que se puede hablar de seguridad alimentaria creando programas de apoyo a comunidades en extrema pobreza, un ejemplo son los comedores comunitarios, aunque no se conoce la procedencia de dichos alimentos y tampoco se genera un apoyo en el que se motive a las personas a crear o involucrarse en un trabajo.

Se debe llegar a entender que es precisamente en las áreas rurales donde encontramos la peor pobreza y hambre. La expansión de la producción agraria de exportación controlada por los productores más ricos que poseen Tierras, desplazan de manera continua a los más pobres hacia áreas marginales de baja calidad para la exportación agraria (...), las mejores tierras de cultivo en la mayoría de los países se han concentrado en grandes propiedades que son utilizadas para una producción de monocultivo destinada a la exportación, altamente mecanizada con un uso intensivo de pesticidas y fertilizantes químicos. La mayoría de las mejores Tierras –que con anterioridad han sido gestionadas de manera sostenible durante miles de años a través de sistemas precoloniales agrícolas- son hoy en día, rápidamente degradadas, y en algunos casos, abandonadas en la búsqueda de beneficios basados en la exportación y la competencia (Lappé *et al.*, 1998 en Rosset, s.f.)

Al respecto, entendiendo lo anterior como una falta de interés en apoyo a diversas comunidades, en parte se debe a que la producción de auto subsistencia no sigue una lógica de mercado ya que los productores siembran para obtener productos que les sirvan para manufacturar alimentos que sean agradables a su paladar y útiles para la alimentación de sus animales domésticos (Márquez *et al.*, 2009) en Ayala *et al.* (2012) y no con un objetivo de sobreproducción.

El resultado general está provocando la degradación de la tierra y la profundización de la pobreza en áreas rurales. Si continúan las tendencias actuales hacia una mayor concentración de la tierra y los efectos parejos de una agricultura industrializada cada vez más extendida, será imposible alcanzar la sustentabilidad social y ecológica (Rosset, s.f.).

Las investigaciones muestran el potencial que podría conseguirse tomando en cuenta a los pequeños agricultores, ya que son más productivos, más eficientes y contribuyen a un desarrollo regional más amplio que los grandes agricultores empresariales (Rosset, s.f.). También los pequeños agricultores a través de una tenencia segura, pueden ser mejores administradores de los recursos naturales, protegiendo la productividad de largo plazo de sus explotaciones y conservando la biodiversidad funcional dentro y alrededor de su manejo (Altieri *et al.*, 1998) en Rosset (s.f.).

La soberanía alimentaria por ello pone énfasis en los mercados y economías locales como puntos clave en la lucha contra el hambre y la pobreza (Rosset, 2003).

Jiménez (1977), menciona en cuanto a la producción de alimentos que requiere el país, es posible de lograrse dentro del contexto de la organización nacional que asegure el mejor aprovechamiento de clima, suelo, tecnología y hombre, beneficiando al mayor número posible de familias principalmente a las que se encuentran al margen para educarse, alimentarse, vestirse, tener una morada y disfrutar del ocio, del recreo, del arte y la cultura. Producir no es el hecho único que importa, es fundamental prever sus consecuencias sociales.

### CAPÍTULO III. AGROECOSISTEMAS

Si la agricultura es la modificación consciente del medio ecológico por el hombre con el fin de auspiciar el desarrollo de especies vegetales y animales seleccionadas y modificadas, para producir los materiales que satisfagan sus necesidades (Hernández, 1985), entonces los agroecosistemas deben ser las unidades de estudio de ésta.

#### Sistemas

En su libro *Teoría General de los Sistemas*, Bertalanffy (1976), menciona:

En varias teorías de la ciencia moderna han ido surgiendo concepciones y puntos de vista generales semejantes. En tanto que antes la ciencia trataba de explicar los fenómenos observables reduciéndolos al juego de unidades elementales investigables independientemente una de otra, en la ciencia contemporánea aparecen actitudes que se ocupan de lo que se llama *totalidad*, es decir problemas de organización, fenómenos no descomponibles en acontecimientos locales, interacciones dinámicas manifiestas en la diferencia de conducta de partes aisladas o en una configuración superior; en una palabra **sistemas** de varios órdenes, no comprensibles por investigación de sus partes aisladas (...) En un sentido de la expresión algo mística “el todo es más que la suma de sus partes” reside en que las características constitutivas no son explicables a partir de las características de partes aisladas. Así las características del complejo, comparadas con las de los elementos, aparecen como nuevas o emergentes. Sin embargo, si conocemos el total de partes

contenidas en un sistema y la relación que hay entre ellas, el funcionamiento del sistema es derivable a partir del comportamiento de las partes.

En el mismo concepto, Becht (1974), define: Un sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o separadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo. Al respecto Sarandón (2002), enfatiza que “es fundamental entender que las propiedades de un sistema no dependen sólo de sus partes, sino de la interrelación existente entre ellos”, de tal manera que actúan interrelacionadamente como una unidad, procesando materia, energía e información, que ingresa al sistema (entradas) y obteniendo resultados (salidas de materia, energía e información) en base a un objetivo que regula su funcionamiento (Anónimo).

Sin embargo la limitación más importante cuando se desea estudiar o describir algún sistema del mundo real reside en la imposibilidad de especificar todas las circunstancias presentes cuando ocurre dicho fenómeno (Grenón, 1994).

Es así que, en base en experiencias previas, las personas tienen ciertas ideas acerca de qué factores son relevantes y trabajan en el supuesto de que no hay peligro en ignorar los factores “irrelevantes” (ni pertinentes, ni relevantes). De esta forma se construye una imagen o modelo de cómo funcionan las cosas y se actúa en consecuencia. Sólo nuevas experiencias pueden justificar que se dejen de tomar en cuenta determinados factores o que se tomen en consideración algunos de los hasta ahora ignorados (Anónimo). Un modelo es una descripción abstracta del mundo real, es una representación simple y manejable de formas más complejas, procesos y funciones de fenómenos físicos, biológicos o de ideas (Dueck, 1979).

Por otra parte Bunge (1995), plantea un modelo cualitativo de sistemas llamado **CES**, describiéndolo de la siguiente manera: “Consideremos un sistema **s** en un instante dado **t**. Llamemos **C (s, t)** la composición o colección de todas las partes de **s** en **t**. Llamemos **E (s, t)** al entorno de **s** en **t**, o sea, la colección de todas las cosas que, sin estar en **C(s, t)**, actúan sobre **s** o están sujetas a la acción de **s** en el tiempo **t**. Dado que los componentes del sistema actúan entre sí, **s** tiene una endo-estructura. Ésta es la colección de todas las relaciones entre dichos componentes. Dado que el sistema tiene un entorno, también tiene una exo-estructura o colección de enlaces o vínculos con cosas de su entorno. La unión o suma lógica de la endoestructura y la exoestructura de **s** en **t** se llamará estructura total **S(s, t)** de **s** en **t**. Ahora disponemos de todos los ingredientes necesarios para construir el más simple de todos los modelos realistas de un sistema concreto. Este, el modelo **CES** es la terna ordenada de las colecciones

que acabamos de definir, o sea,  $M(s, t) = \langle C(s, t), E(s, t), S(s, t) \rangle$ . Este es un modelo representativo de un sistema dado en un tiempo”.

Es importante reconocer que si se requiere analizar, evaluar o estudiar un sistema de cualquier índole, podamos observar todos sus componentes tanto externos como internos, y que, como menciona el autor en curso, podamos representarlo de una manera simple a partir de un modelo sencillo, que de acuerdo al nivel que se quiera comprender, se vaya formando complejo en su totalidad.

## **Ecosistemas**

Tansley (1935), enfatizó que la distribución de las especies y su ensamblaje estaban fuertemente influidos por el ambiente asociado, por lo que propuso que la comunidad biota constituía una unidad integral junto con su ambiente, ante esto, propuso el término de “ecosistema” para designar dicha unidad integral.

Entre otros conceptos de diferentes investigadores, un ecosistema es un sistema compuesto de procesos físico-químico-biológicos que operan como parte de una unidad espacio-temporal, tornándose dentro de un equilibrio dinámico, estableciendo n cantidad de relaciones esenciales.

## **Agroecosistemas: Aspectos importantes para su funcionamiento**

Los agroecosistemas, son producto/creación del hombre, siempre y cuando en el ecosistema original, haya encontrado los elementos básicos para utilizarlos en provecho propio (Lorenzo, 1977). La magnitud y variedad de su producción es la respuesta a la estructura de las interrelaciones que se dan de manera natural o manipulada por el ser humano, procesando a través de entradas y salidas, flujos de energía, materia e información, entre sus diferentes componentes o subsistemas (parcelas, huertos, caminos, cultura, etc.) de acuerdo a las amplitudes y limitantes de su medio ecológico. Es en sí, la apropiación y adecuación de un *área de acción cotidiana* (concepto propuesto por Cuevas), en la que el hombre involucra procesos de manejo, aprovechamiento, conservación y mejoramiento de las especies vegetales de su interés, partiendo de un acervo de conocimientos tradicionales, legado milenario de sus ancestros, que con el tiempo,

y al ser el agroecosistema un sistema dinámico, han de modificarse; dicha modificación va a depender en gran medida del grado de apego a su cultura. Se enfatiza la invención de una tecnología agrícola elaborada a partir de sus mismos recursos locales, caracterizándose por el reducido número de insumos externos y su amplia biodiversidad. Su principal objetivo es obtener una producción para consumo familiar (valor de uso), reportándose en algunos estudios de caso, la destinación de la producción “sobrante” a los mercados (valor de cambio), aunque en algunas familias, puede hoy en día practicarse una agricultura con un único objetivo: la comercialización.

Cabe resaltar que dentro de estos agroecosistemas tradicionales, la mujer tiene un rol de suma importancia para el mejoramiento y conservación de los recursos fitogenéticos, al evaluar durante los procesos de transformación culinaria, los atributos de importancia económica y cultural de diversos productos agrícolas (por ejemplo el tiempo de la elaboración del nixtamal y la cocción de los frijoles).

## **Componentes y procesos de los agroecosistemas**

Dependiendo del tipo de sistema (biológico, mecánico o de cualquier tipo) que sea, sus componentes pueden ser muy variados; los componentes biológicos de los ecosistemas y agroecosistemas pueden dividirse según su función en productores, consumidores y detritívoros o descomponedores (Sarandón y Flores, 2014).

Los *productores* (autótrofos) son aquellos que tienen la capacidad mediante el proceso de la fotosíntesis, transformar y acumular energía lumínica en forma de energía química. Las plantas verdes son los productores por excelencia, por lo tanto son la base y de ellos depende la vida sobre la Tierra.

Los *consumidores* (heterótrofos) es un nivel trófico superior y requiere a los productores para subsistir. Los consumidores comprenden a todos los animales, tanto domesticados como silvestres.

Los *detritívoros* o descomponedores (heterótrofos) son también descomponedores pero se alimentan de tejido muerto de las plantas o cadáveres e intervienen en el reciclado de la materia orgánica y los nutrientes.

En acuerdo con Lugo y Morris (1982) en Sarandón y Flores (2012), mencionan que el número, el tipo y la disposición espacial y temporal de los componentes biológicos de un sistema, definen la ocurrencia de una serie de

procesos que determinan el resultado del mismo, de esta manera se reconocen 5 procesos básicos: a) Fotosíntesis; b) Respiración; c) Flujo de nutrientes; d) Sucesión y e) Procesos internos de regulación (ciclos reproductivos, fases fenológicas, asignación de recursos).

## **Agroecosistema tradicional y moderno**

Dada la variabilidad ecológica y étnica en México, se define una gran diversidad de formas de producción que permiten el aprovechamiento de las condiciones ecológicas particulares de una región para la producción de alimentos entre otros satisfactores (Ortiz, 1977).

En acuerdo con Hernández (1998), el término de agricultura tradicional se deriva de la forma en que se difunden los conocimientos, y se distingue por lo reducido de la cantidad y calidad de la energía usada en el agroecosistema (...) manifiesta una cosmovisión que incluye aspectos físicos y metafísicos; en rasgos generales está conformada por una población de sumisión laboral y marginación debido a pertenecer a alguna etnia; los campesinos que realizan esta agricultura son considerados ignorantes, aferrados a sus creencias, poco productivos.

Diversos estudios indican las siguientes características agroecológicas, sociales y tecnológicas sobresalientes de las regiones de agricultura tradicional (Hernández, X. 1980 y 1988):

### 1) *Ecológicas:*

- a) Geológicas: áreas con frecuentes afloramientos de rocas calizas (Yucatán, Chiapas) o ígneas (Michoacán, Guanajuato);
- b) Geográficas: cultivo en pendientes superiores a los niveles recomendados (Veracruz, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Puebla, México);
- c) Climatológicos: deficiencias e irregularidades pluviales (Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Puebla, Michoacán, Guerrero, Oaxaca);
- d) Edáficas: suelos someros, con limitantes nutricionales (Tlaxcala, Michoacán, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, México).
- e) Biodiversas: uso de heterogeneidad genética en lugar de genotipos uniformes

### 2) *Tecnológicas:*

- a) Uso de roza-tumba-quema (R-T-Q), siembra en cajetes; huamiles en El Bajío; cultivos múltiples en Tanzania, Filipinas; escalonamiento de cultivo Méx.; superestructura en Yucatán “chaac chac” invocación de lluvia, etc.

- b) Racionalidad ecológica y muestran estrecha liga con la superestructura emanada de la cosmovisión particular de las sociedades
  - c) Predominio del uso de animales de trabajo y herramientas manuales;
  - d) Uso de semillas autóctonas, conservación del plasma germinal;
  - e) Minifundio
- 3) *Socioeconómicas:*
- a) Área agrícola pequeña por unidad de producción
  - b) Puede servir para sistemas extensivos e intensivos de aprovechamiento.
  - c) Mercado limitado
  - d) Producción para autoconsumo y producción comercial
  - e) Escasez de crédito, asistencia técnica y resultados de la investigación agrícola
  - f) Aumento de las necesidades monetarias de la población
  - g) Migración constante de la mano de obra más calificada
  - h) Rotura de los elementos culturales básicos.
  - i) Puede adaptarse a diferentes formas de organización social y puede adaptar innovaciones modernas según sus propios razonamientos.

De estas características podemos concluir que los tres parámetros abordados son los de mayor importancia para poder describir un agroecosistema.

Los conocimientos de grupos indígenas sobre suelos, clima, vegetación, animales y ecosistemas, suelen traducirse en estrategias multidimensionales de producción (ecosistemas diversificados con múltiples especies) y estas estrategias generan (dentro de ciertas limitantes técnicas y ecológicas) la autosuficiencia alimentaria de las familias rurales en una región (Toledo. V., Carabias, Mapes y Toledo, 1985).

La tecnología agrícola tradicional<sup>6</sup> tiene una historia milenaria y ha sido creada por una base social que incluye a millones de campesinos que habitan en pequeñas comunidades.

Cada zona y región del país se distingue por las técnicas concretas, específicas, que ahí se emplean; sin embargo el sistema de roza-tumba-quema (Anexo 6) de origen autóctono, es el más descrito y utilizado, el cual consta de las siguientes labores principales (El maíz. Museo Nacional de la Culturas Populares).

- 1) Roza: consiste en cortar toda la maleza y arbustos pequeños en una superficie previamente seleccionada;

---

<sup>6</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Qeh-P07z5Z8> Tecnología Agrícola Tradicional. Nueve Mil Años de Agricultura en México. Por el maestro Efraím Hernández Xolocotzi.

- 2) Tumba: se talan todos los árboles, salvo aquellos que son benéficos para la siembra y el cultivo o aquellos que proporcionan algún fruto o producto;
- 3) Quema: la maleza y los árboles se amontonan a la más baja altura posible del terreno y se dejan secar durante un periodo que varía en función de la vegetación cortada y de la humedad de la zona, en algunas partes del trópico húmedo éste lapso puede ser de hasta tres meses. La quema (frecuentemente realizada en Mayo) tiene como principal objetivo despejar el terreno, restringir la fauna que pudiera afectar el cultivo y lo enriquece con nitrógeno;
- 4) Siembra: cercano a la época de lluvias, se retiran los troncos que no fueron consumidos por el fuego y dejando los tocones que propician la regeneración de la vegetación secundaria (Cuevas, comunicación personal). Después con ayuda de la coa o del azadón, se abren pequeños hoyos con una profundidad de 10 a 15cm. En cada hoyo se depositan tres o cuatro semillas de maíz y una o dos de frijol, cada determinado número de hoyos se siembra calabaza en lugar de frijol. Existen distintas formas de sembrar todo el terreno, se puede hacer por hileras o en forma concéntrica de la periferia al centro;
- 5) Deshierbe: a partir de la segunda semana después de la siembra se procede a eliminar en forma manual o con ayuda de la coa, las hierbas que hayan nacido y que compitan con el maíz en el uso de agua y otros recursos del suelo. Algunas de estas hierbas no son totalmente eliminadas, ya que pueden tener un uso para la familia;
- 6) Control de enfermedades y plagas: existe la invención de muy diversos procedimientos, que van de la colocación de espantapájaros a la eliminación manual de larvas (pudiendo comerse algunas de ellas), insectos y roedores que pudieran afectar el crecimiento de la planta;
- 7) Dobra: consiste en doblar la caña debajo de la mazorca, de tal modo que se interrumpa la vida de la planta. Esta labor se lleva a cabo cuando la mazorca llegó a su máximo tamaño y persigue dos propósitos: que la mazorca quede hacia abajo lo que hace más difícil la penetración de la lluvia y el ataque de los predadores; acelera el proceso de maduración del grano y la transformación de los elotes en mazorcas;
- 8) Cosecha: consiste en cortar las mazorcas de las cañas y transportar la producción obtenida a los lugares de almacenamiento. Mientras que el rastrojo o tlazole puede dejarse en el campo para que se pudra y regrese al suelo parte de su fertilidad, o amontonarse, dejarse secar y después darlo al ganado como forraje;
- 9) Selección de semilla: al efectuar la cosecha, se separan las mazorcas más grandes para obtener de ellas los granos que se sembrarán la próxima

temporada. De cada mazorca seleccionada se escogen los granos más desarrollados del centro;

- 10) Selección de terreno nuevo: en esta forma de cultivo es preciso buscar un nuevo terreno de siembra cada vez que el cultivo muestra señales de agotamiento, en algunos lugares esto debe hacerse anualmente. En algunas zonas del trópico húmedo en donde las tierras pueden cultivarse durante un máximo de tres años, son precisos veinte o más años de descanso para que recuperen la fertilidad. Ello significa que son necesarias seis o siete superficies de similar magnitud para asegurar el sustento de una familia campesina.

Una actividad importante que se maneja en estos sistemas tradicionales y también en los modernos, es la “estación de crecimiento”, la cual puede definirse como el número de meses consecutivos durante el año de que se dispone para el crecimiento activo de las plantas en función de la disponibilidad de agua y temperatura favorable Aitken (1974), citado en Ortiz (1977); en donde el campesino ha logrado a partir de su experiencia aprovechar lo máximo posible estos eventos y lograr obtener dentro de su parcela (componente de su agroecosistema) la mayor variedad de especies vegetales útiles.

Aunado a lo anterior, en acuerdo con Ortiz (1977), los agroecosistemas modernos, normalmente se localizan en ecosistemas que, con disponibilidad de agua de riego tienen características que determinan estaciones de crecimiento relativamente largas, con tendencia a cubrir toda la estación con un sólo cultivo de una sola especie vegetal, por lo cual los programas de fitomejoramiento tienen el enfoque hacia la producción de genotipos de ciclo largo que se sabe son los que poseen un potencial de rendimiento mayor.

Esto ha traído como consecuencia, que en diversas ocasiones que se presentan limitaciones de humedad, se tenga una reducción drástica en la estación de crecimiento y no se cuente con genotipos con ciclo apropiado para cubrir la situación de una estación de crecimiento reducida. Las plantas de ciclo largo aumentan las necesidades de insumos como agua y fertilizantes y expone al cultivo durante periodos más largos a eventualidades ecológicas como plagas, enfermedades, etc. Por el contrario en agroecosistemas tradicionales en los que se tiene una estación de crecimiento larga, la tendencia no es cubrirla con un sólo cultivo, en algunos casos se establece la sucesión de dos o más cultivos de la misma especie o la sucesión de dos o más cultivos de diferente especie. La sucesión se logra con la sobreposición de la última etapa de un cultivo con las primeras de la siguiente.

Siguiendo al autor, menciona algunos ejemplos relativos a las estrategias de los agricultores que utilizan la tecnología tradicional referente a la estación de crecimiento, de los cuales citaremos sólo dos:

**a) Sucesiones de frijol-maíz (*Phaseolus spp – Zea mays spp*)**

Se practican en la zona de Salva Tierra, Gto., en la cual el frijol se siembra en febrero, a doble hilera en surcos de 1.20m de ancho, las hileras de frijol quedan a 30cm de separación y arriba en el lomo del surco, en abril y después de un riego ligero, se siembra el maíz en la costilla del surco, para esta fecha el frijol se encuentra en la fase de llenado de grano, el frijol se cosecha en mayo, en ese momento el maíz está listo para su primer cultivo y su cosecha se realiza en octubre. Bajo este sistema el agricultor tiene cubierto su terreno con un cultivo durante casi 10 meses del año.

**b) Sucesión chile-maíz (*Capsicum annuum – Zea mays ssp mays*)**

Se practica en la zona de Ixmiquilpan, Hgo. El agricultor establece el almácigo de chile durante el mes de diciembre y lo trasplanta en marzo, en abril siembran el maíz, el chile verde lo cosechan en agosto y el maíz en noviembre.

Ante esto podemos observar algunos aspectos importantes a evaluar: cubierta vegetal, cantidad de nutrientes aprovechables en el suelo relacionado con el tiempo en que se introducen las diferentes especies, distribución de las especies vegetales y aprovechamiento de luz solar.

De esta forma, se observa que el aprovechamiento de los agroecosistemas por parte de los campesinos se caracteriza por tener una amplia diversidad vegetal, ante esto, Alcorn (1984) en Altieri (1991), pone como ejemplo a los Tenek (Huastecos) quienes manejan un cierto número de campos agrícolas y otros en barbecho, huertos familiares complejos y predios forestales que en total suman unas 300 especies de plantas, mientras que áreas alrededor de las casas tienen un promedio de 80 a 125 especies vegetales útiles, que en su mayoría son medicinales. En los Andes los agricultores cultivan más de 50 variedades de papa, las cuales juegan un papel importante en la selección de distintas variedades de papa, Bruch (1982) citado en Altieri (1991). En el sudeste de Asia, los agricultores siembran variedades modernas semi-enanas de arroz durante la temporada seca y siembran variedades tradicionales durante la temporada de monzón, aprovechando así ambas variedades adaptadas a las condiciones que se presenten (Grigg, 1974) en Altieri (1991).

Muchos campesinos utilizan áreas de ecosistemas naturalizados (bosques, praderas, lagos, laderas, arroyos, pantanos, etc.) dentro o adjunto a sus

propiedades, áreas de las cuales recogen suplementos alimenticios importantes, materiales de construcción, medicinas, fertilizantes orgánicos, combustibles, objetos religiosos etc. (Toledo, 1980) en Altieri (1991). Esta recolección es importante y se da al viajar de un campo a otro, en donde los agricultores coleccionan plantas silvestres y frutos para agregar a la canasta básica (Lentz, 1986) en Altieri (1991). Al área frecuentemente utilizada por los campesinos tanto para sus cultivos, como para sus desplazamientos, es a lo que Cuevas (1991) llamó *área de acción cotidiana*, concepto del cual se hablará más adelante.

Otro ejemplo de sistemas tradicionales reportado por Sales, Robles y Martínez (2015), es el que practican los Guarijíos en la cuenca media del río Mayo, Álamos, Sonora, en donde manejan tres sistemas de agricultura: el mahuechi, el verano y los huertos, se caracterizan por ser policultivos con predominancia de ejote, frijol, maíz y calabaza en superficies de dos o tres hectáreas. Su tecnología se basa en el sistema de R-T-Q de temporal, localizada en mesetas y valles con pendientes pronunciadas. Se utiliza un bastón (barrote, o palo coa) de metal llamado huica (en referencia al tronco de árbol de la pingüica, material original del bastón hace unos 50 años). Para la fertilización se utiliza el guano o cuacha de murciélago (regionalismo que designa cualquier tipo de estiércol animal) recolectado en las cuevas cercanas así como el excremento de hormiga *mocho-mo*, también recolectado en el área perimetral de las unidades domésticas. El estudio arrojó un total de 46 plantas cultivadas y 65 especies vegetales recolectadas.

Se pueden ver algunos ejemplos más de la relación entre ser humano y plantas en <https://www.youtube.com/watch?v=NUysB9BpXVo> Y <https://www.youtube.com/watch?v=DkEZ4DGAD3U>, en el primer enlace se muestran algunas alternativas de agricultura en diferentes países del mundo, haciendo alusión a un mundo moderno y a otro con prevalencia tradicional basados en una visión agroecológica. En el segundo se muestra la vida de una comunidad de la Selva Amazónica, a lo largo del documental se pueden enumerar los diferentes usos que les dan a las especies vegetales y animales con una fuerte racionalidad ecológica.

Los sistemas modernos de agricultura son un producto de la evolución estructural que substituye interacciones ecológicas estabilizadoras por insumos de alta energía (Anexo 7). Muchas de las interacciones ecológicas significativas presentes en ecosistemas naturales no existen en monocultivos altamente perturbados. Lo que precluye el desarrollo de sistemas de producción alternativos basados en principios ecológicos (Edens & Haynes, 1982) citado en Altieri (1991).

Sin embargo, Márquez (1977), menciona que tampoco debe verse con cierto desdén a la agricultura moderna por el hecho de estar enclavada dentro de un marco capitalista. Si nos atenemos a que sea cual fuere el sistema

socioeconómico en el que se desenvuelve la agricultura, ésta debe ser económicamente redituable, si es que se quiere salir del subdesarrollo, la tecnología de la agricultura moderna juega un papel importante para lograr tal propósito.

Lo importante es que este sistema está desarrollado para ciertos requisitos ecológicos y para determinadas situaciones económicas (es decir que no es aplicable para todas las regiones en donde se practica un tipo de sistema de producción); lo congruente y lo racional es ver primero las relaciones internas y externas del agrosistema en cuestión y segundo, investigar la manera de mejorarla tomando en cuenta tanto a las relaciones externas como internas, de tipo social y ambiental.

No obstante siempre han existido opiniones sobre el deterioro ecológico, provocado por una agricultura practicada principalmente por campesinos indígenas, al respecto Hernández, X. (1980) menciona lo siguiente “Con el fin de auspiciar una mejor producción de las plantas cultivadas, el hombre necesitó modificar los ecosistemas originales desencadenando una serie de acciones que incluyen: la posibilidad de una degradación de los recursos; la reducción de la producción deseada; la necesidad de mayor área modificada, y eventuales hambrunas antes de lograr un nuevo equilibrio entre producción y población. La agricultura también ha encauzado al hombre en una secuencia de atención cada vez mayor a los elementos productivos que maneja especialmente de la tierra, las plantas cultivadas y los animales domesticados, de tal forma que la agricultura no conduce a una reducción de trabajo, sino que, redundando por largo período en mayor dedicación y mayor esfuerzo de parte del hombre”.

Intentando comprender al autor, se deduce que la conservación de nuestros diferentes sistemas ecológicos no implica *dejar de utilizar los recursos*, sino saber manejarlos, de esta forma el hombre también ha sido creador de diversos recursos a partir de la selección bajo domesticación; la interacción del hombre también es esencial para el funcionamiento del sistema ecológico, desde esta perspectiva la conservación dependerá en gran medida del grado y conocimiento con que el hombre interaccione con su medio y de sus objetivos.

### **Frontera agrícola**

La frontera agrícola hace referencia a la línea que divide el ecosistema natural de aquel con uso antrópico (Figura 4). Sin embargo, los conceptos de pertenencia, manejo, economía y producción, sobre cada sistema, son diferentes.

Hernández (1980) menciona que hoy en día no se trata de una nueva frontera agraria, si no de formas específicas de explotación y de acumulación que conforman en su sentido estricto la realidad agraria. De esta forma, sin tener en cuenta esos aspectos claves, la simple cuantificación de los millones de hectáreas cultivables, puede ser en sí, irrelevante.

Si el objetivo de la producción es la independencia alimentaria, ésta no depende del presumible incremento del área laborable, sino de la estrategia interna frente a la estrategia internacional de precios, tecnologías y objetivos de la producción mundial, en cuyo horizonte está ya uno de los polos decisivos para la agricultura mexicana: su polo transnacional.



Figura 4. Ejemplo de la frontera agrícola.

Una de las características de esta nueva forma de trabajo descansa en su mutación geopolítica: en la apropiación violenta, por los grandes países industrializados, de la política alimentaria del mundo. No se atienen ya, como acontecía en el esquema tradicional de la división del trabajo, al intercambio de productos manufacturados frente a materias primas y alimentos. Al contrario, asumen una responsabilidad creciente en el control de la agricultura, aunque integren ya a ciertas formas sociales en la industrialización, sin variar su dependencia tecnológica.

El núcleo fundamental de la producción no gravita ya sobre la disponibilidad de una frontera agraria nueva – hecho que en sí es positivo, naturalmente- sino en una visión global de la cadena agroalimentaria en la perspectiva de la explosión urbana en los países en vías de desarrollo.

Esa cadena incluye la producción de máquinas, semillas, fertilizantes, y artículos paralelos; el tratamiento agroindustrial de la producción agrícola y su integración inevitable en las industrias alimentarias; la distribución de los productos elaborados, lo que significa una visión global de los transportes y los

silos, la comunicación y el consumo; la formación intelectual de los profesionistas que obedezcan las reglas estructurales indicadas por las grandes empresas.

La transnacionalización de la agricultura es una consecuencia lógica de la aparición, en primer plano, de la cadena agroalimentaria, substituyendo y superando la concepción primaria de la frontera agraria como tal.

El desplazamiento de ecosistemas naturales y áreas de cultivo regional hacia uso de monocultivos por especies de interés comercial, sustentadas por empresas extranjeras, genera consecuencias ecológicas y culturales, tal es el caso de la producción de soja (*Glycine max*) en áreas de la selva amazónica, principalmente en Brasil y Argentina<sup>7</sup>. De igual forma ocurre con la producción de aceite de palma en el caso de Colombia y otros países (*v.gr.* Borneo).

La tendencia actual en México es el desplazamiento de los agroecosistemas tradicionales a los modernos. Este desplazamiento trae a los ecosistemas naturales serios problemas de contaminación ambiental y desequilibrio biológico por el uso excesivo de insecticidas y fungicidas; como ejemplo tenemos el caso de Matamoros en Tamaulipas, respecto al cultivo de algodón que provocó fuertes problemas de salinidad al interrumpir el drenaje natural mediante la construcción de bordos, canales y caminos. Los agroecosistemas modernos tienden a aumentar el grado de vulnerabilidad en un cultivo (pérdida de resiliencia ecológica), al tapizar extensas regiones con genotipos homogéneos, como en el caso del cultivo del trigo en la región Noreste del País (Ortiz, 1977).

En acuerdo con Toledo *et al.* (1985), el modelo predominante, derivado de la revolución verde en México, ha sido un modelo especializado, nacido en condiciones ecológicas con alto potencial agrícola (principalmente con disponibilidad de agua), ha resultado insuficiente para satisfacer la demanda de alimentos y otras materias primas. Este modelo modifica las condiciones naturales con el objeto de implantar ecosistemas artificiales basados en una sola especie (monocultivos) y sobre superficies extensas, que mantienen mediante grandes insumos energéticos y económicos. En los años de 1960 a 1979, la frontera agrícola tuvo una expansión del 54 %, incrementando el área dedicada a la agricultura de 9.36 millones de ha a 14.49 millones, aquella dedicada a la producción de maíz y otros granos básicos (frijol, trigo y arroz) se mantuvo prácticamente igual en los dos últimos decenios, incluso hasta disminuyendo.

El 54 % de área agrícola de que dispuso el país fue dedicado a la producción de frutas y hortalizas (11%), forrajes para el ganado (15%) – cuya

---

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=s0p2bOICnew> Amazonía la última llamada.

superficie incrementó de 190 mil ha a 1.5 millones, es decir creció de 800 a 900%, incluyendo otros productos como el café (*Coffea arabica*) en el caso del Totonacapan, caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), algodón (*Gossypium*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), etc.

Por otra parte el estado de Michoacán, cedió 20% de su superficie (anteriormente con cultivos de maíz, frijol y trigo) para la producción de sorgo (*Sorghum sp*) para forraje y cártamo. En Veracruz su frontera agrícola no sólo no aumentó sino que cedió superficie para la ganadería, los granos básicos (maíz y frijol) perdieron 12% de superficie ahora dedicada a la producción de caña de azúcar, cítricos y otros frutales y hortalizas.

En el caso de Guanajuato, el maíz (*Zea mays*) y el trigo (*Triticum*) perdieron 26% de su superficie en aras del sorgo forrajero y en el caso de Sinaloa en donde el cártamo desplazó al maíz, los frutales y las hortalizas en 27% de su superficie. Las áreas de regadío pasaron de 1.751 millones de ha en 1960 a 3.11 millones en 1978, por lo tanto los granos básicos no sólo no incrementaron su superficie sino que pasaron de 46 a 37% del total nacional de las áreas con riego. Esto puede explicarse dados los criterios de rentabilidad que prevalecen en los distritos de riego, la mitad de cuyos predios pertenecen a propietarios privados, con parcelas de más de 10 hectáreas, y que orientan la producción hacia aquellos cultivos que más reditúan desde el punto de vista económico.

Aunado a este desplazamiento de productos dentro de la frontera agrícola, se agregan todos los espacios sembrados con granos básicos que se convirtieron a la producción ganadera, fenómeno que ha sido particularmente notable en el trópico cálido-húmedo y seco, con una expansión en 1965 de 7.367 millones de ha a 12.786 en 1980 (Reig, 1982) citado en Toledo *et al.* (1985). Este desplazamiento es más notable para los estados de Veracruz, Tabasco y sobre todo Chiapas. Del mismo modo en Tabasco desapareció la producción de maíz y abatió con la de cacao (*Theobroma cacao*) para doblar la superficie dedicada a la ganadería. Por último señala el autor, si a este panorama se agrega el hecho de que parte de la producción de maíz se emplea actualmente para forraje, para productos industriales y como semillas para la siembra, se podrá llegar a comprender la crítica situación alimentaria por la que atraviesa el país debido a la falta de granos.

De esta forma, en acuerdo a Toledo en Asteinza *et al.* (1993), con lo antes mencionado, parece ser que se pasa por alto que la mayoría de la nación, dadas sus condiciones geográficas, ecológicas y culturales, tiene *vocación múltiple*. Estos espacios productivos manejados por el ser humano ofrecen una matriz de alta heterogeneidad ambiental a partir de la cual se facilita el uso múltiple de los

recursos. Por lo tanto, el criterio especializado de la nueva frontera agrícola, dificulta la búsqueda de la autosuficiencia productiva en su escala de unidad de producción. Nada más opuesto a la idea de autosuficiencia que el principio especializado que acaba con toda expresión de diversidad.

## **Biodiversidad y diversidad cultural en los agroecosistemas: Agrodiversidad**

Cada agroecosistema tiene su propio potencial de diversidad que está dado por las condiciones agroclimáticas de la zona, características geográficas, etc. Uno de los factores que más influencia tiene sobre el grado de diversidad, es el relacionado con los objetos y características socioculturales de los agricultores, su conocimiento y valoración de la biodiversidad (Gargoloff *et al.*, 2009, 2010, Vicente y Sarandón, 2013, Nosedá *et al.*, 2011) citados en Sarandón y Flores (2014). La diversidad cultural es parte esencial de la agrodiversidad (UNEP, 2000). Sólo preservando los saberes, valores, conocimientos, culturas de los agricultores se podrán conservar la diversidad de los cultivos y la diversidad asociada a estos (Sarandón y Flores, 2014).

Según indica el Convenio sobre Diversidad Biológica, la agrobiodiversidad tiene los siguientes componentes (UNEP, 2000):

- 1) Recursos genéticos vegetales, animales, microbianos y fúngico. Incluye los recursos de especies vegetales cultivadas y domesticadas así como los diferentes grados de manejo.
- 2) Una amplia gama de organismos necesarios para sustentar la estructura, y procesos clave del agroecosistema. Estos organismos intervienen en los siguientes servicios ecológicos:
  - Ciclo de nutrientes, descomposición de la materia orgánica y mantenimiento de la fertilidad de los suelos.
  - Regulación de plagas y enfermedades
  - Polinización
  - Mantenimiento de la fauna y la flora silvestres y los hábitats locales
  - Mantenimiento del ciclo hidrológico
  - Control de la erosión
  - Regulación del clima y absorción de carbono
- 3) Los factores abióticos que tienen efecto sobre la diversidad agrícola
- 4) Las dimensiones socioeconómicas y culturales que determinan las actividades agrícolas.

Esto comprende el conocimiento tradicional y local de la diversidad agrícola (...) las comunidades han aprendido, usado y transferido los conocimientos sobre la biodiversidad local y la forma en que puede ser utilizada (...) por lo tanto los componentes de la diversidad presentes en un agroecosistema dependen de la influencia humana (UNEP, 2000).

## **Flujo de energía**

En acuerdo con Sarandón y Flores (2014) Capítulo 7, la energía es el soporte fundamental para la vida en el planeta. La función de los ecosistemas y agroecosistemas es captar y transformar energía. Para los ecosistemas naturales esta energía es relativamente suficiente, mientras que para los agroecosistemas al ser modificados de acuerdo a las necesidades antropocéntricas requiere aporte de fuentes adicionales de energía en forma de trabajo humano o diferentes tipos de insumos. La intensificación de la producción agrícola en las últimas décadas ha requerido de una mayor inversión de energía (fósil) para aumentar el rendimiento, disminuyendo la eficiencia energética de los sistemas.

La energía se define como la capacidad de poder realizar un trabajo, se clasifica en energía cinética y potencial, y puede ser medida en diferentes unidades (Joule= 0.239 Cal; Caloría= 4.187J). A diferencia de los materiales cuyos átomos se utilizan una y otra vez creando ciclos entre organismos vivos y no vivos, la energía no se cicla, es un flujo unidireccional. Este flujo es gobernado por la primera y segunda ley de la termodinámica, la primera ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma; la segunda ley o principio de la entropía, establece que cuando la energía es transferida o transformada, parte de ella es convertida en calor, una forma no disponible para realizar un trabajo.

La principal fuente de energía para los ecosistemas es el sol, la cual es transformada en biomasa por las plantas verdes a través de la fotosíntesis. Parte de esta energía es almacenada en los enlaces químicos que unen los compuestos orgánicos que conforman la biomasa. Esta energía almacenada es utilizada por los productores del sistema para su respiración (R) con su respectiva pérdida de calor. La energía almacenada en los tejidos vegetales por unidad de área en un tiempo dado es la productividad primaria neta (PPN). Parte de esta energía puede ser almacenada o exportada ya sea como granos de cosecha o forraje etc., y puede llegar a ser una fuente de energía para el segundo nivel trófico.

Esto ocurre en los siguientes niveles tróficos en donde ocurre igual una pérdida de energía. Por ejemplo, si la producción neta vegetal es de 15Kcal por m por día, es posible esperar que sólo 1.5Kcal puedan ser almacenadas en los consumidores primarios (herbívoros) y sólo 0.15 a 0.3 Kcal en los consumidores secundarios (carnívoros). La transferencia de energía tiende a disminuir entre más niveles tróficos existan. Así es más fácil alimentar a la humanidad si ésta se comportara como consumidor primario y no como secundario es decir alimentarse por ejemplo con maíz y no producir éste para alimentar a los animales y después comernos la carne, lo cual implica más insumos energéticos con un nivel energético muy bajo (Figura 5).

Por el contrario, los agroecosistemas dependen de dos tipos de energía: la energía solar y la invertida por el hombre en el manejo de las plantas, es decir, la agricultura busca manipular los flujos de energía con el propósito de obtener una cierta productividad neta (PNC) que pueda ser extraída como producto.

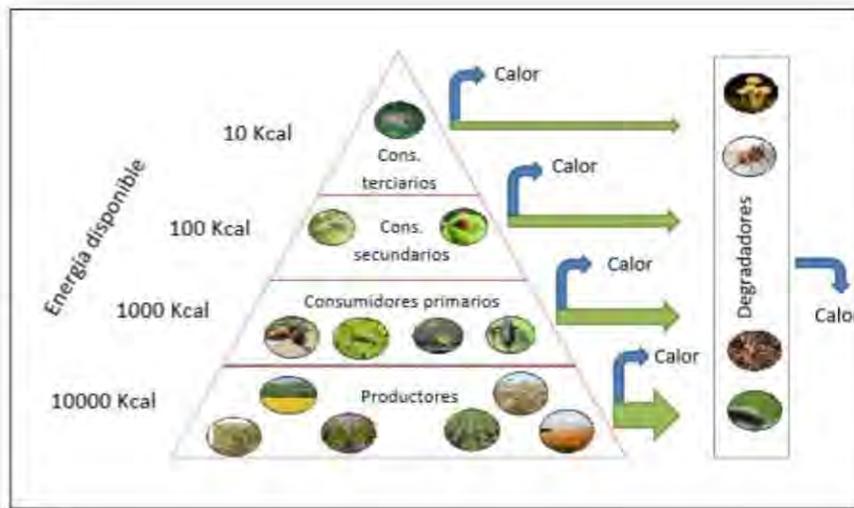


Figura 5. Pirámide del flujo de energía.

En la Figura 5 se supone una pérdida del 10% de energía utilizable en la transferencia de un nivel trófico a otro.

Las técnicas agrícolas de la RV han conducido a una simplificación extrema de los sistemas agrícolas. Bajo la idea de poner el ambiente al servicio del cultivo los aumentos de rendimiento de los cultivos han sido logrados a expensas de

otorgarles una mayor capacidad de respuesta a los subsidios externos de energía, en lugar de aumentar la habilidad de utilizar la energía solar.

Cuanto mayor es la productividad obtenida y el grado de simplificación del sistema (Figura 6), mayor es el esfuerzo sobre el ambiente para modificar los procesos naturales y, por lo tanto, mayor es el aporte de energía exigida (Sarandón y Flores, 2014)

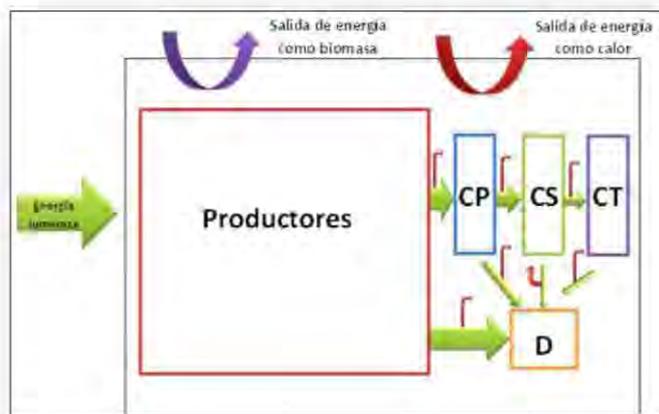


Figura 6. Flujo de energía en un agroecosistema: CP consumidores primarios; CS consumidores secundarios; CT consumidores terciarios; D descomponedores

Al respecto Rappaport (1971), realizó un trabajo sobre el flujo de energía en una sociedad agrícola con la comunidad de los Tsembaga de Nueva Guinea, de acuerdo con él:

Juntando todos los insumos y comparándolos con los rendimientos encontró que los Tsembaga reciben un ingreso razonable sobre el periodo corto de su inversión. La relación entre rendimiento e insumo fue de unos 16.5 a 1 kc para los huertos taro-ñame y de unas 15.9 por 1 para los huertos de camote. Es más, en 1963, cuando se hicieron estas observaciones, las distancias entre los huertos y las residencias de los Tsembaga eran mayores que lo usual. Era un año festivo, por lo que las chozas, en lugar de encontrarse dispersas entre los huertos como es normal, estaban ubicadas todas alrededor de un sitio para baile. Si se hubiese observado la dispersión normal de habitaciones, las distancias entre huertos y chozas podrían haberse reducido hasta en 80% y las relaciones entre insumos y rendimientos podrían haber subido a 20.1 a 1. Esto quiere decir que es mayor la obtención de la salida de energía para aprovechamiento, que la energía entrante para el manejo.

## Flujo de materia: Nutrientes

En el Capítulo 8 de Abbona y Sarandón (2014) mencionan lo siguiente: Los nutrientes, junto con el agua y la energía, constituyen los elementos esenciales para la vida y el funcionamiento de los agroecosistemas. La vida en los ecosistemas es posible por los nutrientes necesarios para los organismos de los cuales el C, N, P, K, Ca, S, Mg, son requeridos en grandes cantidades (macronutrientes), mientras que el Fe, Mn, Z, B, Na, se requieren en cantidades pequeñas (micronutrientes).

Los nutrientes se mueven del ambiente a los organismos vivos, y de nuevo al ambiente formando ciclos, llamados también *ciclos biogeoquímicos*. Los productores primarios toman los nutrientes del ambiente (suelo y aire) y lo transforman en elementos orgánicos, los cuales, después son utilizados por los organismos heterótrofos, es decir, los herbívoros, carnívoros y descomponedores. De esta forma los nutrientes atraviesan y posibilitan las cadenas alimentarias. Con la posterior muerte y descomposición de los organismos (también con la excreción y orina) los nutrientes retornan al ambiente para ser aprovechados nuevamente por las plantas. Puede haber dos tipos de ciclos de nutrientes de acuerdo al medio en que se encuentran: gaseosos y sedimentarios.

Al ser la agricultura la actividad que transforma los ecosistemas naturales para producir alimentos y otros satisfactores, de los cuales no son consumidos dentro de los propios agroecosistemas sino que son destinados al mercado, implica una apertura del ciclo de nutrientes, a través de un flujo contenido en los productos de cosecha como: leche, huevos, carne, granos, etc., por lo tanto los agroecosistemas modernos son sistemas abiertos a los nutrientes al tener producto de cosecha. Por esta razón los agroecosistemas no pueden autoabastecerse de nutrientes sino que requiere de la incorporación de nutrientes externos al mismo para compensar las salidas.

Con la aparición de las ciudades y la concentración de las personas a la ciudad, comienza la separación entre el lugar de consumo y el de producción. Son pocas las regiones en donde el ciclo de nutrientes es cerrado, donde los desechos retornan al suelo dentro de la zona de producción.

Se inicia de esta manera, la separación entre producción primaria y secundaria con la consecuente ruptura del retorno de parte de los nutrientes consumidos por el ganado a través de forraje. Esto ha llevado a que el flujo de nutrientes pase de ser cerrado a uno totalmente abierto. Por lo tanto es necesario reponer los nutrientes. En los sistemas agrícolas modernos, esto se basa

exclusivamente en el uso de fuentes minerales (rocas) o fertilizantes sintéticos. Esto produce una dilución de nutrientes que traerá como consecuencia desde dificultades morfológicas, hasta mayor gasto energético y económico, para su recolección y reposición a los agroecosistemas.

Esto significa que, en el caso del suelo, la cantidad y calidad de los nutrientes deberá mantenerse constante si queremos mantener la productividad. Para esto se requiere analizar el ciclo y flujo de los nutrientes desde un enfoque sistémico.

Lo anterior evidencia la importancia de considerar las múltiples funciones realizadas por los microorganismos edáficos, entre estos los colémbolos, los cuales se ubican entre los principales formadores de humus a partir de la fragmentación hasta el nivel de coloides de la materia orgánica presente en las parcelas de cultivo. Lamentablemente los paquetes tecnológicos que involucran la aplicación rutinaria de fertilizantes comerciales e inorgánicos tienden a disminuir la presencia de éstos. En los agroecosistemas la cantidad de nutrientes extraídos estarán dados por el rendimiento y la composición química de los productos cosechados. Sin embargo, estos deben ser repuestos en las mismas cantidades en que son extraídos para evitar su agotamiento.

La gran simplificación de la biodiversidad ocurrida en los agroecosistemas modernos, también influye en el ciclado de los nutrientes, esto quiere decir que los agroecosistemas altamente simplificados tienen menor eficiencia en el uso de los recursos, por lo que muchos nutrientes en el suelo no son aprovechados y, aumenta el riesgo de lixiviación o pérdida.

Por lo tanto, el contenido total de nutrientes como la disponibilidad (no todos los nutrientes están disponibles para ser asimilados por las plantas), así como el balance de nutrientes, es decir, las entradas y salidas (Tabla 5), son conceptos claves que deben tomarse en cuenta para saber si un agroecosistema es sustentable, por lo tanto poder recompensar la pérdida de nutrientes que tiene el suelo (Tabla 6) a partir de fertilizantes orgánicos naturales, de no solo un nutriente si no de varios y en diferentes cantidades (Abbona y Sarandón, 2014).

Entradas	Salidas
Fertilización mineral	Productos cosechados
Fertilización orgánica	Residuos de cultivo
Deposición seca y húmeda	Lixiviación
Fijación de nitrógeno	Pérdidas gaseosas
Sedimentación	Erosión de suelo

Tabla 5. Parámetro a considerar como entradas y salidas de nutrientes en un agroecosistema (Stoorvogel y Smaling, 1990)

Abonos	Humedad %	Nitrógeno %	Fósforo % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Potasio K <sub>2</sub> O
Vaca	83.2	1.67	1.08	0.56
Caballo	74.0	2.31	1.15	1.30
Oveja	64.0	3.81	1.63	1.25
Cerdo	80.0	3.73	4.52	2.89
Gallina	53.0	6.11	5.21	3.20

Tabla 6. Porcentaje de NKP sobre sustancia seca en distintos tipos de abonos animales (Pascuali, 1980)

## Flujo de información: El conocimiento Tradicional y su pérdida

¿Por qué es importante el conocimiento empírico generado y aplicado a los agroecosistemas?

Como ya se revisó, los campesinos evidencian una sabiduría con raciocinio ecológico y cultural derivado de sus principales necesidades, en base a éstas, manejan los recursos vegetales de los agroecosistemas y dan continuidad y mejora a su tecnología agrícola y usos, manteniendo así un flujo de conocimiento aplicado, transmitido y perfeccionado a lo largo del tiempo; sin embargo éstos eventos se ven afectados por diferentes factores negativos de la aculturación.

En acuerdo con Altieri (1991), este conocimiento tiene muchas dimensiones incluyendo aspectos lingüísticos, botánicos, zoológicos, artesanales, agrícolas y racionalidad ecológica, y se deriva de la interacción entre los seres humanos y el medio ecológico.

Este conjunto de conocimientos generados por los campesinos, como ya se mencionó, es la *Ciencia de huarache*, sistema que usan los pueblos y que está basado en la experiencia personal a través de eventos de prueba y acierto, en el cual prueban un alimento y observan para ver qué sucede; como explica el maestro Xolocotzi, “esto pudo haber costado muchos dolores de barriga y muertes”. Cuando el material es factible, se procesa y el conocimiento es transmitido de boca en boca de hijo en hijo y en la memoria de los pueblos. Enfatiza en la importancia de este conocimiento en donde para los campesinos no sólo es cuestión de producir, sino también de conservar.<sup>8</sup>

Lamentablemente **los aspectos negativos de la aculturación sobre la agricultura tradicional no sólo conducen a la pérdida de conocimientos relativos al uso de las plantas, sino al manejo, aprovechamiento y conservación de las mismas.**

<sup>8</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=HBCT3Mo9aD4> Ciencia campesina. Nueve mil años de Agricultura en México. Por el maestro Efraím Hernández Xolocotzi.

Entre otros aspectos, la pérdida de conocimientos empíricos, en acuerdo con Hernández X. (1980), se debe a que la transmisión de éstos es débil en su continuidad, ya que al limitarse a la transmisión oral no hay un registro permanente de los mismos lo que da margen a una pérdida del acervo cultural de los pueblos, ya sea por la destrucción (muerte o exilio) de los más experimentados en esos trabajos o por su desplazamiento a otros trabajos u otras zonas. Por otra parte, la continuidad del sistema educativo no formal puede quedar trunco con facilidad al ser atraídos los elementos jóvenes recién ingresados a los procesos productivos a otros trabajos más remunerativos.

Esto es lo que se viene registrando en México, donde la población de hombres de 15 a 45 años están emigrando continuamente para obtener mayores remuneraciones en otros trabajos, dejando a la población experimentada “hablándose sola” por falta de educando.

La aculturación, es decir, el cambio de cultura, es un evento social complejo, del cual se deben estudiar todos los factores externos, que ejercen presiones directas e indirectas a estas comunidades, así como la percepción del mundo y de calidad de vida que tengan las personas involucradas.

Por otra parte el conocimiento empírico no es capaz de generar una respuesta rápida ante la demanda urgente de mayor producción.

No obstante este conocimiento es de sumo valor, pues de la experiencia de los indígenas se derivan múltiples usos hacia diferentes especies vegetales. Por lo tanto se retoma la opinión de Cuevas (1991): *Sin cultura hubo, hay y habrá plantas, pero NO recursos*. Es sólo a través de la experiencia acumulada y vigente del campesino, que en colaboración con él podemos darle valor a las especies silvestres, aun no percibidas como recursos para los ciudadanos, pero sí para las comunidades rurales.

## **Cultura: Los Totonacos**

En acuerdo con Tylor (1871), citado en Carrasco (1999), Cultura es aquel todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, las costumbres y cualesquiera otras capacidades y hábitos adquiridos por el hombre en cuanto miembro de la sociedad.

En México prevalecen alrededor de 60 comunidades indígenas entre las cuales destacan los Totonacos (Mapa 1).

La interpretación etimológica de Totonaco es *tutu* (tres) y *nacu* (corazón) que significa tres corazones. Lo cual algunos analistas plantean que este término hace referencia a tres grandes centros ceremoniales: Tajín, en Papantla; Zempoala, cerca de la antigua fundación del Puerto de Veracruz y Yohualichan, en la Sierra Norte de Puebla.

De acuerdo a su cosmovisión, los totonacos asumen el origen del mundo en el mito del Quinto Sol, donde se relata se juntaron 400 dioses y encendieron una hoguera; de los dos hermanos convocados uno se arrojó al fuego y de ahí nació *Chichini* (Sol); el otro hermano que se arrojó al fuego, este ya se había apagado y solo quedaban cenizas, él también fue enviado al cielo y sería *P'apa* (Luna).

La población se identifica a sí misma como totonaca, sin embargo durante los últimos 30 años se ha observado un desarrollo sistemático de pérdida de población como resultado de los procesos migratorios y del impacto de la educación escolarizada. Se han ido introduciendo nuevas instituciones educativas. La enseñanza en las escuelas ha sido exitosa en la castellanización, impactando en los siguientes niveles de educación. En algunos casos el sistema educativo fue un canal adecuado para la pérdida de la lengua; en otros sirvió para reafirmar su etnicidad.

A mediados del siglo XX la mayoría de la población practicaba un catolicismo totonaco, resultado de la fusión de sus tradiciones prehispánicas con el catolicismo colonial; esto se ha modificado a raíz de las transformaciones socioeconómicas, culturales y religiosas. Se pueden distinguir tres sectores: católicos tradicionales totonacos, católicos renovados y católicos de la iglesia autóctona.

A pesar de la gran diversidad de opciones religiosas en la S.N.P., algunos mitos y personajes míticos han podido mantenerse en la memoria indígena. “La conversión a alguna otra religión no es garantía de abandono total del cuerpo mítico simbólico de una comunidad: Un buen ejemplo es *Aktzini*, un personaje reconocido por el territorio Totonaco que anuncia la llegada de huracanes y fuertes tempestades. En la mitología totonaca, *Aktzini* puede ser pensado como el Dios de la lluvia y por lo tanto se relaciona con secuencias míticas y personajes entre otros la *Sirena*.

Los totonacos ocupaban un extenso territorio que abarcaba desde el Golfo de México hasta la actual Sierra Norte de Puebla, del río Cazones, al norte, hasta el río de la Antigua, al sur; por sus características ecológicas la producción agrícola y silvícola era muy significativa.

Esta fortaleza fue siempre su principal debilidad, ya que algunos imperios más poderosos como los aztecas, los vieron como reservas estratégicas de alimentos. Los Totonacos trabajaban en forma colectiva milpas dedicadas a los religiosos y jefes étnicos; por el contrario los aztecas exigían como tributo una cantidad fija de bienes. Como consecuencia de estas contingencias los totonacos se insurreccionaron contra la Triple Alianza y fueron cruelmente reprimidos, después de lo cual les duplicaron los tributos. Ésta era la situación cuando contactaron a Cortés. Así la llegada de los españoles les permitió abrigar esperanzas de sacudirse el yugo de la Triple Alianza, sin saber que la cuestión era aún más complicada.

En la actualidad han perdido prácticamente la mitad del territorio que poseían al inicio de la invasión europea. En la franja costera fueron desalojados por el impacto de las grandes epidemias que trajeron los españoles y por el desarrollo de la ganadería.

A pesar de las pérdidas territoriales del siglo XVI lograron retener la mayoría de sus Tierras y mantuvieron formas productivas tradicionales, basadas en sistemas de reciprocidad, orientadas hacia la autosuficiencia con estrategias de explotación de los distintos pisos ecológicos. Éstas permitían el abastecimiento de productos mediante la explotación, por los grupos domésticos de los diferentes microagroecosistemas, resultado de la diversidad ecológica. Esto implicó una economía saludable que no empleaba moneda para sus intercambios.

En 1750 había sólo 16 párrocos en todo el Totonacapan. La falta de recursos mineros y agrícolas, y el escaso conocimiento que tuvo el clero de la cultura totonaca de los siglos XVI y XVII facilitó este proceso de reorganización cultural y étnica.

En el siglo XVIII las relaciones entre los totonacos y los españoles entraron en un proceso de descomposición. Los mestizos en la zona Veracruzana iniciaron el conflicto con la invasión de las Tierras de los totonacos, y éstos iniciaron procesos de resistencia política y militar, protagonizando una serie de revueltas en las regiones de Papantla y Orizaba para mantener sus Tierras y derechos, pero fueron reprimidos por los españoles, situación que los llevó a aliarse con los independentistas, pero también fueron derrotados, y su principal líder, Serafín Olarte de Coxquihui, fue ejecutado por los realistas.

La insurrección más notable fue dirigida por Mariano Olarte y en 1836 y 1838 se alzaron una serie de reivindicaciones sociales, políticas y económicas, quitando la celebración de Semana Santa a la usanza totonaca.

Los festejos de semana santa son muy importantes en la reproducción de la etnicidad pues está relacionado con el triunfo de Chichiní, el Sol. La importancia de este astro es muy significativa: los muertos, desde su velación hasta el entierro, tienen la cabeza hacia el oeste para que vean todos los días salir el sol en el este. En la semana santa, el santo Entierro Chichiní, tiene la cabeza hacia el este, mirando hacia el oeste porque él es el Sol. En los camposantos los enterramientos de los totonacos están orientados este-oeste, y los mestizos tienen su último descanso en dirección norte-sur.

Los mestizos desarrollaron durante la Reforma, una nueva estrategia: la privatización de las Tierras comunales y la prohibición del culto público, sumado a esto un plan educativo castellanizado, a cargo de maestros mestizos que más tarde se apoderarían de las Tierras indígenas.

Esta reformulación del espacio implicó el desarrollo de procesos de diferenciación económica, social y política. Estas nuevas áreas, los centros rectores económicos quedaron fuera de las Tierras del Totonacapan, en áreas de predominio nahua, mestizo e incluso criollo; esta situación produce una relación de colonialismo interno que implica una descapitalización permanente de los Totonacos, quienes deben realizar sus operaciones comerciales y financieras fuera de su área de influencia, lo cual drena su economía interna y fortalece permanentemente a sus competidores.

Durante el Porfiriato lo primero que se impuso en el Totonacapan, fue la producción masiva de caña de azúcar, algodón, para autoconsumo y trueque local, a la vez que se introducía el café. La caña sirvió para la elaboración de aguardiente, impulsada por los mestizos como estrategia de control y extracción de excedentes. La introducción de la industria textil y cultivo de algodón dejó a la producción serrana fuera del mercado, eliminando los tradicionales cotones tejidos artesanalmente, sustituidos por la manta industrial de Puebla. La producción de azúcar e introducción de edulcorantes dejó fuera el mercado de caña de azúcar serrana. Por lo que los productores adoptaron el cultivo del café como principal cultivo agrocomercial, iniciando la cafeculturización de la economía de la Sierra.

El ciclo del café duró 20 años, hasta que a finales de los años ochenta E.U. y los países consumidores del Primer Mundo decidieron cancelar el Convenio Internacional del Café y liberar el mercado internacional. Terminada la Guerra Fría, los países del Primer Mundo perdieron su interés por la suerte de los países productores de café, en su mayoría tercermundistas o cuya producción estaba en áreas deprimidas.

Las comunidades indígenas entraron en una crisis de la cual todavía no han salido; fue entonces cuando los procesos migratorios adquirieron características masivas.

La organización política se basa en la designación de las autoridades locales, que habitualmente consiste en una asamblea donde se designan en forma pública; mientras que los jóvenes al llegar a los 18 años debían asumirse como semaneros para la presidencia municipal, acciones que coadyuvaban al desarrollo de una conciencia comunitaria. Sin embargo la migración de los jóvenes dificultó el cumplimiento, aunado a que el gobierno implementó una política de pagar todos los cargos municipales provocando la desestructuración de este sistema.

El concepto de familia para los totonacos, va más allá de relaciones estrictamente sanguíneas; los totonacos tienen un concepto de parentela, que en muchos casos se confunde con el grupo doméstico, incluye también agregados que pueden ser muchas veces compadres que han quedado solos y que viven en la misma casa compartiendo el fogón y la producción de alimentos. Se han localizado alrededor de quince formas distintas de estructurar relaciones de compadrazgo, dándonos a entender que nos encontramos frente a una comunidad bastante flexible que permite a los actores generar constantemente relaciones sociales.

La indumentaria de los totonacos tuvo cambios con la intervención de la industria de manta. Los hombres visten el calzón, que es un pantalón similar al empleado en el siglo XVIII, sombrero de palmas tejida de uso general, y habitualmente es considerado un atributo femenino, calzan huaraches. Las mujeres usan un vestido de manta pero con un bordado en el cuello, que puede adquirirse a parte en el mercado, emplean blusa o quixquémitl y una falda de manta blanca o de lana tejida, el rebozo sirve para cargar a los niños en estado de lactancia. Las mujeres caminan descalzas y si usan calzado, casi siempre es de plástico.

La casa totonaca tradicional constaba de un cuarto redondo, donde se cocinaba, comía y dormía; las paredes eran de carrizos, ramas o tablas, con techo de zacate a dos aguas. Las viviendas tienen un altar familiar en donde al despertar todos los días santiguan, y antes de ir a dormirse. La construcción de la casa representaba los puntos cardinales y el cielo.

Los totonacos llaman milpa al lugar donde se desarrollan sus cultivos de subsistencia: maíz, frijol, calabazas y chiles; dentro de la milpa suelen tener un chilar, relativamente protegido contra los animales, donde además de chiles cultivan otras especies vegetales. Se destaca que en la milpa pueden encontrarse

alrededor de 50 especies protegidas tanto medicinales como combustibles, las cuales son preservadas en los procesos de desyerbe.

Otro elemento importante en la identidad étnica y local son las danzas tradicionales; existen cuatro tipos: prehispánicas: “el volador”; católicas: (danza de conquista) “Santiagueros” y “Moros y cristianos”; católicas, afro y europeas: las danzas de serpiente “Tocotinas” y la forma devocional más contemporánea, impulsada por el clero: la danza de Navidad “los Pastores” (CDI).

## Agroecosistemas en el Totonacapan

En acuerdo con Cuevas (1991), las zonas frecuentadas por los campesinos, aquellas de donde obtienen, a partir de recolecta o bajo algún tipo de manejo, sus recursos vegetales, se les conoce como *áreas de acción cotidiana*, dentro de las cuales -para el caso de la Sierra Norte de Puebla- se reportan, entre otros, los siguiente datos: (Tabla 7).

Tabla 7. Antecedentes pertinentes a los agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla

Investigadores	Observaciones
Guadarrama y Hernández, (1981)	Derivado de un análisis socioeconómico de la agricultura tradicional practicada en Nauzontla Puebla, estableció una serie de equivalencias entre los conceptos valor de uso y valor de cambio, como base a la comparación objetiva de la agricultura tradicional y moderna.
Martínez <i>et al.</i> (1995)	Catálogo de la flora útil de la Sierra Norte de Puebla; describiendo con su equipo de trabajo, 119 Familias, 398 Géneros y 603 Especies
Inzunza, (1988)	Estudió el proceso de producción agrícola en donde señala que predominan sistemas intensivos de utilización de suelos bajo roturación, en un clima templado subhúmedo. Las principales especies y variantes fueron: Maíz con variantes “Pataxtagol” o “ancho” (Tuxpeño con influencia de Cacahuacintle), “Coahutzinti” (Tuxpeño), “Tepixtle” (Tuxpeño por Nal Tel), “Xochiteco” (Tuxpeño por Dzit-Bacal); Frijol con variantes <i>Phaseolus vulgaris</i> (de diferentes hábitos de crecimiento), <i>Phaseolus coccineus</i> subespecie <i>polyanthus</i> (“exoyeman” o frijol “gordo”); Papa con variantes “Greta”, “López”, “Alpha”, “Atzimba”, “Rojitas” y “Doble roja”; Calabaza con variantes <i>Cucurbita moschata</i> y <i>C. ficifolia</i> .
López, (1994)	Realizó un estudio sobre agricultura tradicional: <i>tornamile</i> y <i>xopamile</i> en regiones marginadas en el cual sus objetivos se enfocaron en apoyo a la investigación del sector agrícola dando preferencia a los campesinos y difundir los resultados de la investigación agronómica para rescatar y mejorar técnicas agrícolas. En la investigación se reconoce que las plagas que atacan al maíz son “gallina ciega” ( <i>Phyllophaga</i> spp), “gusano cogollero” ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) y “barrenador del tallo” ( <i>Diatraea lineolata</i> ), ocasionando pérdidas del 13 y 6% en el ciclo agrícola de <i>tornamile</i> y un 48 y 13% en el <i>xopamile</i> , pero debido a la falta de recursos económicos de los productores, no realizan ningún combate contra ésta. Por lo que una alternativa a este combate se enfocó en el manejo de fechas de siembra, control microbiano y utilización de sustancias vegetales que afecten el desarrollo del insecto plaga. El material vegetal para crear un insecticida a base de este recurso se obtuvo en la misma zona a partir de una metodología que consistió en encuestas, colectas, preparación de extractos, cría de insectos, pruebas biológicas, pruebas de invernadero y parcelas demostrativas lo cual dio como resultado un total de 32 plantas con propiedades para control de plagas, una de ellas es <i>Trichilia havanensis</i> (Meliaceae) que resultó eficiente para el control de la gallina ciega en el ciclo <i>xopamile</i> .

Martínez, A. (2001)	Estudió la ecografía de los agroecosistemas maiceros de las comunidades para precisar el límite geográfico y altitudinal para cada cultivo. Su metodología consistió en visitar el área de estudio, entrevistarse con las autoridades; realizó entrevistas abiertas para recopilar información etnobotánica. Analizó las poblaciones de plantas cultivadas a través de cuadrantes o transectos midiendo densidades de siembra, abundancia y diversidad florística existente. Dividió los agroecosistemas en temporal, espacial, antropológico, económico y geográfico. Como el maíz es el principal cultivo de esta zona, obtuvo varias delimitaciones de ecosistemas maiceros, como: Maíz asociado, con frijol de los géneros <i>Phaseolus</i> y <i>Vigna</i> . Maíz imbricado, con frijol napualeño, ayocote, frijol torojet, haba y papa. Maíz intercalado, con plátano, yuca, ajonjolí, naranja, limón, cafeto, haba, calabaza, manzana, chile y aguacate. La selección de semillas se basó en mejores mazorcas en tamaño, color y peso. La preparación del terreno consistió en siembra y deshierbes manuales, con coa, yunta o tractor. Por lo que determina que hay diversidad en el manejo según la tecnología. El cultivo más dominante es el cafeto y es el más rentable.
Toledo, (2002)	Realiza un proyecto de la correlación entre las zonas cafetaleras y la alta biodiversidad de especies que alberga. Estos sistemas agroforestales ofrecen gran variedad de servicios ambientales como captación de agua, humedad, suelo y de carbono, etc. El objetivo del proyecto fue documentar la variedad de plantas que coexisten junto al café en los sistemas agroforestales indígenas, y evaluar su potencial económico. Como metodología elaboró un listado de plantas útiles de la región, se diseñó una encuesta a utilizarse en los censos cafetaleros, se seleccionaron los predios y productores para posteriormente realizar las visitas. Se colectaron las especies, y se identificaron en base a los nombres en español y nahua. Se concluyó que los predios cafetaleros bajo sombra, se identifican como “jardines productivos” creados por la acción humana y que en lengua nahuat se llaman <i>Kuojtakiloyan</i> que significa “lugar de los árboles que producen”. Puso en evidencia que la gran mayoría de las especies han sido toleradas, cultivadas o manipuladas y tienen algún uso. Por lo que puede observarse que estos sistemas han jugado un papel importante en la economía familiar indígena, que le da un aprovechamiento al cultivo tradicional del café.
Martínez, A., Evangelista, O., Basurto, P. y Mendoza, C. (2002)	Hace una reseña sobre el sistema de manejo tradicional en la SNP, en el cual describe: el maíz se siembra dos veces al año en las partes serranas a menos de 700 msnm. Desde la selección del terreno hasta la venta les lleva de 8 a 10 meses el ciclo agrícola, el cual incluye 13 prácticas: <b>1:</b> selección del terreno, <b>2:</b> roza o chapeada, <b>3:</b> tumba, <b>4:</b> siembra y resiembra, <b>5:</b> primera limpia o escarda, <b>6:</b> segunda limpia o escarda, <b>7:</b> abonado, <b>8:</b> fumigación (no lo hacen todos), <b>9:</b> dobla o eliminación de la espiga, <b>10:</b> cosecha, <b>11:</b> almacenado, <b>12:</b> venta e intercambio de semillas y <b>13:</b> selección de semillas para el próximo ciclo. De los 700 a 800 msnm se presenta una sola temporada de cultivo de maíz, tarda un promedio de 10 meses. La tecnología se refiere a instrumentos agrícolas, cuentan con arados de tracción animal, coa o palo sembrador, tarpala, pala, machete y lima, cuando se puede y se tiene dinero compran una bomba de aspersión para fumigar, usan insumos químicos: abonos, insecticidas, herbicidas, fungicidas o productos para matar aves y roedores o pequeños mamíferos. Tienen tractor y cultivadora en las partes bajas y planas, pero son pocas las personas que pueden contar con la maquinaria agrícola. Lo montañoso de la región, la pobreza de los campesinos y la falta de créditos y extensionismo agrícola impiden utilizar técnicas y equipos modernos.
Martínez, A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M. y Cruz R. (2007)	Muestra una recopilación de más de 20 años de trabajo en la Sierra Norte de Puebla, orientada a la flora útil de los cafetales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En base a la estructura y nivel de manejo Miguel y Toledo (1999) distinguen 5 tipos de cafetal, en donde la principal producción se da bajo sistemas de sombra y por pequeños propietarios, alrededor del 60 y 70% de se encuentra bajo manejo tradicional.</li> <li>• Basurto (1982), analiza el impacto de la cafeticulturización en dos comunidades nahuas, registra 500 especies vegetales útiles, de las cuales 300 se encuentran en huertos familiares y cafetales.</li> <li>• Cruz (1995), realiza un estudio en Jilotzingo, municipio de Zacatlán en el cual menciona el empleo de <i>Alnus firmifolia</i>, <i>Inga jinicuil</i>, <i>Musa acuminata</i>, <i>Psidium guajava</i>, entre otras especies, para sombra de cafetales. En 2004 encuentra 67 especies para sombra de cafetales de los cuales menciona también tienen uso comestible, combustible y medicinal.</li> <li>• Martínez en 2004 analiza la importancia que tiene la pimienta introducida a cafetales, por los campesinos, debido a la fuerte demanda comercial y a que deja mayores ingresos incluso que el café.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>El inventario de la flora útil en <b>cafetales</b> de la SNP incluye 319 especies, pertenecientes a 238 géneros y 99 familias.</li> </ul>
Sánchez, C., Castelán, V. y Tamariz, F. (2008)	<p>Este estudio se enfocó en conocer las propiedades fisicoquímicas de los luvisoles para la realización de estrategias de trabajo encaminadas a detener la degradación de los suelos. Se seleccionaron parcelas con luvisoles con diferentes actividades agrícolas, de las cuales se obtuvieron muestras a diferentes profundidades; se determinó densidad, respiración, infiltración. Se evaluó porcentaje de materia orgánica, porosidad, textura y nitrógeno, entre otras. Se obtuvo que en los suelos de las parcelas de café con sombra, café sin sombra y maíz, la clase textural dominante es Franco-arcillosa, la cual se considera óptima para cultivos agrícolas; El bosque primario presentó la clase textural Franco-arenosa y el bosque secundario Francoarcillo-arenosa, existe un fuerte grado de erosión; En los suelos con bosque secundario y maíz se presentó un acelerado proceso erosivo; El suelo con maíz presenta un ligero grado de erosión considerado como moderado. La parcela que obtuvo mayor variación en las propiedades fisicoquímicas fue la de pastizal, lo cual indica una repercusión desfavorable sobre la respiración e infiltración del suelo; El cafetal con sombra presentó una disminución en materia orgánica y porosidad obteniendo reducción de la fertilidad; Las parcelas de maíz y café sin sombra presentaron reducciones de contenidos orgánicos y porosidad; El suelo del bosque secundario mostró valores bajos de densidad en tanto que el bosque primario presentó la mejor calidad en textura y materia orgánica.</p>
Basurto, P. (s.f.)	<p>La recopilación de los estudios realizados en la SNP, menciona que en respuesta a la diversidad ambiental, biológica y cultural, se ha generado un conocimiento muy amplio por parte de los grupos que la habitan. La información ha sido obtenida a través de entrevistas abiertas, observación participante, trabajos en las comunidades y en parcelas experimentales. De esto se obtuvo un total de 900 especies de plantas útiles (36% uso medicinal, 20% comestibles y 12% flora útil de cafetales.) En el cultivo de maíz se obtuvo que la variedad Tuxpeño es la más distribuida, el frijol común <i>Phaseolus vulgaris</i> y también chile verde <i>Capsicum annum</i>. Se han registrado 100 especies de quelites; se encuentran árboles frutales de plátano, mamey, mango, manzana, pera, entre otras. De plantas medicinales las especies más comercializadas son: laurel <i>Litsea glaucescens</i>, malabar <i>Solanum erianthum</i>, entre otras. Las principales artesanías que realizan son: huacales con fibra de jonote <i>Heliocarpus appendiculatus</i> y <i>H. donnell-smithii</i>, canastos o chiquihuites <i>Arundo donax</i>, papel amate <i>Ficus tecolutensis</i>, etc. los principales problemas ante la utilización de estos recursos son la marginación social y económica, bajos salarios, migraciones, etc.</p>
López, L. (s.f.)	<p>La investigación se realizó en comunidades con sistemas cafetaleros bajo sombra. El objetivo fue conocer el uso doméstico de leña en el medio rural. El método consistió en recopilar información acerca del uso de leña, recorridos de campo en las parcelas y aplicación de 50 cuestionarios a personas productoras de café. De esta manera se obtuvo que el ingreso semanal por familia es de 257.5 pesos; el principal producto agrícola que tienen es el café que se cultiva junto con la pimienta, plátano, naranja, mandarina, mamey y bambú. El 85% de los entrevistados utiliza leña para preparar alimentos; el consumo promedio de leña es de 2.7 kg por persona al día. Dentro de las plantaciones de café orgánico las plantas que se usan para leña son: chalahuite <i>Inga</i> sp, naranjo <i>Citrus</i> sp, mandarina <i>Citrus reticulata</i>, café <i>Coffea arabica</i>, jonote <i>Heliocarpus</i> sp. etc. Como conclusión se encontró que la población de Cuetzalan se encuentra en condiciones de pobreza y marginación; la preparación de los alimentos se realiza con el fogón de tres piedras; al ser consumida anualmente la demanda impulsa la deforestación.</p>
Mera, O., Castro, L. y Bye, R. (2011)	<p>Realizan una compilación de datos inherentes al manejo, aprovechamiento, economía, entre otros aspectos, de especies vegetales poco valoradas, en donde destacan trabajos de investigadores en la Sierra Norte de Puebla, principalmente con quelites también conocidos como <i>quilitl</i> en idioma náhuatl y <i>ka'ka</i> en totonaco. Se tiene un inventario de quelites, aproximadamente de 244 especies, sin embargo, debido a una fuerte aculturación principalmente en el cambio, adición, o fracturación entre elemento y contexto (cultura y especie vegetal), se ha disminuido el número de especies utilizadas como quelites; estas plantas, después de la conquista sufrieron un nuevo valor ligado a la pobreza, como alimento para los sirvientes, cambio en la dieta de la población rural, etc. Algunas especies como <i>Amaranthus</i> sp. y <i>Portulaca oleracea</i>, son cultivadas fomentadas y algunas especies ya se encuentran en camino de domesticación, en los agroecosistemas de la SNP, bajo un manejo tradicional, que aporta mayor diversidad en la dieta del campesino y ofrece</p>

posibilidades de ingreso económico al venderlas en los mercados. Cabe resaltar que la principal característica de los quelites, es ser consumidos antes de su maduración o floración, ya que <i>quilit</i> , significa partes tiernas de la planta, ya sea hojas o tallos. Aunado a esto, se hace mención en otro trabajo, sobre la conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> , en donde se hace mayor importancia, no solo conservar los recursos vegetales, sino la cultura inherente a ellos.
---

## Aspectos económicos

En acuerdo con Ramírez (1977), la importancia de este tipo de economía se enmarca en el proceso de desarrollo del capitalismo, en la agricultura es conveniente plantearse el problema de para qué nos sirve el estudio de la economía campesina, con qué objetivos, la importancia de este tipo de estudio, etc. Los gobiernos se han enfrentado al problema del desarrollo agrícola, de poner a tono la agricultura a los requerimientos que el desarrollo del capitalismo a nivel nacional ejerce sobre el sector agrícola, es decir, que produzca alimentos, que produzca capital, materias primas, que de empleo, etc.

Los gobiernos al enfrentarse con estos problemas se encuentra con que en el sector agrícola existe un subsector atrasado que se ha denominado de varias maneras: marginal, de subsistencia, entre otros.

La cuestión se presenta como un problema de desarrollo, en el sentido de qué hacer para sacar a esta gente, convertirlas en un mercado interno importante, convertirlas en una fuente de formación de capital y que aumenten los niveles de producción, sin considerar que la economía local, es totalmente benéfica, aunque no a nivel de comercio, ya que en algunas comunidades prevalece el valor de uso y valor de cambio, en donde el principal objetivo no es producir en grandes masas, sino lo necesario para cada familia y lo más importante, que los alimentos que cultivan sean agradables al paladar.

Por lo tanto en el presente estudio, más que analizar y evaluar la producción total, insumo *vs* producto, o insumo *vs* ganancias, se considerará la relación conceptual el *valor de cambio* y *valor de uso* como indicadores de las relaciones económicas en la agricultura tradicional.

En acuerdo con Guadarrama y Hernández (1981), mencionan que en las economías campesinas el objetivo de la producción difiere de las empresas capitalistas, pues la mayor parte de lo producido, no llega a los mercados, sino que se consume dentro de la unidad de producción quedando en “valores de uso”.

De esta forma la definición de valor de uso se refiere a la propiedad que tiene un producto de satisfacer una necesidad humana; mientras que valor de cambio hace referencia al intercambio de *producto – producto* “trueque”, o *producto – moneda*,

evidenciados en los mercados, cuando la familia tiene excedentes de algún producto, o se dedica principalmente al comercio.

## CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

Al evaluar desde cualquier perspectiva un agroecosistema, resulta que las interacciones así como las metas logradas de cada uno, benefician o perjudican a cada componente. Lo ideal sería que un sistema diera la mayor producción posible sin perjudicarse, sin embargo, no sabemos si las consecuencias derivadas de un cierto manejo, por ejemplo, sólo afectan la fertilidad del suelo, o el deterioro de más componentes.

Desde el desarrollo del ser humano como parte fundamental de la sociedad, se han venido utilizando cada vez más los recursos naturales y antropocéntricos a una medida desmesurada, a pesar que, desde tiempos inmemorables ha habido estudiosos de las ciencias sociales y biológicas, que resaltan la preocupación del incremento de la población en contraste con la de los recursos, (un ejemplo es la Teoría de la *capacidad de carga* de Malthus, quien establecía que “la población crece de forma geométrica y los alimentos de forma aritmética”, proponiendo a la sociedad de su época, contraer matrimonio, hasta que el hombre tuviera un trabajo estable y brindar una vida sin falta de alimento a su familia, autor que fue considerado por Sarukán (1988) como una de las Musas de Darwin, denominándola como “*La del labio leporino*”), es hasta 1960, que comienzan a convocarse una serie de reuniones, congresos, tratados, organizaciones y ONG´s, preocupados por los evidentes problemas ecológicos derivados de un mal manejo de los recursos, desarrollándose en torno a los siguientes conceptos: *Sustentabilidad*, el *Desarrollo Sustentable* y *¿sustentabilidad para quién?*<sup>9</sup>

### **Desarrollo Sustentable, Sustentabilidad y Agroecosistemas Sustentables**

No existe una definición universal para el concepto de sustentabilidad, depende de los intereses, problemas y escalas del sistema en cuestión, así como de quien la evalúa. Razón por la cual, la temática del presente estudio, debe desarrollarse y analizarse bajo una visión transdisciplinaria.

---

<sup>9</sup> 1960 Se identifica el aporte de las Ciencias Biológicas; 1962 Destaca libro de “Primavera silenciosa” de Rachel Carson; 1972 Conferencia de Estocolmo; 1972 Club de Roma; 1980 Estrategia Mundial para la Conservación IUCN, WWF y PNUMA; 1982 Carta a la Tierra; 1987 Comisión Brundtland; 1991 carta “Cuidar la Tierra”; 1991 Agenda Ya Wananchi; 1992 Cambiando el Rumbo; 1992 Cumbre de la Tierra, Río-92 o La Eco-92; 2002 “Ética para la Sustentabilidad” en Bogotá; 2002 Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en Johannesburgo.

Se entiende por desarrollo sustentable: como el proceso mediante el cual se cubrirían de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de los habitantes del planeta, sin deterioro, incluso mejora de las condiciones socioambientales que les dan sustento, de tal manera que puede considerarse como un proceso de cambio dirigido, donde son tan importantes las metas trazadas como el camino para lograrlas. Así mismo las metas no son estáticas, se redefinen constantemente como producto del devenir social y de su interacción con el medio ecológico (Masera, Astier y López, 2000).

Los objetivos principales del desarrollo sustentable (Tabla 8) se encuentran dentro de las categorías socioculturales, ecológicas y económicas, debido a que éstas involucran argumentaciones para crear estrategias (Lele, 1991; Lawrence, 1997), citado en Masera *et al.* (2000).

En acuerdo con Masera *et al.* (2000), tres son los puntos centrales que hay que tener en cuenta en la discusión sobre desarrollo sustentable: a) debido a que es un proceso y un concepto dinámico, las necesidades humanas se satisfacen dinámicamente y se tendrá que redefinir constantemente en el mismo curso; b) dado que necesita establecer prioridades, no es posible maximizar todos los objetivos deseados; c) desarrollo sustentable es un concepto genérico, por lo que su especificidad y concreción debe determinarse a escala local y regional.

Hasta ahora lo que hemos expuesto indica que el desarrollo sustentable de un sistema en su conjunto, es el proceso para determinar la sustentabilidad a largo plazo.

- 
- ❖ Asegurar la satisfacción de necesidades humanas esenciales, comenzando por las necesidades de los más pobres.
  - ❖ Promover la diversidad cultural y el pluralismo.
  - ❖ Reducir las desigualdades entre individuos/regiones/naciones.
  - ❖ Conservar y aumentar la base de recursos existente.
  - ❖ Aumentar las posibilidades de adaptación a las perturbaciones naturales y antropogénicas.
  - ❖ Desarrollar tecnologías eficientes y de bajo consumo de recursos, adaptadas a las circunstancias socioecológicas locales y que no signifiquen riesgos importantes para las generaciones presentes y futuras.
  - ❖ Generar estructuras productivas, de distribución y consumo que brinden los servicios y bienes necesarios, propicien el empleo total y el trabajo, con la finalidad de mejorar las capacidades de desarrollo de los seres humanos.

---

Tabla 8. Objetivos del desarrollo sustentable

De igual forma, para desarrollar el concepto de sustentabilidad, encontramos que se refiere a un metaconcepto –tal como democracia o justicia –que parte de los principios generales y resulta de aplicación universal. No existe una definición única, pues en última estancia depende del sistema de valores, existe gran cantidad de perspectivas válidas

para su definición. Por este motivo, la sustentabilidad debe definirse localmente, prestando atención a la diversidad sociocultural y ambiental (Tabla 9)<sup>10</sup>.

Es un concepto complejo y multidimensional que implica entender la interrelación entre aspectos ambientales, económicos y sociales (Figura 7). No tiene sentido hablar de sustentabilidad ambiental o sustentabilidad económica, sino de la sustentabilidad de los socioecosistemas en su conjunto, entre estos los agroecosistemas. Es un concepto dinámico, no se trata de llegar a un estado ideal predefinido, sino de un devenir continuo en el que se permanece cambiando. Por estos motivos, involucrar el concepto de sustentabilidad en el diseño y la difusión de sistemas de manejo de recursos naturales implica trabajar con perspectivas de más largo plazo y tratar de entender y articular las distintas dinámicas sociambientales en el tiempo y espacio (Astier, Masera y Galván, 2008).

Con base a lo anterior nos referiremos a la sustentabilidad de modo particular a los agroecosistemas del Totonacapan como:

*“La sustentabilidad es el resultado o un estado dinámico del desarrollo e interacción de los componentes de los agroecosistemas (Cultura, Medio ecológico, Área de acción cotidiana), que permite y ofrece el sostenimiento total y digno de las necesidades cambiantes, físicas y espirituales de los campesinos que los manejan, a largo plazo, reafirmando la seguridad alimentaria, promoviendo a su vez una conservación y mejoramiento de los subsistemas involucrados”.*

Autor	Definición
American Society Agronomy (1989)	Una agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, promueve la calidad del ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura.
Conway (1994)	Sustentabilidad se puede definir como la habilidad de un sistema de mantener la productividad aun cuando sea sometido a stresses o perturbaciones.
Altieri (1994)	Modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema.
Astier <i>et al.</i> (2000)	La agricultura sustentable persigue una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción agrícola, se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas y busca reducir las desigualdades actuales en el acceso a recursos productivos. Intenta así mismo desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales.

Tabla 9. Conceptos relevantes de sustentabilidad

<sup>10</sup> Tabla 9, recapitulación de datos de Masera *et al.*, 2000.

Considerando los conceptos de los autores, añadimos que es importante mencionar que, ya está establecido un “estado dinámico” en el agroecosistema, debemos considerar que la función de cada componente, puede o no dañar de manera drástica al subsistema con que interactúa (entradas y salidas). Un agroecosistema no puede ser estable totalmente, siempre en un punto de su desarrollo, se encontrará en una situación crítica, debido al manejo y uso de sus componentes, sin embargo, dependiendo de la *resiliencia* de las condiciones del medio ecológico y de la cultura inherente al grupo humano involucrado, retornará a su estado inicial o bien se transformará, a un estado en el cual pueda ser o no ampliamente aprovechable.



Figura 7. Interacciones de los componentes primarios de la Sustentabilidad

Altieri (1987) citado en Altieri (1994), menciona que, para promover la sustentabilidad a largo plazo del sistema, se debe impulsar:

- ✓ Uso eficiente de energía y recursos.
- ✓ El empleo de métodos de producción conducentes a la estabilidad de la comunidad, que optimicen las tasas de reciclaje de materia orgánica y nutrientes, que utilicen al máximo la capacidad de usos múltiples del sistema y que fortalezcan un flujo eficiente de energía.
- ✓ La producción local de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- ✓ La reducción de costos y el aumento de la eficiencia y de la viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores.

A lo que podemos agregar la importancia de la conservación de la cultura, fomentando la lectura en idiomas nativos, respeto a las creencias y tradiciones de la comunidad, disposición plena para trabajar en equipo con los campesinos.

Por otra parte el grado en que un agroecosistema  aumente su sustentabilidad dependerá básicamente de que su manejo optimice los siguientes procesos (Altieri, 1987; Reijntjes *et al.*, 1942) en Altieri (1987):

- ✓ Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes.
- ✓ Protección y conservación de la superficie del suelo.
- ✓ Preservación e integración de la biodiversidad.
- ✓ Explotación de la adaptabilidad y la complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

A lo que para el presente estudio, se añade la continuidad en el uso y mejora de una Tecnología Agrícola Tradicional.

Desde el punto de vista socioeconómico en acuerdo con Masera *et al.* (2000), una serie de mecanismos básicos para impulsar una agricultura sustentable incluyen:

- ✓ La eficientización de los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre distintas actividades económicas.
- ✓ El fortalecimiento de los mecanismos de cooperación y solidaridad locales, así como de la participación efectiva de los involucrados en la generación puesta en práctica y evaluación de las diferentes alternativas de manejo de recursos naturales.
- ✓ La potenciación de las capacidades y habilidades locales, favoreciendo la autogestión mediante procesos de capacitación y educación participativos.
- ✓ El mantenimiento de un respeto por las diferencias tradicionales culturales y el fomento de la pluralidad cultural y étnica.

## Atributos de agroecosistemas sustentables

La identificación de una serie de atributos o propiedades generales de los agroecosistemas sustentables sirve de guía para el análisis de los aspectos relevantes del sistema y para derivar indicadores de sustentabilidad durante el proceso de evaluación.

El conjunto de atributos trata de considerar los aspectos básicos que debe cumplir un sistema de manejo de recursos naturales con el fin de ser sustentable. Por lo tanto el concepto de sustentabilidad se define a partir de estos: **productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad, autogestión** (Masera *et al.*, 2000). Los autores del MESMIS<sup>11</sup>, basados en varios atributos propuestos por diferentes MES<sup>12</sup>, consideran que los atributos más pertinentes para la evaluación de la sustentabilidad son los indicados en

---

<sup>11</sup> Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad.

<sup>12</sup> Marcos de Evaluación de Sustentabilidad.

la Tabla 10. Estos atributos se han definido para que en su exploración se conciben los sistemas de manejo como un todo, es decir integrando aspectos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos. Estudiar estos atributos es conducente a la identificación de indicadores de sustentabilidad que permiten orientar a propiedades sistémicas fundamentales del manejo de recursos naturales (Masera *et al*, 2000).

Atributo	Descripción
Productividad	Capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor del atributo (rendimientos, ganancias, etc.) en un periodo de tiempo determinado.
Estabilidad	Propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Implica que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales.
Resiliencia	Es la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.
Confiabilidad	Capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.
Adaptabilidad	Capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o, de modo más general, brindando beneficios, ante cambios de largo plazo en el ambiente.
Equidad	Capacidad del sistema para distribuir de manera justa los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales.
Autodependencia o autogestión	Capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior. Se incluye aquí los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, su identidad y sus valores.

Tabla 10. Atributos de Agroecosistemas Sustentables

## Resiliencia ecológica y cultural

Holling (1973), citado en Calvante (2007), propone el concepto de resiliencia para comprender las dinámicas no lineales así como los procesos a través de los cuales los ecosistemas se automantienen y persisten frente a perturbaciones y los cambios.

La resiliencia hace hincapié en las condiciones de un sistema complejo alejado del equilibrio donde las inestabilidades pueden transformar al mismo para que presente otro régimen de comportamiento, por lo tanto la resiliencia es medida por la magnitud de perturbaciones que pueden ser absorbidas por el sistema antes de que sea reorganizado con diferentes variables y procesos.

En acuerdo a la definición de la Resilience Alliance, la resiliencia tiene tres características: a) la cantidad de transformaciones de un sistema complejo las puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales; b) el grado en el que el sistema es capaz de autoorganizarse; c) habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse.

El sistema social y el ecológico no ocurren de manera aislada, sino que han sido el producto de un proceso coevolutivo entre grupos étnicos interactuando con la naturaleza, la resiliencia ecológica está íntimamente ligada a la resiliencia social, siendo la habilidad de las comunidades de construir su infraestructura social como soporte a eventos extremos, se da principal y frecuentemente en aquellas comunidades que están en contacto directo con su medio ecológico (Walker *et al.*, 2002).

Cuevas (2016), en comunicación personal, menciona que la resiliencia cultural se refiere a la capacidad que el grupo humano involucrado en un agroecosistema dado, genere, aplique y modifique cuando sea necesario aspectos técnicos y sociales, de modo que los productos a obtener manifiesten e incluso incrementen el interés antropocéntrico por éstos.

### **¿Por qué evaluar los Agroecosistemas?**

A manera puntualizada, se expresan de forma personal, basado en diferentes fuentes de consulta, la importancia que tiene evaluar la sustentabilidad:

- Alta diversidad cultural y ecológica en México y específicamente la Sierra Norte de Puebla.
- Debido a la pérdida de recursos fitogenéticos derivada de manejos homogéneos para localidades altamente heterogéneas.
- Aculturación derivada de una globalización y capitalismo, en la que comer frijoles o quelites (*Amatanthus sp*) (*Phaseolus vulgaris*), es indicador de pobreza.
- Persistencia durante siglos, del manejo de recursos naturales con aplicación de tecnología agrícola tradicional. EHX
- Búsqueda de técnicas y estrategias, basados en el conocimiento empírico.

## Marcos de evaluación

Desde la década de los noventa, han surgido diferentes MES con el fin de crear indicadores que evidencien el estado de un sistema de manejo, con un acuerdo en definir las categorías desde los puntos de vista ambiental, económico y en menor medida social. Algunos marcos han sido elaborados para aplicarse a sistemas de manejo a escalas regionales o nacionales, o incluso desde una perspectiva meramente económica, dependiendo del concepto que se tenga de sustentabilidad. Al respecto en el presente estudio se considera que, si bien es importante la evaluación de la productividad y competitividad de la producción agrícola, no debe olvidarse la evaluación de la sustentabilidad de los mismos conceptos que de manera relevante debe incluir la conservación dinámica y mejoramiento de todos los recursos bióticos y culturales involucrados en los agroecosistemas. Por mencionar algunos, ver Tabla 11.

Marco de Evaluación	Descripción
P.E.R. (Presión-Estado-Respuesta)	En este tipo de evaluación el “estado” hace referencia al sistema en estudio, y de este provienen los indicadores que se evaluarán, las “presiones” serán aquellas producidas por el sistema social y sus actividades, y las “respuestas” se emitirán de forma individual o institucional.
CropSyst	Este modelo con intervalo de ejecución diario permite simular el balance de N y agua en el suelo, la fenología del cultivo, absorción de agua y nitrógeno, la intercepción de radiación por la cubierta vegetal, el crecimiento y desarrollo de área foliar, producción de biomasa, rendimiento final, producción y descomposición de residuos de cultivo y erosión del suelo. El modelo puede modificar estos procesos según las condiciones climáticas, tipos de suelo etc., incluyendo opciones de manejo.
Sarandón y Flores, (2009)	El autor propone una metodología para la elaboración y uso de indicadores de sustentabilidad la cual se basa en una serie de catorce pasos: Establecer el marco conceptual; definir los objetivos de evaluación; caracterizar el sistema a evaluar; relevancia de datos; definir las dimensiones a evaluar (ecológica, económica, social, cultural); definir categorías de análisis; desarrollar indicadores; ponderación estandarización; análisis pertinencia de indicadores; preparación de instrumentos para la recolección de datos; toma de datos; análisis de resultados; determinación de los puntos críticos a la sustentabilidad; replanteo de indicadores; propuestas de corrección y/o monitoreo.
IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura)	Es el organismo especializado en Agricultura del Sistema interamericano. Su objetivo general es apoyar a los Estados Miembros para lograr la sostenibilidad agropecuaria, en el marco de la integración hemisférica, y como contribución al desarrollo rural urbano. Este marco se propone analizar para cualquier sistema y en cualquier nivel de organización las siguiente categorías: la base de recursos del sistema, la operación del sistema propiamente, otros recursos exógenos al sistema (entrada y salida), la operación de otros sistemas exógenos (de entrada o salida).
	Constituye uno de los más importantes esfuerzos dirigido a la evaluación de la

FELSM (Marco de Evaluación de Manejo Sustentable de Tierras elaborado por la FAO, 1994)	sustentabilidad; sugiere una estructura con cinco pasos orientados a la definición y caracterización del sistema que se quiere evaluar, de las prácticas de manejo involucradas y de la escala espacio temporal de la evaluación; en los siguientes niveles se identifican los factores que afectan la sustentabilidad del sistema, así como los criterios que se usarán para analizarlos, con sus respectivos valores críticos.
LCA (Life Cycle Assessment)	Este marco de evaluación forma parte de la norma ISO 14000 de gestión medio ambiental, definido como un proceso que evalúa las cargas medioambientales que están asociadas al proceso de un producto a través de las energías y los materiales utilizados así como los residuos liberados al medio ambiente, por lo que evalúa e implementa estrategias y medidas para la mejora del medio ecológico. Está conformado por cuatro pasos principales: Definición del objetivo, Inventario del ciclo de vida, es decir lo que integra el producto, Evaluación del impacto del ciclo de vida (los impactos que tienen) y la interpretación de los datos.
MESMIS	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Este marco está integrado por una serie de pasos que conllevan a la búsqueda de indicadores que permitan evidenciar la sustentabilidad en diferentes sistemas de producción. Propone evaluar la sustentabilidad a partir de tres categorías: Social, Ecológico y Económico, así mismo utiliza atributos los cuales se verán afectados o beneficiados de acuerdo al manejo de dicho sistema, los atributos son: Resiliencia, Productividad, Competitividad, Adaptabilidad, Autogestión, Eficiencia, etc. Este marco de evaluación recomienda comparar dos sistemas de producción, crear y utilizar indicadores específicos para ese sistema (los indicadores utilizados variarán de acuerdo a cada sistema estudiado), crear estrategias que permitan al sistema y a sus componentes ser sustentables. Hasta el momento es el MES más utilizado, ya que la flexibilidad en su metodología permite adaptarse a los diferentes sistemas.
Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)	Una forma sencilla para la generación de indicadores de sustentabilidad, que sirvan posteriormente para la evaluación de cualquier sistema, es el análisis FODA, ya que permite determinar aquellos puntos débiles o benéficos para el sistema involucrado.

Tabla 11. Diferentes Marcos de Evaluación de Sustentabilidad

## Indicadores de sustentabilidad

Para la evaluación de la sustentabilidad se establecen indicadores con base en parámetros que permiten una visión holística de la naturaleza, y en relación con la supervivencia del hombre. Los indicadores son signos de evaluación ambiental o social, que se generan del análisis de los procesos que utilizan recursos ambientales para producir resultados. Se obtienen mediante una serie de parámetros específicos que, considerados en su conjunto y no de manera aislada, determinan la eficiencia, la economía, la equidad, el impacto ambiental, entre otros aspectos (López y Mantilla, 2006)

en Toro, García, Gómez, Acero y Rodríguez (2010). Por otra parte, la OCDE (2002), define a los indicadores como “una variable que describe una característica del estado de un sistema, generalmente de datos observados o estimados” citado en Toro *et al.* (2010).

A pesar de que la formulación de indicadores sea una parte de la metodología, es importante conocer las bases teóricas en las que se sustenta y sus características, la lista de indicadores debe incluir sólo aquellos que tengan una influencia crítica para el problema bajo estudio, esto para evitar definir una gran cantidad de indicadores, que resulten ser ineficientes o un pleonasma. Por lo tanto en acuerdo con (Maserá *et al.*, 2000; Torquebiau, 1989; Bakkes *et al.*, 1994; Dumanski, 1994; Singh *et al.*, 2009) en Maserá *et al.* (2000), para la generación de indicadores se deben considerar los siguientes criterios:

- Ser integradores, es decir, que tienen que describir otros procesos además del inmediato.
- Ser fáciles de medir, susceptibles de monitorear y basados en información fácilmente disponible.
- Ser adecuados al nivel de agregación del análisis del sistema estudiado (Figura 8).
- Ser aplicables en un amplio rango de ecosistemas y condiciones socioeconómicas y culturales, en el caso de los agroecosistemas.
- Tener un alto grado de robustez y reflejar realmente el atributo de sustentabilidad que se quiere evaluar.
- Estar basados en información de base confiable.
- Ser sencillos de entender.
- Permitir medir cambios en las características del sistema en el periodo considerado para la evaluación.
- Anticipar y evaluar las condiciones y tendencias.
- Proporcionar información de alerta temprana para prevenir daños económicos sociales y medioambientales.
- Formular estrategias y comunicar ideas.
- Apoyar la adopción de decisiones.
- Los indicadores de un sistema, no son aplicables a otros sistemas con componentes o condiciones ecológicas diferentes (No hay indicadores universales).

A continuación se muestra una serie de indicadores y su evaluación cualitativa (Tabla 12), para un ecosistema natural, un agroecosistema moderno y un agroecosistema sustentable elaborado por Pretty (2008) en Toro *et al.* (2010). Los valores mostrados, hacen referencia a una evaluación general e indican lo que se puede esperar para dichos sistemas.

Indicador	Ecosistema natural	Agroecosistema moderno	Agroecosistema sustentable
Productividad	Media	Alta	Media (posiblemente alta)
Diversidad de especies	Alta	Baja	Media
Diversidad funcional	Alta	Baja	Media-alta
Estabilidad de output	Media	Media-baja	Alta
Acumulación de biomasa	Alta	Baja	Media-alta
Reciclaje de nutrientes	Cerrado	Abierto	Semicerrado
Relaciones tróficas	Complejas	Simple	Intermedio
Regulación de la población natural	Alta	Baja	Media-alta
Resiliencia	Alta	Baja	Media
Dependencia de input externos	Baja	Alta	Media
Reemplazo humano de bajos procesos ecológicos	Baja	Alta	Media-baja
Sustentabilidad	Alta	Baja	Alta

Tabla 12. Valores cualitativos de indicadores de sustentabilidad

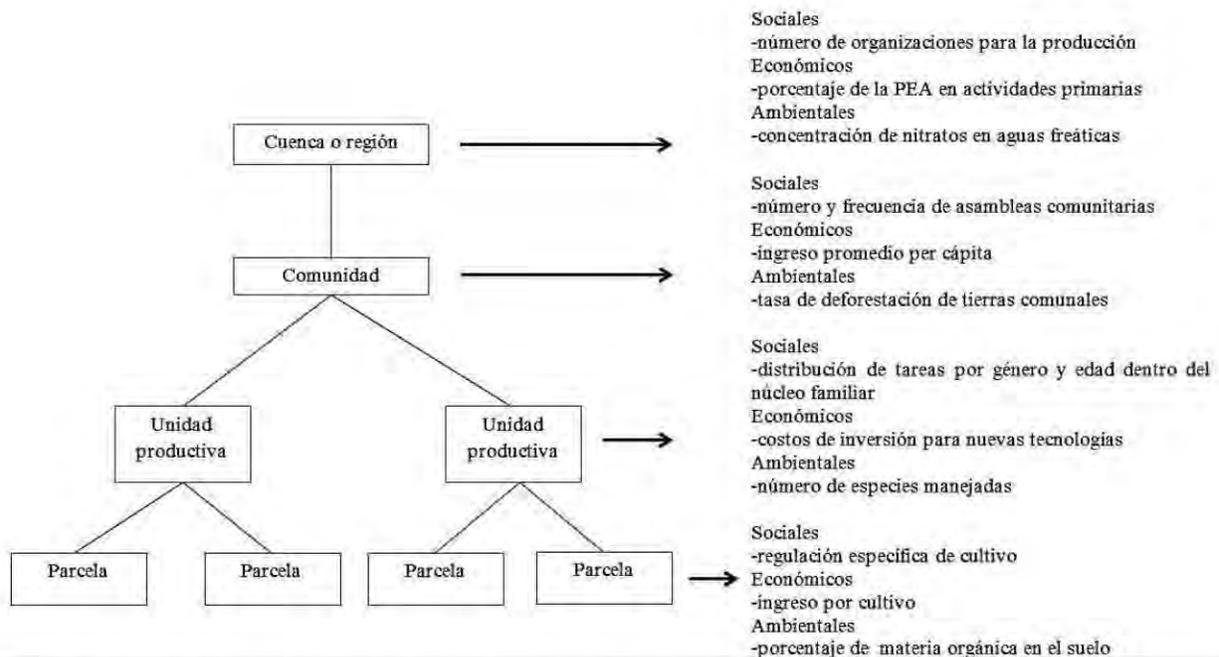


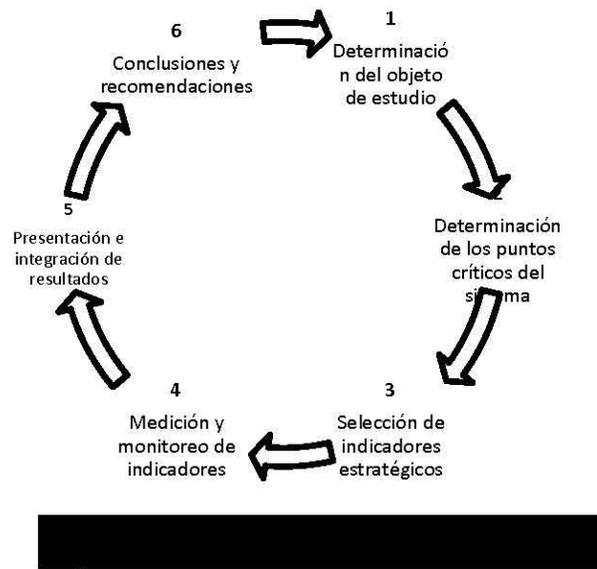
Figura 8. Niveles de análisis para la derivación de indicadores

## MESMIS (Marco de Evaluación para Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad)

El protocolo MESMIS surge a partir del objetivo de ampliar las diferentes propuestas de evaluación, principalmente en la metodología. Integra los siguientes elementos generales: a) delimitación de los atributos básicos de un sistema de manejo de

recursos sustentables; b) delimitación del objeto bajo estudio; c) derivación de criterios de diagnóstico y de indicadores concretos relacionados con los atributos de sustentabilidad; d) medición y monitoreo de los indicadores; e) análisis e integración de los resultados de la evaluación, y f) propuestas y recomendaciones para la retroalimentación del sistema de manejo y del proceso mismo de evaluación (Figura 9). Una característica relevante de este marco, es que la evaluación de la sustentabilidad es de carácter comparativo, es decir, se basa en el análisis simultáneo del sistema de manejo de referencia y de un sistema alternativo. Este procedimiento permite examinar en qué medida los sistemas alternativos son efectivamente más sustentables e identificar los puntos críticos, con el fin de impulsar cambios.

Se propone que la evaluación de la sustentabilidad sea una actividad participativa que requiere de una perspectiva y un equipo de trabajo **transdisciplinario** (Masera *et al.*, 2000). Sin embargo en el presente estudio se considera que más que un estudio interdisciplinario, es transdisciplinario, ya que los equipos conducentes que tiene la intención de evaluar la sustentabilidad deben considerar la amplia experiencia e inteligencia evidenciada por algunos campesinos, por lo que deben ser partícipes del propio análisis así como de la toma de decisiones, es decir, considerándolos parte del equipo de investigación, como autores y no simplemente como objetos de estudio

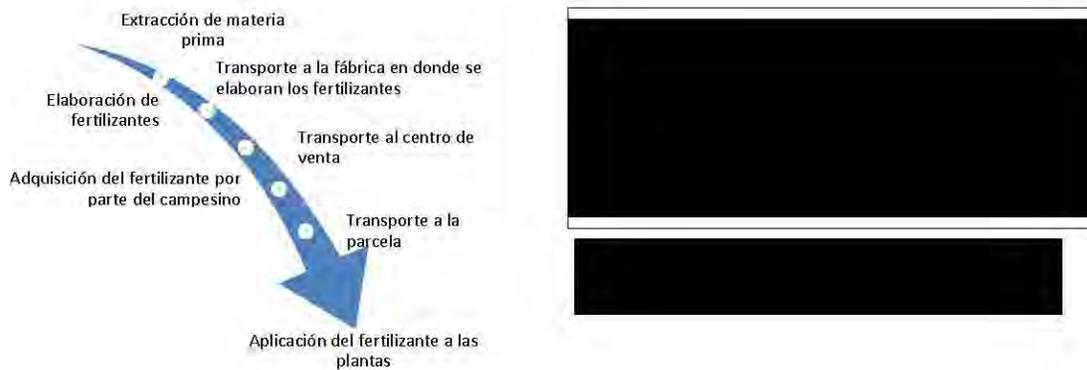


## LCA (Life Cycle Assessment)

Si bien son útiles los indicadores de los marcos de evaluación, es importante considerar algunos aspectos que normalmente no son considerados como parte de los indicadores de la evaluación de la sustentabilidad del llamado ciclo de vida (*Life Cycle Assessment*), ya que la mayoría de éstos implican entre otras cosas un gasto energético para su producción y transporte necesarios para su adquisición.

De acuerdo a la SETAC<sup>13</sup> (1993) en Iglesias (2005), el LCA es “Un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o actividad, que se efectúa identificando los materiales y la energía utilizada y los descartes liberados en el ambiente natural. La evaluación se realiza en el ciclo de vida completo del proceso o actividad, incluyendo la extracción y tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, el reciclado, la reutilización, y el despacho final”.

Las familias de Normas ISO 14000 contempla el ACV o *Life Cycle Assessment* en su serie de 14040; la ISO 14040 elabora un tipo de norma (estableciendo un procedimiento común a todos) que sirva para evaluar los impactos medioambientales a lo largo de toda la vida de un producto (Iglesias, 2005).



Un ejemplo de lo anterior, se hace evidente en el mejoramiento genético participativo diseñado por Dzib (2011), quien además de tomar en cuenta el rendimiento de los maíces cultivados por los Mayas, considera de igual importancia las características culinarias asociadas a su consumo, tales como: el sabor, olor, textura, tiempo de cocción del nixtamal, entre otros, involucrados en la producción tradicional de tortillas. Varios de los pasos indicados, requieren energía calorífica, la cual en el medio rural normalmente proviene del uso de leña, cuya obtención implica tiempo y energía humana (traslado de la casa al cerro, corte de la leña, transporte del lugar en donde se obtuvo hasta la casa), aspectos que lamentablemente normalmente no son considerados en las investigaciones agronómicas convencionales las cuales en la mayoría de los casos se restringen a la productividad y competitividad, mas no a la sustentabilidad asociada a los sistemas de manejo (Figura 11).

<sup>13</sup> SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry.



Figura 11. Mejoramiento genético participativo

## Regiones Bioculturales Prioritarias

En acuerdo con Boege (2008), los orígenes multicausales del deterioro ecológico, implican respuestas múltiples. La crisis ambiental debe ser entendida sobre una base de aproximaciones diferenciadas según la evaluación de un amplio espectro de variables: culturales, económicas, políticas y ecológicas.

Ante la importancia y los aportes de los territorios de los pueblos indígenas a la biodiversidad, los ecosistemas y sus recursos ambientales, se estima que sin la incorporación de las comunidades indígenas a las estrategias de conservación, México no podrá cumplir con los propósitos que se plantearon en la Convención de Río de Janeiro y de Johannesburgo y de las conferencias subsiguientes para contribuir al desarrollo sustentable. Se añade que por consiguiente y prioritariamente, no se alcanza el cumplimiento de la seguridad alimentaria para dichas poblaciones.

Lo antes mencionado implica que se debe reconocer que la conservación de la biodiversidad debe estar relacionada con la diversidad cultural de los grupos humanos.

Myers *et al.* (2000) citados en Boege (2008), ubican al país dentro de las áreas críticas amenazadas a nivel mundial. Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán concentran la mayor diversidad a nivel nacional y también tienen la mayor presencia de pueblos indígenas. Los campesinos con influencia mesoamericana y las comunidades indígenas intervienen tanto en las áreas naturales protegidas como fuera de ellas. La experiencia indica que cuando se presentan condiciones sociales adecuadas, la protección hacia los recursos vegetales y animales por medio de paisajes manejados, es relativamente eficiente en algunas áreas del país.

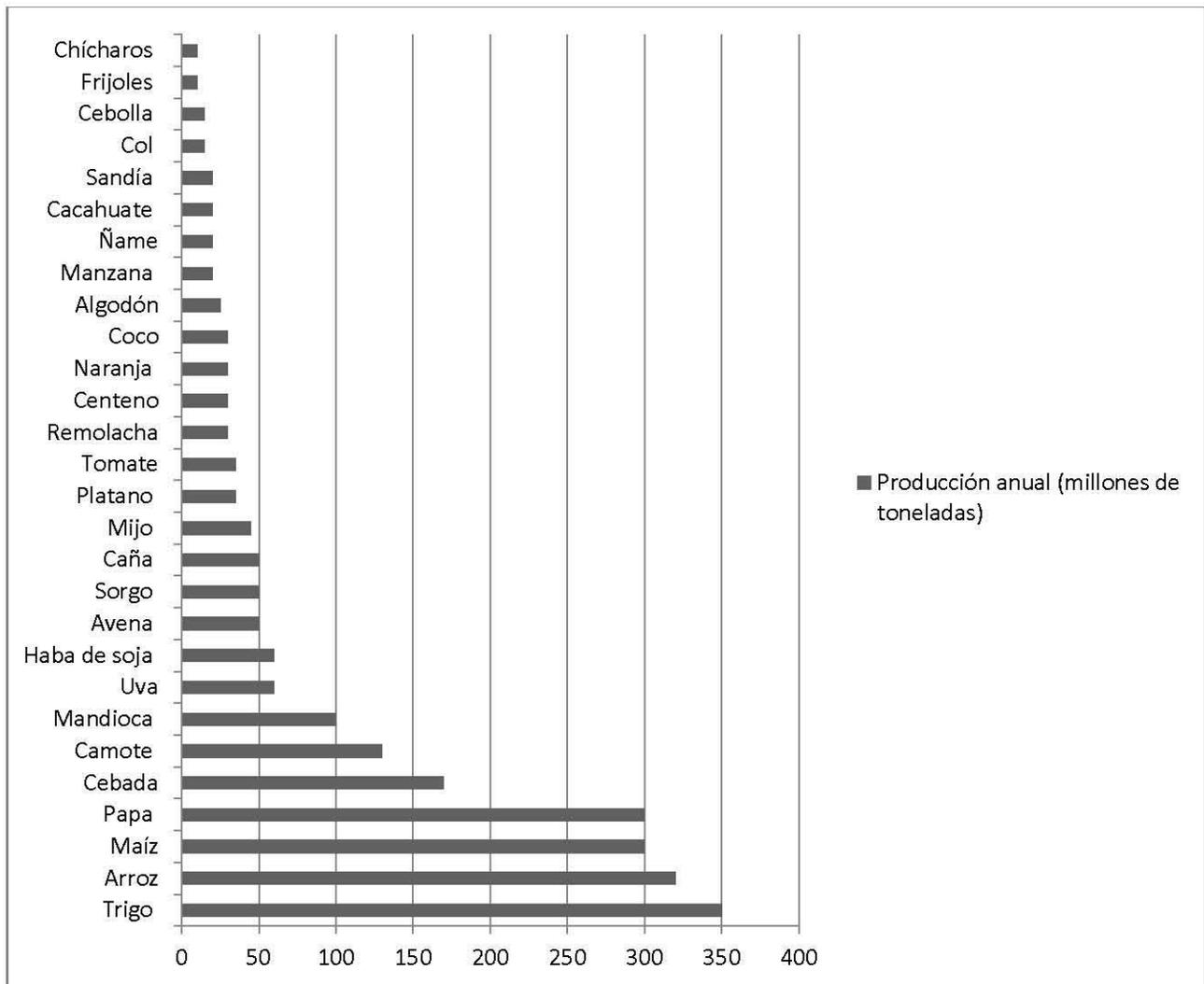
Las estrategias desarrolladas de los campesinos ante las adversidades del medio ecológico, son productivas y garantizan suficiente biomasa y bioenergía para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Los territorios indígenas son verdaderos laboratorios bioculturales donde, con un peso histórico-cultural importante, se practica todavía el intercambio entre plantas silvestre, arvenses y las domesticadas.

El sistema alimentario de los regiones bioculturales, se basa en la cantidad de 1000 a 1500 especies con sus variantes, mientras que el sistema alimentario mundial se centra en 15 especies (Caballero, 1985) en Boege (2008).

Al respecto Cuevas (s. f.), menciona que, no obstante, la tendencia a que más y más personas sean alimentadas por cada vez menos recursos vegetales y animales ha llegado a tal punto que hoy la mayoría de la población mundial es absolutamente dependiente de un puñado de especies. De acuerdo a Harlan (1976), las cuatro principales cosechas contribuyen con más tonelaje a nivel mundial que las otras restantes cosechas en conjunto (Gráfica 1). Éste es un fenómeno relativamente reciente y no era una característica de la agricultura de subsistencia tradicional que fue abandonada durante los últimos siglos.

Lo anterior -continúa el autor- es sumamente importante pues aún con los enormes esfuerzos por coleccionar y conservar el germoplasma de los recursos vegetales, es muy poco lo que se ha hecho por estudiar y aprovechar la diversidad genética contenida en las plantas silvestres, de las cuales, en México, de acuerdo con Rzedowski existen al menos 30 000 especies.



Gráfica 1. Las veintiséis especies vegetales domesticadas más usadas por la humanidad

Si siguiendo al autor, consecuentemente si seguimos así, menospreciando y extinguiendo los recursos vegetales y animales silvestres no habrá ningún banco de germoplasma que pueda evitar nuestra propia extinción, debemos en consecuencia, conservar no sólo a las plantas y animales de interés, sino también a los ecosistemas y agroecosistemas tradicionales cuya dinámica ecológica depende en gran medida de las múltiples funciones desempeñadas por la biodiversidad silvestre (Cuevas, 2004).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El presente estudio se realizó en Santiago Ecatlán del municipio de Jonotla, Puebla, ubicada dentro de la región fisiográfica de la Sierra Norte de Puebla, perteneciente al antiguo imperio del Totonacapan. Debido a que está cubierta por vegetación de Bosques Mesófilos de Montaña y Selva Alta Perennifolia y por ende, la alta diversidad biológica que alberga, la CONABIO ubicó esta área, dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias como la RTP 105<sup>14</sup>, dentro de la cual están consideradas otras localidades (Figura 12).

Ecatlán, emerge un 81.68% de su territorio en el periodo Cretácico, teniendo un tipo de roca con mayor porcentaje de tipo sedimentaria (46.47%) (Mapa 3); pertenece un 74.07% a la Sierra Madre Oriental y un 25% a la Llanura Costera del Golfo Norte; debido a la fisiografía fuertemente accidentada (Mapa 4) y a la humedad proveniente del Golfo, tiene un clima cálido con tendencia a ser templado, con régimen de lluvias en verano, poco oscilante y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (doble irradiación máxima), es decir,  $A(C)(w)ig$ , siendo ésta una zona de ecotono (Mapa 5); como resultado del tipo de clima y origen geológico, cuenta con los suelos leptosol, regosol, phaeozem y andosol (Mapa 6); permitiendo el desarrollo de Selva Alta Perennifolia (Mapa 7), la cual cuenta con diferentes grados de manejo.

---

<sup>14</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_105.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_105.pdf)

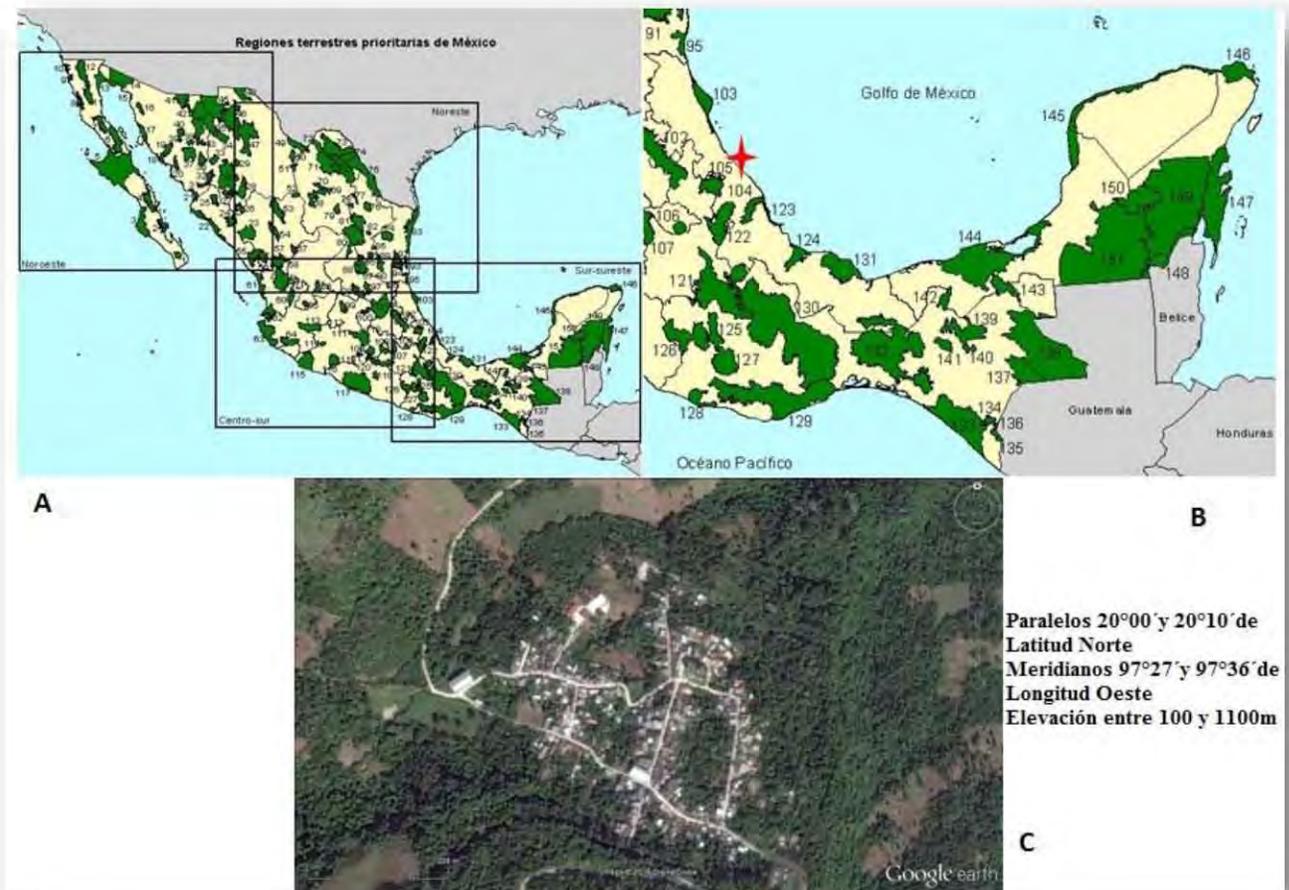


Figura 12. A: RTP de México; B: RTP 105; C: Santiago Ecatlán de Jonotla, Puebla

Las tablas 13 y 14 muestran datos municipales y demográficos de Santiago Ecatlán<sup>15</sup>

Datos actuales	
Clave INEGI	210880002
Clave de la Entidad	21
Nombre de la Entidad	Puebla
Clave del Municipio	088
Nombre del Municipio	Jonotla
Grado de Marginación	Alto
Nombre de la Localidad	Ecatlán (Santiago Ecatlan)

Tabla 13. Datos del municipio de S. Ecatlán

<sup>15</sup> <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=210880002>

Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total
Total de población en la localidad	334	376	710
Viviendas particulares habitadas	214		
Grado de marginación de la localidad	Alto		
Grado de rezago social	Bajo		

Tabla 14. Datos demográficos Ecatlán

Debido a la naturaleza del presente trabajo, no se consideró pertinente utilizar un sólo método de estudio, así, para la parte etnobotánica o antropológica la obtención de la información se llevó a cabo a partir de métodos como la observación participativa y encuestas directas, además de tomar en consideración las experiencias de la exploración etnobotánica indicadas por Hernández (1971). Las visitas se efectuaron en los meses de mayo, julio, septiembre y noviembre del 2015 y el mes de marzo y junio del 2016.

Para propósito de establecer un contraste en el sistema de manejo, aprovechamiento y conservación, se consideró pertinente la selección de dos familias contrastantes por el grado de apego a su cultura. Así se trabajó con dos familias, la del señor Benjamín Galindo y Agapito Bautista.

Una vez obtenidas las descripciones para ambos agroecosistemas, se definieron los indicadores de sustentabilidad necesarios para su posterior evaluación, los cuales se muestran en la Tabla 15.

## Cuadro metodológico de indicadores

Atributo	Indicador	Método de medición
Resiliencia, Estabilidad	Geológicos	Revisión de fuentes de consulta
	Geográficos	
	Climáticos	
	Edáficos	
	Vegetación	
	Fauna	
Resiliencia, Estabilidad, Productividad, Adaptabilidad, Confiabilidad	Especies vegetales percibidas como recurso	Observación participativa, encuesta estructurada, revisión de fuentes de consulta
Resiliencia, Estabilidad	Especies faunísticas (indicadores biológicos)	Observación participativa, encuesta estructurada, revisión de fuentes de consulta
Estabilidad, Productividad, Confiabilidad, Adaptabilidad	Superficie de producción	Encuesta estructurada
	Área de acción cotidiana	Observación participativa
	Calidad del suelo	Análisis de suelo (Muñoz <i>et al.</i> , 2013)
	Tipo de fertilizantes	Encuesta estructurada, observación participativa
	Variedad y tipos de herramientas utilizadas en el manejo	Encuesta estructurada
	Rendimiento de maíz (ton/ha) al año agrícola	Análisis cuantitativo
	Tipo de combustible utilizado en (kg) al año agrícola	Análisis cuantitativo
	Insumos agrícolas	Encuesta estructurada
	Organización de trabajo	Observación participativa, encuesta estructurada
Equidad, Confiabilidad	Valor de uso	Análisis cualitativo
	Valor de cambio	Análisis cualitativo
Resiliencia cultural, Adaptabilidad, Equidad	Cultura asociada	Observación participativa
	Práctica de lengua nativa	
	Uso de indumentaria nativa	
	Tipo de vivienda	
	Acceso a la educación	
	Accesos a servicios de salud	
	Prácticas religiosas	
	Conocimiento tradicional	Observación participativa
Transmisión del conocimiento tradicional	Observación participativa	

Tabla 15. Indicadores y su metodología

## Métodos de Evaluación de la Sustentabilidad

Posteriormente para la evaluación de los indicadores derivados de la descripción de los agroecosistemas, se utilizó el método de valor categórico, asignando como valor mínimo 1 y como valor máximo 10, esto entendiendo que el valor máximo es el óptimo o mejor estado del indicador, y el mínimo considerado como la peor situación. Se eligió esta escala con números ordinales, debido a que los resultados representan diferentes unidades de medición por lo tanto para asignar el valor obtenido dentro de la escala del 1 al 10, se utilizó la regla de tres.

Una vez obtenido los valores dentro de la escala mencionada, se utilizó el método de intervalo de referencia utilizando los valores mínimos y máximos obteniendo un porcentaje dentro de la escala del 1 al 100, en donde 100 indica la mejor situación para el indicador, mientras que 1 representa la peor situación, mediante la siguiente fórmula:

$$d = \left( \frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}} \right) 100$$

Finalmente los valores obtenidos se representaron mediante dos gráficas, una Ameba para la visualización de los indicadores y su contrastación para ambos sistemas; y una gráfica de barras que compara los tres componentes de la sustentabilidad: Ecológico, Económico y Sociocultural.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Medio Ecológico de Ecatlán

Tomando en cuenta que, las amplitudes y limitantes del medio ecológico en orden causal, son determinantes para el desarrollo de las especies vegetales y animales considerados como recurso a la sobrevivencia de un grupo humano, se realizó el siguiente cuadro con información general, que permitiera un mejor entendimiento del ambiente en donde se mantiene vigente el sistema de manejo tradicional y el de transición. Dado que ambos agroecosistemas evaluados se encuentran en la misma área de estudio, las características a continuación mencionadas, son compartidas por ambos.

Componentes	Indicadores	Descripción	Observaciones
Geológicos	Material parental	81.68% perteneciente al periodo Cretácico, 6.32% Jurásico, 5.94% Neógeno y 3.67 al Cuaternario. Tipo de Roca ígnea extrusiva: ceniza volcánica (5.94%); sedimentaria: caliza (46.47%), lutita (34.66%) y caliza lutita (6.87%). Suelo aluvial (3.67%)	Emergencia en el Cenozoico
Geográficos	Ubicación geográfica	Entre los paralelos 20°00' y 20°10' de latitud norte; los meridianos 97°27' y 97°36' de longitud oeste; elevación, entre 100 y 680 msnm.	Esta región es la segunda más húmeda. Ocupa el 0.09% de la superficie del estado. Presenta topoformas: Sierra alta escarpada (69.78%), Lomerío típico (25.94% y Sierra Baja (4.28%) Pertenece a la RTP 105
	Relieve	Pertenece un 74.07% a la Sierra Madre Oriental y un 25.93% a la Llanura Costera del Golfo Norte.	
Climáticos	Tipo de clima	A(C) (w) íg Clima de transición, cálido tendiente a templado, con régimen de lluvias en verano, poco oscilante y marcha anual de la temperatura tipo Ganges (doble irradiación máxima)	Temperatura media anual 20-26° C; Precipitación media anual 2400-4100 mm Zona de ecotono
Edáficos	Tipo de suelo predominante	Leptosol (47.70%), Regosol (36.88), Phaeozem (7.94%) y Andosol (5.09%)	Profundos y ricos en materia orgánica
Vegetación	Tipo de vegetación	Selva Alta Perennifolia	Pastizal (24.16%), selva (6.36%) y bosque (6.00%) Sólo quedan relictos*
	Uso del suelo	Agricultura (61.09%) y zona urbana (2.39%)	

Tabla 16. Indicadores correspondientes al Medio Ecológico de Ecatlán

## Sistemas de manejo

Si bien la mayor parte de las familias de la comunidad de estudio continúan practicando la llamada tecnología agrícola tradicional para la obtención de productos útiles a sus necesidades, mediante el sistema conocido como Roza

## Descripción del manejo del agroecosistema tradicional

Los sistemas de manejo relativos a los maíces que cultivan los campesinos en la Sierra Norte de Puebla se divide en dos períodos, el llamado *Tornamil* y el *Chupamil*, los cuales se expresan a lo largo de un año agrícola. El sistema de manejo *Chupamil* se siembra en Julio y se cosecha en Octubre, mientras que el *Tornamil* se inicia en diciembre, enero o febrero para cosecharse en el mes de Julio.

El sistema de Roza Tumba y Quema consiste en limpiar el terreno, cortando los árboles (con hacha), al secarse éstos se cortan para la obtención de leña y ocasionalmente carbón, los materiales para este propósito se llevan a la orilla de la parcela y se queman los residuos del árbol, como la parcela se encuentra en una pendiente un poco pronunciada (38°), los restos se jalan palanqueando, este trabajo se realiza normalmente con la participación de 4 personas con la finalidad de establecer las llamadas *guardarrayas* (superficie sin vegetación) en la periferia del área a cultivar, las cuales son muy importantes para evitar que el fuego se disperse peligrosamente. Las quemas normalmente se realizan en mayo debido a las altas temperaturas y a la frecuente canícula.

Una vez realizada la limpia del terreno se siembra el maíz aproximadamente 2 almud (14 kg) por 1 hectárea o 1 ½ ha, colocando seis semillas por golpe (hecho con espeque) a una distancia de 1 metro entre cada hoyo. Por lo general se siembra maíz blanco, no obstante algunos campesinos siembran éste junto con amarillo, rojo y negro, que de acuerdo a su experiencia, el amarillo se cosecha más rápido y es dulce, el cual utilizan para dar de comer a los cerdos para engorda, atribuyéndole al rojo la función de protección de los demás, siendo el principal problema la presencia constante de vientos fuertes, aspecto enfatizado por Hernández (1971) como parte de los razonamientos aplicados por el agricultor tradicional al enfrentarse a la heterogeneidad de la precipitación de un determinado sitio. Para que crezca bien el maíz se limpia la parcela al mes de haber sembrado y al siguiente mes se realiza el aporqueo (aproximar tierra al pie de cada planta) con el auxilio de azadón, un mes antes de que se coseche se dobla el tallo para evitar que siga creciendo y que la mazorca quede invertida y no se pudra, esta actividad se realiza con el lomo del machete.

Junto con el maíz también se siembra chile (*Capsicum annuum*) verde o chiltepín (*stilampin*), mismos que normalmente se cosechan en septiembre. También puede cultivarse amaranto *Amaranthus hypochondriacus* (*sahuakaka*) y *Porophyllum ruderale* (pápalo quelite) conocido localmente como *puxnankaka*. En mayo puede sembrarse frijol negro de mata (*stapu*), obteniéndose además la hierba mora *Solanum nigrescens* y en Totonaco *mustulut*, la cual es una arvense de alta demanda comestible y medicinal.

Las semillas cosechadas del *Tornamil* que se utilizan para la siguiente siembra no se pueden utilizar para el sistema de manejo *Chupamil*, pues ambos han sido domesticados para condiciones específicas del ciclo de cultivo. El transporte utilizado para los recursos cosechados es el llamado huacal (Figura 14) que consiste en un tipo de costal elaborado de fibra de jonote (*Heliocarpus donnell-smithii*), conocido en Totonaco como *xuni kiu* y un tipo especial de bejuco, a éste le caben alrededor de 50 mazorcas.

Para la selección de semilla de maíz, los campesinos desgranán las mejores mazorcas por la parte del centro, eligiendo los granos más grandes (Figura 15), y antes de la siembra los ponen a remojar, esto para acelerar el proceso de germinación.



Figura 14. Don Benjamín Galindo, mostrando la posición en que se coloca el huacal elaborado a base de fibra de jonote



Figura 15. Selección de semilla para la siguiente siembra

La presencia de dos cultivos de maíz al año agrícola, en los agroecosistemas tradicionales, permite asegurar la base principal de su alimentación: el maíz. El tiempo de siembra a cosecha del *Chupamil* es de aproximadamente de 4 meses, mientras que el periodo para el *Tornamil* es de aproximadamente 8 meses. De aquí que las semillas utilizadas en el primer cultivo, no sean las mismas para el segundo pues están adaptadas a diferentes condiciones, siendo la capacidad de dichos maíces para aprovechar la humedad disponible el principal rasgo distintivo.

Dentro del agroecosistema se obtuvo un registro general de las siguientes especies animales, considerados como indicadores biológicos (Tabla 17).

Indicadores biológicos	
Artrópodos	Abeja melipona ( <i>Melipona bicolor</i> ) Broca de café ( <i>Hypothenemus prolixus</i> )
Aves	Loros ( <i>Forpus spp</i> ), chachalaca <i>Ortalis canicollis</i>
Mamíferos	Tejón ( <i>Taxidea taxus</i> ), ardillas ( <i>Sciurus aureogaster</i> )
Reptiles	Nauyaca ( <i>Bothrops asper</i> ), coralillo ( <i>Micruroides euryxanthus</i> )
Otros organismos	Lombriz de Tierra <i>Lumbricus terrestres</i> en media abundancia
Microorganismos	Edáficos: Colémbolos. Hasta el momento sólo se ha encontrado una especie del género <i>Salinia</i> .
TOTAL ≈	10 especies

Tabla 17. Registro de especies animales dentro del agroecosistema tradicional

## Aspectos culturales

El manejo de este agroecosistema, se basa en el conocimiento empírico de la familia Galindo, perteneciente a la cultura Totonaca, se conforma por ocho integrantes, de los cuales, dos son mujeres, tres son hombres, dos niños y una niña (Tabla 18).

Integrante de familia	Edad (años)
Benjamín Galindo García	78
Carmen Bautista Allende	70
René Galindo Bautista	46
María de Lourdes Galindo Bautista	34
Jesús Gómez Bautista	34
Jesús Eduardo Gómez Galindo	12
Ángel Uriel Gómez Galindo	8
Xanay Gómez Galindo	3

Tabla 18. Integrantes de la familia Galindo

Los principales conductores de dicho conocimiento son Don Benjamín y su esposa, Doña Carmen; ambos siguen utilizando la vestidura tradicional y mantienen en práctica el uso de su lengua nativa, sin embargo, debido a problemas de salud, se ven limitados a seguir transmitiendo con el ejemplo, la mayoría de sus tradiciones. Guardan un gran respeto a sus creencias religiosas, por lo que Doña Carmen es partícipe de fiestas o mayordomías que prevalecen en la comunidad.

La persistencia de estos eventos y su relación con la importancia de la conservación de recursos fitogenéticos, se evidencia en múltiples aspectos tales como la elaboración de platillos tradicionales como el atole agrio, el cual se elabora a base de maíz nixtamalizado, dejándose fermentar 3 días y sólo se consume en fecha de celebración de algún santo. Otra actividad que se realiza una vez terminada la cosecha de maíz, es la formación de una cruz con mazorcas rojas al centro de las demás mazorcas apiladas, dentro de la casa, esto es para pedir y asegurar la próxima cosecha. Bye (2011) en Mera *et al.*, (2011), menciona que uno de los procesos de la aculturación ocurre cuando el rasgo cultural persiste de una manera limitada y su significado cultural ha sido cambiado o perdido, la ruptura de estos componentes, disminuye cada vez más el interés por el cultivo o de cualquier grado de manejo, de ciertas especies vegetales, reduciendo la variedad de alimentos presentes en el hogar y por lo tanto la crisis de la seguridad alimentaria.

La mayoría de los procesos involucrados en la dinámica de su agroecosistema, se basa en el conocimiento tradicional, legado de sus ancestros, que frecuentemente está ligado a un raciocinio ecológico y cultural. De esta forma la información obtenida, fue a

partir de los adultos Don Benjamín y Doña Carmen, quienes describieron su sistema de manejo, el reconocimiento de especies vegetales en totonaco, así como usos y formas de aplicación de algunas especies vegetales. De igual forma, la informante Lourdes mantiene en práctica el conocimiento que adquirió por parte de sus padres a través del ejemplo, y que ahora emite el mismo a sus hijos. (Figura 16).



Figura 16. Sistema general de transmisión del conocimiento empírico en la familia

Respecto al uso de plantas medicinales, Doña Carmen menciona lo siguiente: “*nosotros sabemos de qué medicinas nos ocupamos*”. Sin embargo, cada vez son menos las especies que se utilizan para tal objetivo, ya que, en opinión de Lourdes, el principal uso que se le da ahora a las plantas, es comestible.

## Procesos de aprovechamiento de los recursos

El registro de especies vegetales hace referencia a los meses de mayo a septiembre, del cual se obtuvieron los siguientes datos de su agroecosistema: 12 especies vegetales se utilizan como medicinal; 11 especies reportadas con uso medicinal pero que no utilizan con dicho objetivo, cabe mencionar que las especies de las que se benefician de esta categoría, son principalmente adquiridas de su huerto y del camino entre su casa y la parcela, mientras las que no utilizan son frecuentes en la parcela; 10 especies con uso comestible son adquiridas del huerto y 15 provenientes de la parcela; y 9 especies con uso para leña; algunas especies se encuentran dentro de dos o tres categorías de uso; en total se reportan 42 especies vegetales para este agroecosistema, de las cuales 18 fueron reportadas con nombre en Totonaco, principalmente aquellas con uso alimenticio y medicinal, el resto de las especies fueron identificadas con nombre

común (Tablas 19 y 20). La diversidad de especies utilizadas es un reflejo de la conservación de su cultura.

La mayoría de los nombres de sus recursos, tienen sufijos, los cuales pueden indicar a qué tipo de planta se refiere, es decir, especies arbóreas, herbáceas, o que son comestibles, etc., un ejemplo son los quelites, que en Totonaco se denominan *ka'ka*, mientras que en Náhuatl tienen terminación en *quilitl*, ambas denominaciones indican que la planta es de uso alimenticio, pero sólo de aquellas partes tiernas como tallo u hojas y que por lo tanto, su consumo es antes de la floración o madurez de la especie. Este ejemplo indica parte de la importancia del uso actual del idioma nativo de las comunidades.

Nombre común	Nombre en Totonaco	Nombre científico	Categoría de uso y descripción	Grado de manejo
Buganvilia morada	Shpuputshanat	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Familia Nyctaginaceae)	Se utiliza para curar la tos (Medicinal), las partes que se usan son principalmente las flores o toda la planta; se pone a hervir con tres hojas de tepejilote ( <i>Chamaedorea oblongata</i> ) y un diente de ajo ( <i>Allium sativum</i> ); ya elaborada la infusión, se toma una vez al día, sin consumir alimentos fríos mientras dure el tratamiento.	Cultivada
Papaya silvestre	Tsikixanant	<i>Carica papaya</i> L. (Familia Caricaceae)	Se utiliza como comestible en fruta, sin comer las semillas debido a que ocasionan estreñimiento; las hojas se utilizan como jabón para lavar ropa, éstas sólo se ponen a remojar, no se tallan las hojas para evitar teñir la ropa.	Silvestre
Pimienta	U'cum	<i>Pimenta dioica</i> L. Merrill (Familia Myrtaceae)	La fruta es de uso comestible mientras que la hoja tiene uso medicinal, la infusión de ésta sirve para calmar los cólicos menstruales y el dolor de muela; también se utiliza como condimento en las comidas; y su madera en ocasiones se utiliza como fuente de combustible.	Fomentada
Caña de venado	Ix tanchkgat paxni	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Swartz (Familia Costaceae)	Es de uso medicinal, la parte que se utiliza es el tallo, que sirve para malestar de riñones, se prepara como te y se toma como agua de tiempo.	Silvestre
Hierbamora	Ix pakgcha tantsiksi	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti (Familia Solanaceae)	Es de uso comestible, se consume como quelite las hojas y el tallo, se ponen a hervir sin sal y se acompañan con guisado de frijoles; en caso de que el caldo de las hojas y tallos, tenga sabor amargo, se puede utilizar como te para curar la bilis.	Fomentada
Cilantro extranjero	Cuxla culanto	<i>Eryngium foetidum</i> L. (Familia Apiaceae)	Las hojas se utilizan como condimento aplicado en las comidas como huevos revueltos o guisado de frijoles; su raíz tiene uso medicinal que se prepara en te para prevenir una amenaza de aborto.	Fomentada
Albahaca	Xpasimakatoro	<i>Ocimum basilicum</i> L. (Familia Labiatae)	Con uso medicinal o espiritual, planta que en forma de racimo sirve para hacer una limpia a niños llorosos o curar de mal aire; en ocasiones se utiliza en negocios como atracción de buena suerte.	Cultivada
Maltanzin	Pecuatowan	<i>Scutellaria guatemalensis</i> Leonard (Familia Labiatae)	Es de uso medicinal, se utiliza como baño para curar el susto en bebés y niños; se pone a hervir con otras plantas como omequelite, ajo, tabaco y un poco de tierra extraída de donde se experimenta el susto.	Silvestre
Papa voladora	Shunapapas	<i>Dioscorea bulbifera</i> L. (Familia Dioscoreaceae)	Es de uso comestible, la papa se pone a hervir y una vez cocida se acompaña con sal.	Fomentada
Xocoyol	Shcutni	<i>Begonia heracleifolia</i> Cham & Schldl. (Familia Begoniaceae)	Tiene uso comestible, el platillo más preparado con esta planta son los frijoles; se utiliza sólo los tallos, debido a que poseen un sabor agrio se pelan y se ponen a hervir hasta que pierdan dicho sabor, posteriormente se agregan a la olla de frijoles y se le puede acompañar con chicharrón de cerdo.	Silvestre
Florifundio	Kalapus	<i>Datura x candida</i> Pers. (Familia Solanaceae)	Se utiliza como forraje para alimentar a los pollos, en específico a los totoles; esto ayuda a disminuir el consumo de masa.	Cultivada
Flor de muerto	Cempoalxochitl	<i>Tagetes erecta</i> L. (Familia Asteraceae)	La flor es de uso ceremonial, se coloca en altares en representación de espera de los difuntos de las familias.	Domesticada

Pata de león	***	<i>Modiola multifida</i> Moench. (Familia Malvaceae)	Es de uso medicinal, se desconoce qué parte de la planta se emplea, sin embargo sirve para malestar de riñón.	Silvestre
Santa Elena	***	<i>Abelmoschus manihot</i> (L.) Medik. (Familia Malvaceae)	Es de uso medicinal, la semilla sirve como antídoto para la picadura de serpiente. La semilla se tritura y se pone a hervir para tomar en te, éste se acompaña con te de tabaco y aguardiente, para hacer efecto al vómito.	Silvestre
Cuernavaca	***	<i>Montanoa grandiflora</i> (DC.) Sch.Bip. ex Hemsl. (Familia Asteraceae)	Sus hojas se utilizan para curar el susto, se ponen a hervir y se toma como te.	Cultivada
Huichin	***	<i>Verbesina persicifolia</i> (DC.) Sch.Bip. ex Hemsl. (Familia Asteraceae)	Se utiliza para curar la gastritis, se prepara en infusión con un racimo de hojas y se bebe.	Silvestre
Aretillo	Tanchuchut	<i>Hibiscus spiralis</i> Cav. (Familia Malvaceae)	Tiene uso ornamental y medicinal; beber la infusión de sus hojas sirve para disminuir la presión alta.	Silvestre
Mirto	***	<i>Salvia microphylla</i> Kunth (Familia Labiatae)	Ornamental	Cultivada
Cebollín	A'katzana	<i>Allium neapolitanum</i> Cirillo (Familia Amaryllidaceae)	Se utiliza como condimento en diferentes comidas.	Cultivada
Total				19 sp

Tabla 19. Recursos vegetales del Huerto en el agroecosistema tradicional

Nombre común	Nombre en Totonaco	Nombre científico	Uso	Grado de manejo
Cedro	Pushnankiwi	<i>Cedrela odorata</i> L. (Familia Meliaceae)	Su uso principal a partir de su madera es el combustible y la construcción de muebles y artesanías. Antes se utilizaba para curar el susto, golpeando con un racimo a la persona que padecía.	Silvestre
Caoba	Makxuxutkiwi	<i>Swietenia macrophylla</i> King (Familia Meliaceae)	Es de uso maderable para construcción, también se utiliza como combustible.	Tolerada
Garrochilla	Jashupu	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sesse. ex DC. (Familia Sapindaceae)	Es de uso combustible, se considera que es buena leña por la duración dentro del fogón.	Tolerada
Ojite	Cupsap	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz (Familia Moraceae)	Principalmente tiene uso como combustible.	Silvestre
Cuapirol	***	<i>Hymenaea courbaril</i> L. (Familia Fabaceae)	Artesanal, combustible.	Tolerada
Guacima	Puklnankiwi	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Familia Malvaceae)	Su corteza se utiliza para la disentería, se pone a hervir un trozo en un recipiente con aproximadamente un litro de agua y se toma como te, también sirve como leña.	Tolerada
Cirueta	Ska'tan	<i>Spondias mombin</i> L. (Familia Anacardiaceae)	Es de uso comestible, el fruto se come maduro.	Fomentada

Zapote negro	Tsitseke sahuai	<i>Diospyros digyna</i> Jacq. (Familia Ebenaceae)	Se utiliza como cerca viva en cafetal; el fruto es de uso comestible.	Fomentada
Xopilet	Sinaskiwi	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq. (Familia Meliaceae)	Tiene uso ornamental y como combustible.	Fomentada
Jonote	Shunuk	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i> Rose (Familia Malvaceae)	Se utiliza como cerca viva y como buena fuente de combustible.	Fomentada
Ixquihit		<i>Renealmia alpinia</i> (Rottb.) Maas (Familia Zingiberaceae)	Uso principalmente alimenticio, se prepara con el fruto maduro, éste se pela y se le quitan las semillas, con la masa amarilla que queda se pone a hervir a modo de caldo con condimento como pimienta y cilantro.	Fomentada
Maiz	Cuxi, tsauam	<i>Zea mays</i> L (Familia Gramineae)	Alimento, forraje, artesanal, medicinal, bebida, ceremonial.	Domesticado
Chiltepin	Stilampin	<i>Capsicum annuum var. Glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill (Familia Solanaceae)	Se utiliza como condimento, ya sea en elaboración de salsa de molcajete con un poco de sal o chiles tostados para acompañar cualquier alimento.	Domesticado
Papaloquelite	Pucsnancaca	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. (Familia Asteraceae)	Es de uso comestible, se come cruda para acompañar la comida, o bien se puede comer sólo con tortilla y salsa.	Cultivado
Jitomate	Sapak ca	<i>Solanum lycopersicum</i> L. (Familia Solanaceae)	Alimenticia, para preparación de algunos guisados.	Domesticado
Pifoncillo	Chu ta	<i>Jatropha curcas</i> L. (Familia Euphorbiaceae)	Las semillas son comestibles, éstas tienen que tostarse; también se utiliza como sombra de cafetal y sostén para el crecimiento de la vainilla, así como buena fuente de combustible.	Domesticada
Vainilla	Sumi xa 'nat	<i>Vanilla planifolia</i> Andr. (Familia Orchidaceae)	Saborizante, ceremonial, ornamental, medicinal.	Domesticada
Café	Cape	<i>Coffea arabica</i> L. (Familia Rubiaceae)	La semilla se utiliza para la preparación de café (Bebida)	Domesticado
Cacahuate	Cacahuate	<i>Arachis hypogaea</i> L. (Familia Fabaceae)	Es de uso comestible, las semillas se comen tostadas.	Domesticada
Chalahuite	Wikalam	<i>Inga edulis</i> Mart (Familia Fabaceae)	Se utiliza principalmente como sombra ara cafetal.	Fomentada
Sangre de grado	Puklhni, puelnankiwi	<i>Croton draco</i> Schltld. (Familia Euphorbiaceae)	Se utiliza como combustible.	Silvestre
Piña		<i>Ananas comosus</i> L. (Familia Bromeliaceae)	Su infrutescencia se utiliza para comer.	Domesticada
Mandarina		<i>Citrus reticulata</i> Blanco (Rutaceae)	El fruto es comestible	Domesticada
Total				23sp

Tabla 20. Recursos vegetales de la parcela en el agroecosistema tradicional

Para describir los procesos de aprovechamiento se consideraron pertinentes las siguientes actividades:

En el desayuno generalmente se toma café (*Coffea arabica*) recurso propio de la familia, con galletas como producto comprado. En el almuerzo se asan unos ejotes (*Phaseolus vulgaris*) con una salsa de  $\frac{1}{4}$  de tomate (*Physalis ixocarpa*) y  $\frac{1}{4}$  de chile verde (*Capsicum annuum*); éstos últimos son especies del huerto. Se acompaña con 1  $\frac{1}{2}$ kg de tortillas (15 mazorcas). En la comida se utiliza generalmente  $\frac{1}{4}$  de frijoles (*Phaseolus vulgaris*),  $\frac{1}{2}$  de xocoyoli (*Begonia heracleifolia*), 100g de manteca comprada y otro 1  $\frac{1}{2}$ kg de tortillas (15 mazorcas). En la cena se toma café con leche o café con té, pero con frecuencia la familia debido a cuestiones económicas no cena. La mayoría de los recursos utilizados, provienen de la producción del agroecosistema.

La leña que utilizan para el cocimiento de sus alimentos, proviene frecuentemente de especies como el chalahuite (*Inga edulis*), sangregado (*Croton draco*) y el garrochillo o *Lakax Kuhui* (*Cupania dentata*). Las personas que se encargan de cortar la leña utilizan el árbol viejo; y el “bueno” (joven), lo dejan para dar sombra al café. Estos datos coinciden con los reportados por López, L. (s.f.) quien menciona que los agroecosistemas, por tener una gran diversidad de plantas, las especies que más utilizan para leña de mayor a menor importancia son: chalahuite (*Inga edulis*), naranjo (*Citrus* sp.), mandarina (*Citrus reticulata*), café (*Coffea arabica*), jonote (*Heliocarpus* sp.), ilite (*Alnus acuminata*), hormigón (*Cecropia obtusifolia*), sangregado (*Croton draco*), carboncillo (*Persea* sp.) y pomarroja (*Syzygium jambos*), entre las más importantes; mientras que Martínez *et al.* (2007), indican que existen alrededor de 47 especies de uso combustible en las zonas cafetaleras de la Sierra Norte de Puebla.

Entre las características que la familia toma en cuenta para la selección de las especies que utilizarán como leña, se encuentran las siguientes: que la leña no genere demasiado humo y rápida cocción de sus alimentos. La colecta de leña se da principalmente en su parcela y en menor grado, se colecta del camino. El acarreo se realiza colocando la carga en la espalda con ayuda de un huacal. Finalmente la leña se coloca en un lugar seco y se apila para ser ocupada (Figura 17).



Figura 17. Leña apilada

En promedio la familia responsable de este agroecosistema requiere de 1300 kg de leña anuales, considerando que en ocasiones se utiliza el tanque de gas. Los datos obtenidos para maíz (el cual se considera la base del sustento alimenticio), se requieren 30 mazorcas al día que equivale a los 3kg de tortilla, consumiendo cada integrante aproximadamente 375g, por lo tanto al año consumen 1008kg, esto sin mencionar el consumo de elotes tiernos y para aquellos platillos que son reportados como “antojitos” ya sean tamales, atole de elote, etc. Por lo que se estima un aproximado de 1500kg de maíz.

La manufacturación de tortillas es una actividad que se mantiene actual en varias familias de Ecatlán; en la familia Galindo, Doña Carmen y su hija Lourdes son quienes elaboran tortillas, utilizando el metate para moler el maíz ya nixtamalizado, sin embargo en algunas ocasiones se manda a moler el maíz en máquinas, principalmente debido al tiempo, aunque esto genera un gasto económico.

Un trabajo reportado por Cuevas (2011), indica que la elaboración de tortillas a mano implica el reconocimiento de la calidad tortillera, mismo que no tiene que confundirse con el concepto de rendimiento tortillero, en dicho trabajo se postuló que la obtención de una buena tortilla depende de la acción concomitante de los siguientes aspectos: a) el tipo de maíz utilizado; b) la tecnología aplicada al proceso pertinente a su elaboración; y c) los antecedentes culturales y d) experiencia de la gente que las elabora (Figura 18).

En Ecatlán la gente acostumbra a clasificar y separar sus mazorcas, según el uso al que habrán de destinarse sus semillas. Siguiendo al autor, encontró que el mayor grupo es el que incluye mazorcas, que por su aspecto (mazorcas con granos blancos, sin daños ocasionados por plagas o enfermedades) son seleccionadas para hacer las tortillas; estas mazorcas son el producto de la primera siembra del sistema *Tornamil*, en el cual a

diferencia de lo ocurrido en la segunda siembra *Chupamil*, las mazorcas son mucho más grandes y sus semillas son menos dañadas por los insectos o enfermedades.

Las características que la gente de esta comunidad considera de especial interés para una buena tortilla son: sabor, aroma, textura, flexibilidad, tamaño, color, grado de cocción y duración sin que se aceden. Otro resultado de esta investigación es que, en promedio las tortillas elaboradas midieron 10cm de diámetro y 4mm de espesor, con peso en caliente de 25 a 30g (Figura 19).

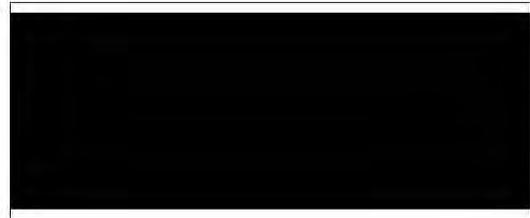


Figura 18. Manufacturación de tortillas con el típico "aplauso"

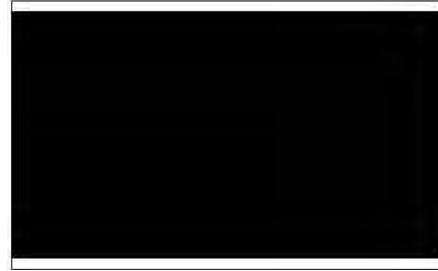


Figura 19. Tortilla manufacturada

### **Diversidad vegetal del agroecosistema tradicional**

Las 42 especies vegetales registradas, se encuentran representadas dentro de 25 Familias, de las cuales Malvaceae, Solanaceae, Asteraceae, Fabaceae y Labiatae son las más abundantes; y 41 Géneros, de los cuales *Solanum* está representado por dos especies; las cuales como ya se mencionó, pertenecen al área de acción cotidiana, no sólo de la parcela, por lo tanto no se aplicaron los índices de diversidad básicos.

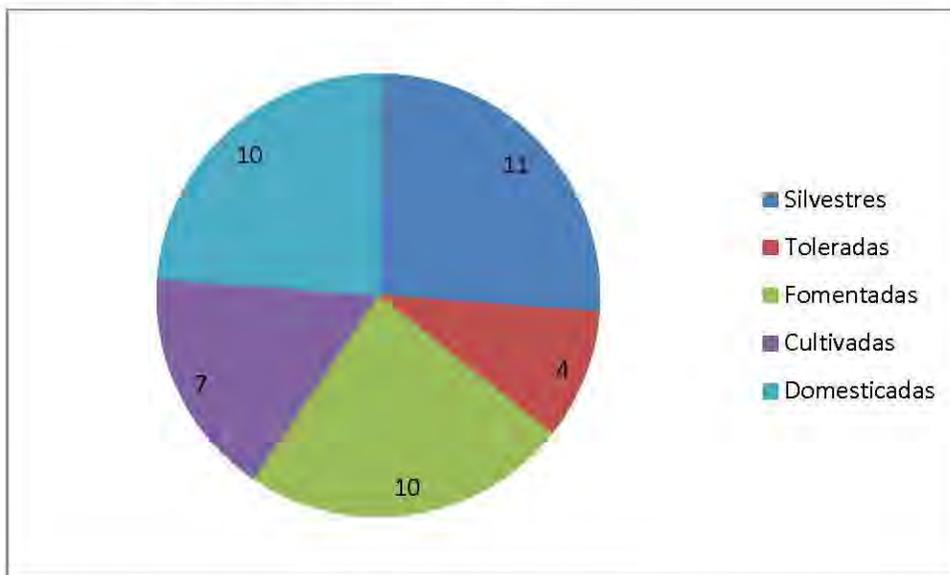
La obtención de diferentes recursos es producto de satisfacer diversas necesidades, muchas de las cuales están ligadas a la falta de ingresos económicos, o en dado caso que destinen sus productos al comercio, éstos son en gran medida a bajo precio. Un ejemplo de esto se da en el caso de la producción de café; del mismo modo Martínez *et al.* (2007), mencionan que la crisis del cultivo del café debida a los bajos precios internacionales y al bajo consumo nacional, ha propiciado que los pequeños productores no inviertan capital en los cafetales, a pesar de lo cual, el cultivo de esta especie se mantiene como una opción para la economía campesina, debido principalmente a la versatilidad del agroecosistema en su manejo y su composición florística.

Los diversos grados de manejo de las especies que se encuentran dentro del agroecosistema tradicional (Gráfica 2), dan una estructura heterogénea al mismo, lo cual beneficia las funciones de diversos servicios ecológicos, principalmente en la parcela.

Aproximadamente 10 especies vegetales se reportan como silvestres, por lo que en acuerdo con Cuevas (2011), las especies silvestres son de gran importancia, debido a que todas las plantas que actualmente son cultivadas y domesticadas por sus diversas

formas de uso, provienen de un ancestro común silvestre, sin los cuales su uso actual no fuera posible. En este contexto de importancia de los taxa silvestres, se evidencian características que los hacen ser mucho más adaptables a condiciones ecológicamente limitantes en comparación con algunos genotipos domesticados bajo criterios genotécnicos convencionales, asimismo, la diversidad infra y supra específica disponible en la mayoría de los casos ofrece amplias perspectivas para la domesticación *ex situ* o *in situ* dependiendo de las características ecológicas y culturales en que se piense implementar su manejo y aprovechamiento.

El enfoque hacia pocas especies propicia la frontera agrícola, la mayor producción, mayor cantidad de insumos debido a la simplificación de servicios ecológicos sustituidos por fertilizantes o plaguicidas; aumenta la cantidad de energía utilizada desde el punto de vista del *LCA*, así como la disminución a la diversidad culinaria ante aquellas situaciones de crisis económicas dentro de la unidad familiar.



Gráfica 2. Grados de manejo de recursos vegetales del agroecosistema tradicional

En este agroecosistema se registró el cafetal bajo sombra, en el cual participan especies como el árbol del chalahuite (*Inga edulis*), mismo que fue reportado como una especie que proporciona sombra al cafetal, junto con el piñoncillo (*Jatropha curcas*) que también sirve para dar sostén al desarrollo de la vainilla (*Vanilla planiflora*), de esta forma, las hojas que caen de las especies arbóreas sirven como abono y éstas no son tan frondosas, por lo que permiten la entrada de la luz Solar. Estos datos son los mismos reportados por Martínez *et al.* (2007).

Dentro de este agroecosistema tradicional, existen relaciones entre los componentes del medio ecológico, que no han sido simplificadas, sino aprovechadas por la cultura inherente a la familia, así como interrelaciones entre el medio ecológico y ésta, propiciando el flujo de energía, materia y conocimiento, para la obtención de diversos satisfactores (Figura 20).

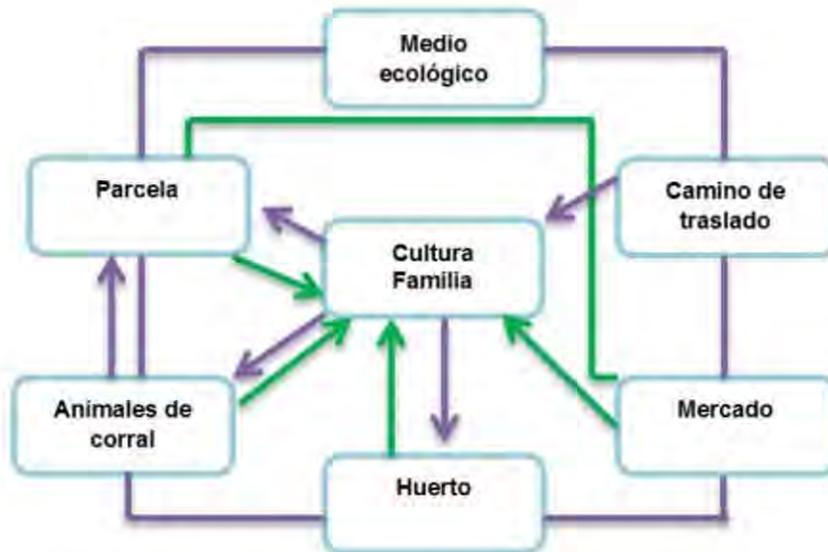


Figura 20. Entradas y salidas de flujo de energía, materia y conocimiento del agroecosistema tradicional

### Descripción del manejo del agroecosistema en transición

El cafetal es el principal y único subsistema de producción para la familia con agroecosistema en transición, el cual consiste en el siguiente proceso: En pequeños viveros se siembra la semilla del café arábigo, la cual, en acuerdo con Don Agapito Bautista, es seleccionada de la parte de en medio de la planta, debido a que ésta, con base en su experiencia normalmente es la más vigorosa. Para su trasplante a la parcela, la planta del café debe tener aproximadamente unos 30cm de altura en adelante, cada dos meses se le agregará fertilizante comercial. A partir del trasplante, se requieren de 2 años para realizar la cosecha. Cabe mencionar, que para las labores durante el desarrollo de la planta, se contrata a un jornalero (mozo) al cual se le paga \$100 al día. La cosecha se realiza entre los meses de Octubre a Marzo. Comúnmente a los frutos rojos ya cosechados se les denomina “cereza”, con los cuales se integra la unidad de medida conocida localmente como *quintal*, equivalente a aproximadamente 257 Kg. Después se realiza el proceso de despulpe a través de una máquina eléctrica “despulpadora”,

quedando ahora 57 Kg de pergamino, el cual se pone a secar en la azotea. El siguiente proceso consiste en separar el llamado pergamino mediante un mortero accionado por electricidad, de este proceso quedan alrededor de 40 Kg, y finalmente del proceso de tostado y molido quedan 33 Kg. Una vez obtenido el producto, se empaqueta en bolsas de medio kilo y kilo, destinadas al comercio en el tianguis de Cuetzalan, actualmente en un precio de 1/2kg=\$50 y 1kg=\$100.

De acuerdo a los datos obtenidos, en la comunidad de estudio, se utilizan dos variedades de café, Costa Rica y Arábigo. Los cuales se diferencian por su rendimiento, siendo mucho más rendidora la primera variedad. Sin embargo, ésta tiene el inconveniente de necesitarse más frutos para integrar un quintal, debido a que la proporción de la testa es mucho mayor que la segunda. Así, es más rendidor, en café tostado y molido la variedad Arábigo. Aunado a esto, los campesinos dicen que para ellos es más sabroso el café arábigo, debido a la alta concentración de cafeína.

Respecto a la composición vegetal característica de este tipo de agroecosistemas, Toledo (2006), indica que en estos pueden estar involucradas entre 40 a 140 especies mientras que para este agroecosistema se reportan sólo el café y algunas especies arbóreas para proporcionar sombra.

## **Aspectos culturales**

La familia Bautista está conformada por Don Agapito y su esposa Doña Raquel. Debido a diversas circunstancias, de las cuales en el presente trabajo no se pretende calificar como benéficas o perjudiciales, esta familia ya no viste con la indumentaria tradicional, ambos hablan el Totonaco, sin embargo, éste ya no es transmitido a las siguientes generaciones. A pesar de ser creyentes de su religión, Doña Raquel no forma parte de algún grupo afín a estas actividades.

El manejo que involucra su agroecosistema, se ha modificado, utilizando maquinaria e insumos externos, Don Agapito y algunos mozos son los encargados del mismo, mientras que Doña Raquel ya no participa en ninguna actividad. Se consideró a este agroecosistema como de transición, puesto que hace algunos años tenía un manejo tradicional con gran variedad de especies, en el que la familia completa estaba involucrada.

El proceso de transmisión del conocimiento, se ve truncado quedando en la segunda generación.

## Procesos de aprovechamiento

El registro total de especies vegetales presentes en la parcela y el jardín fue de siete especies (Tabla 21). Cabe mencionar que algunas de las especies del jardín son de uso medicinal y comestible, pero que principalmente funcionan como ornamentales. También se registró que la mayoría de las especies pertenecen a la categoría de manejo Cultivadas, por lo que disminuye la heterogeneidad en la composición del agroecosistema, provocando pérdida de biodiversidad como menor presencia de indicadores biológicos, pocos procesos de aprovechamiento y mayor valor de cambio.

En la tabla se puede observar que las especies pertenecen a diferentes Familias.

Nombre común	Nombre científico	Uso	Grado de manejo
Café	<i>Coffea arabica</i> L. (Familia Rubiaceae)	Comercio y consumo familiar	Domesticado
Dalia	<i>Dahlia</i> sp. Cav. (Familia Asteraceae)	Ornamental	Cultivada
Chile verde	<i>Capsicum annuum</i> L. (Familia Solanaceae)	Comestible	Domesticado
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L. (Familia Labiatae)	Ornamental	Cultivada
Cilantro extranjero	<i>Eryngium foetidum</i> L. (Familia Apiaceae)	Ninguno	Fomentado
Rosales	<i>Rosa</i> sp. L. (Familia Rosaceae)	Ornamental	Cultivada
Xocoyol	<i>Begonia heracleifolia</i> Cham. & Schtdl (Familia Begoniaceae)	Alimenticio y ornamental	Silvestre

Tabla 21. Especies vegetales dentro del agroecosistema en Transición

Debido a que la familia, ahora sólo se dedica a la comercialización de café, ya no cultiva maíz, por lo que diariamente compran de 1/2 Kg a 1Kg de tortillas. Los procesos de aprovechamiento se ven reducidos, comprando la mayor parte de los vegetales en el mercado. Las dos o tres comidas del día ya incluyen la preparación de algún guisado con carne y han sustituido el uso de leña por el tanque de gas.

A continuación se muestran algunos precios de variedades vegetales y productos, las cuales de acuerdo con la familia Bautista, son lo que más compran:

Nombre común	Nombre científico	Precio en el mercado
1 Kg de tortilla	<i>Zea mays</i>	\$ 10
½ Kg de tomate	<i>Physalis ixocarpa</i>	\$ 8
½ Kg de chile verde	<i>Capsicum annuum</i>	\$ 8
Manojo de quelites	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	\$ 10
½ de cebolla	<i>Allium cepa</i>	\$ 12
½ de jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	\$ 8
½ de frijol	<i>Phaseolus coccineus</i>	\$ 14
1Kg de pollo surtido		\$ 45
Aceite		\$ 25
1 Kg de carne de res		\$ 140
1 Kg de carne de cerdo		\$ 87
Gas (duración más de un mes)		\$ 300

Tabla 22. Especies y productos que compra la familia con agroecosistema en transición

Las anteriores especies, no se consumen diariamente, sin embargo debido a la falta de un huerto, se compran algunos productos aumentando de esta forma el valor de cambio. No utilizan plantas medicinales y pueden acceder a servicios médicos con mayor frecuencia.

Este sistema evidencia una reducción entre los flujos de materia, energía e información dentro de sí mismo y, amplía los flujos hacia el sector externo (Figura 21).

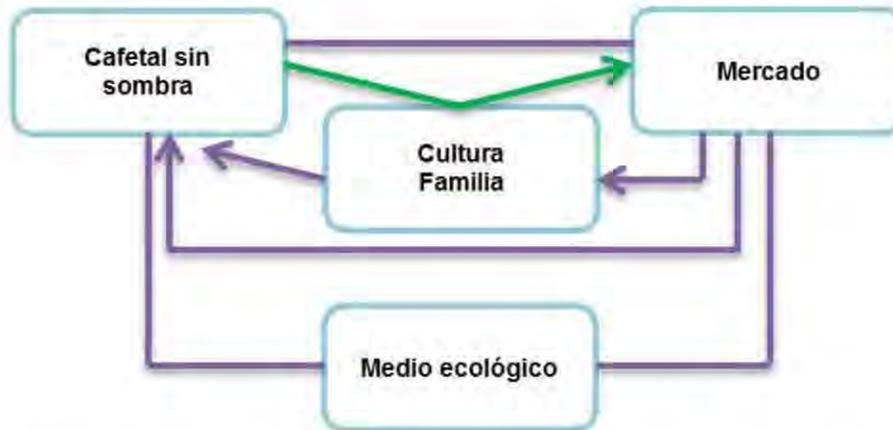


Figura 21. Diagrama de flujo que representa el agroecosistema en transición

En acuerdo con Cuevas (comunicación personal), un aspecto que caracteriza a los agroecosistemas en transición, es la participación poco habitual de los integrantes de la familia, aunado al cultivo de una sola especie. Dicho agroecosistema, hace 8 años tenía un manejo participativo, con especies como, maíz (*Zea mays*), jitomate (*Solanum lycopersicum*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), chiltepín (*Capsicum annuum*), además de aprovechar la hierba mora como quelite (*Solanum nigrescens*), entre otras.

El café procesado es destinado al tianguis de Cuetzalan, Puebla, junto con otros productos como la miel de abeja melipona, que a su vez es producto comprado de otros comerciantes.

## **Contribución a la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema tradicional y en transición**

### **Indicadores: Descripción de los valores categóricos**

De la escala del 1 al 10, se consideraron los siguientes valores:

El indicador “Componentes del Medio Ecológico”, tiene como valor máximo 10 para ambos agroecosistemas, ya que éstos se encuentran en la misma área de estudio en cuestión, tomando en cuenta la biodiversidad que se concentra dentro de ésta.

El indicador “Especies vegetales percibidas como Recurso”, el Vmin de 1 para menos de 5 spp y Vmax de 10 para más de 50 spp.

El indicador “Especies faunísticas dentro del agroecosistema” Vmin de 1 para menos de 5 spp y Vmax para más de 15 spp.

El indicador “Superficie de Producción tendrá para ambos agroecosistemas el Vmax de 10

“Área de acción cotidiana”, de acuerdo con Cuevas, este indicador implica la interacción del campesino con diferentes lugares, de los cuales obtiene recursos de diferentes categorías de manejo, esto amplía la variedad de especies que puede utilizar, por lo tanto considerando a la parcelas, los caminos y el huerto, se les dará como Vmax 10, mientras que el Vmin de 3 para un solo lugar de aprovechamiento.

“Calidad de suelo”, se tomaron datos de sólo una parcela, sin embargo, de acuerdo con Cuevas (2016), la estructura y composición del mismo, no difieren en gran medida; los resultados del análisis arrojaron que es un suelo rico en nutrientes, que si bien, no tiene una estructura ideal en cuanto a arcillas, es un suelo franco-arenoso, con alta cantidad de materia orgánica (aprox. 8.5) por lo tanto ambos agroecosistemas tendrán el Vmax de 10.

“Fertilizante utilizado”, Vmax de 10 para abono orgánico y Vmin de 1 para uso de agroquímicos.

“Variedad de herramientas utilizadas”, con Vmin de 1 para aquellas herramientas que demandan mucha energía para su funcionamiento y Vmax de 10 para variedad de herramientas manuales y aquellas que promuevan la mejoría de la producción, que no dependan de energía fósil.

“Rendimiento de maíz al año agrícola” con Vmin de 1 para 0 producción y Vmax de 10 para más 1100kg al año agrícola

“Rendimiento de leña” con Vmax de 10 para >1300 Kg al año, mientras un Vmin de 1 para 500 Kg. No se pretende afirmar, que el uso de leña es más sustentable que el uso de gas, puesto que para tal aseveración se requiere de una evaluación más delimitada, en donde se puede tomar en cuenta el ciclo de vida de cada uno, la energía invertida por parte del campesino para obtener ese recurso, el gasto económico, nivel de contaminación, duración del combustible, etc., En estos resultados se evalúa como máximo valor debido a la persistencia de su uso en las familias de la localidad de Jonotla, y que a su vez, dichas especies arbóreas, forman parte funcional del AE.

“Insumos agrícolas”, Vmin de 1 para la compra de más de 3 productos y Vmax de 10 para < 3 productos

“Organización de trabajo” Vmin de 1 cuando se contrata a varios mozos y Vmax de 10 para la disponibilidad de la familia para participar en las labores.

“Valor de uso”, Vmax de 10 para diferentes procesos de aprovechamiento utilizando las sp vegetales de sus AE, Vmin de 1 para la compra total de productos para la satisfacción alimenticia.

“Valor de cambio”, Vmax de 10 con ingreso económico rentable de la producción y, Vmin de 1 para ningún tipo de ingreso económico del excedente de recursos.

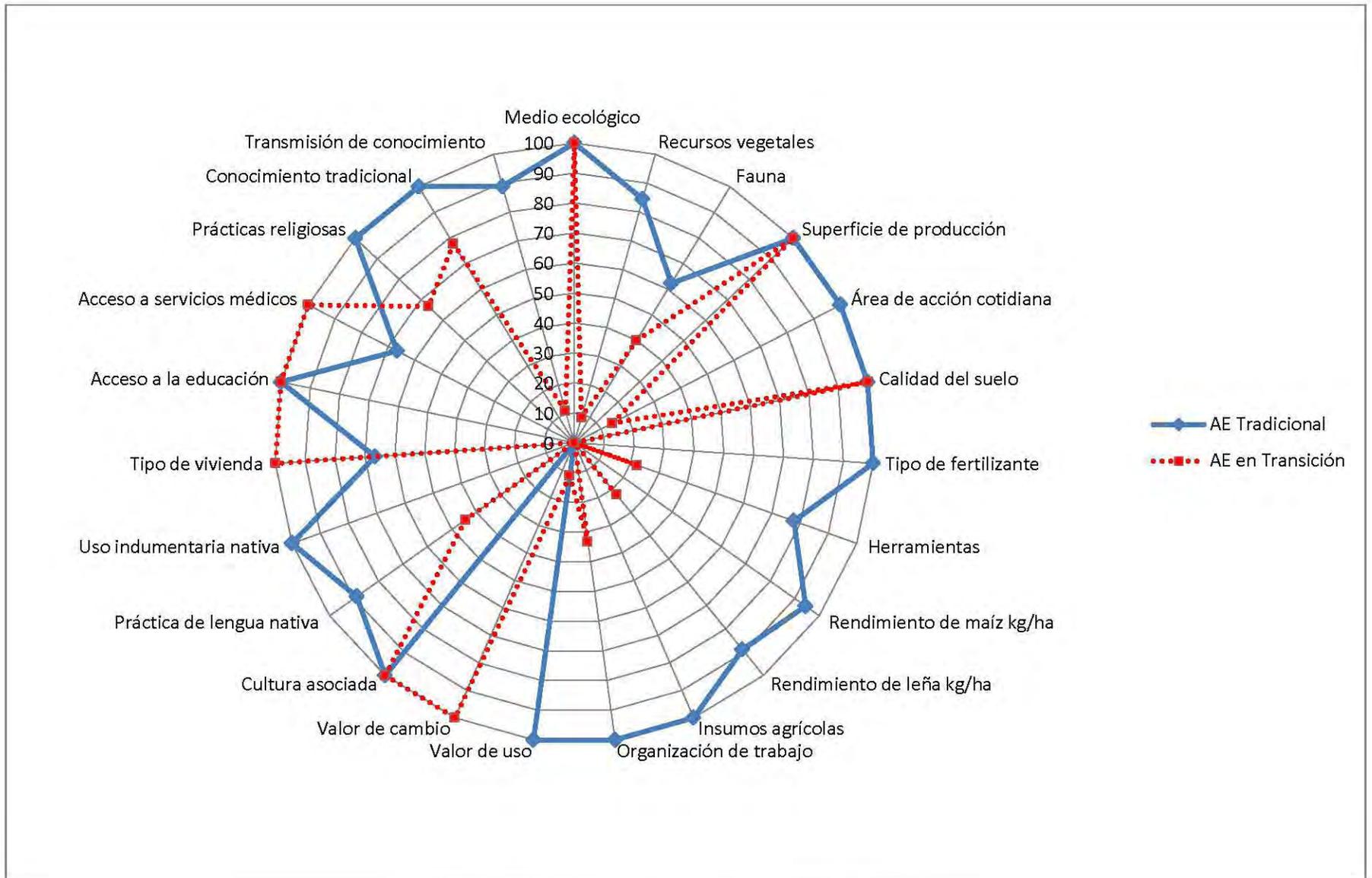
Para todos los indicadores culturales, se dieron valores obtenidos a partir de la observación participativa.

Atributo	Indicador	Agroecosistema Tradicional	Agroecosistema en Transición
Resiliencia Estabilidad	Componentes del Medio Ecológico	10	10
Resiliencia Estabilidad Productividad Adaptabilidad Confiabilidad	Especies vegetales percibidas como Recursos	8.6	1.8
Resiliencia Estabilidad	Especies faunísticas (indicadores biológicos)	6.6	4.6
Estabilidad Productividad Confiabilidad Adaptabilidad	Superficie de producción	10	10
	Área de acción cotidiana	10	4
	Calidad del suelo	10	10
	Tipo de Fertilizante utilizado	10	1
	Variedad y tipos de herramientas utilizadas en el manejo	8	3
	Rendimiento de maíz (ton/ha) al año agrícola	9.5	0
	Rendimiento de leña (kg) al año agrícola	9	3
	Insumos agrícolas	10	1
	Organización de trabajo (participación de la familia)	10	4
Equidad Confiabilidad	Valor de uso	10	2
	Valor de cambio	1	10
Resiliencia cultural, Adaptabilidad Equidad	Cultura asociada	10	10
	Práctica de lengua nativa	9	5
	Uso de indumentaria nativa	10	0
	Tipo de vivienda	7	10
	Acceso a la educación	10	10
	Accesos a servicios de salud	7	10
	Prácticas religiosas	10	7
	Conocimiento tradicional	10	8
	Transmisión de Conocimiento T.	9	2

Tabla 23. Valores categóricos para el agroecosistema tradicional y el de transición

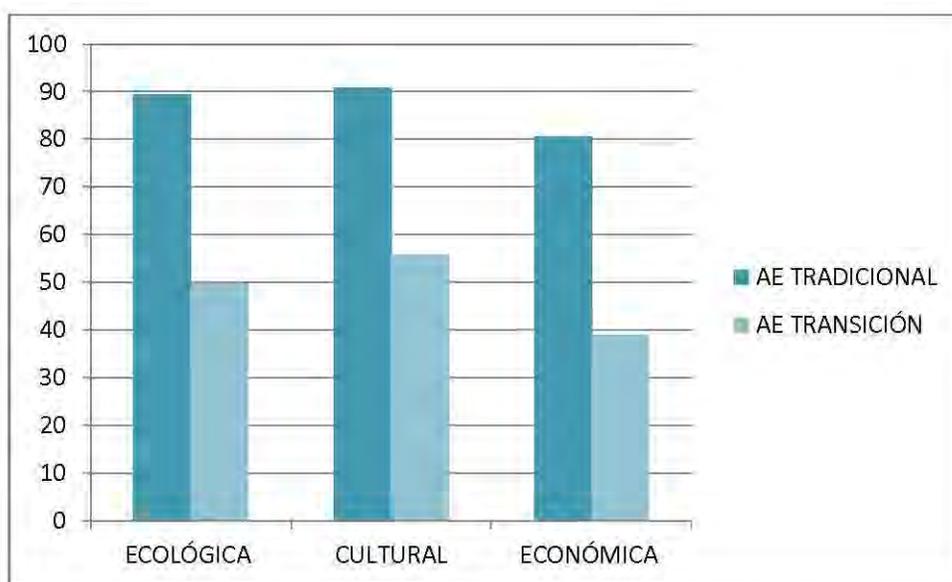
Indicador	Valor Mín.	Valor Máx.	Valor obtenido A. Tradicional	Valor obtenido A. en Transición	Estandarización A. Tradicional	Estandarización A. en Transición
Componentes del Medio Ecológico	1	10	10	10	100	100
Especies vegetales percibidas como recursos	1	10	8.6	1.8	84.44444444	8.888888889
Especies Faunísticas	1	10	6.6	4.6	62.22222222	40
Superficie de producción	1	10	10	10	100	100
Área de acción cotidiana	3	10	10	4	100	14.28571429
Calidad del suelo	1	10	10	10	100	100
Técnicas para el control de plagas	1	10	10	1	100	0
Variedad y tipos de herramientas utilizadas en el manejo	1	10	8	3	77.77777778	22.22222222
Rendimiento de maíz (ton/ha) al año agrícola	1	10	9.5	0	94.44444444	0
Rendimiento de leña (kg) al año agrícola	1	10	9	3	88.88888889	22.22222222
Insumos agrícolas	1	10	10	1	100	0
Organización de trabajo	1	10	10	4	100	33.33333333
Valor de uso	1	10	10	2	100	11.11111111
Valor de cambio	1	10	1	10	0	100
Cultura asociada	1	10	10	10	100	100
Práctica de lengua nativa	1	10	9	5	88.88888889	44.44444444
Uso de indumentaria nativa	1	10	10	0	100	0
Tipo de vivienda	1	10	7	10	66.66666667	100
Acceso a la educación	1	10	10	10	100	100
Accesos a servicios de salud	1	10	7	10	66.66666667	100
Prácticas religiosas	1	10	10	7	100	66.66666667
Conocimiento tradicional	1	10	10	8	100	77.77777778
Transmisión de Conocimiento T.	1	10	9	2	88.88888889	11.11111111

Tabla 24. Valores de intervalo de referencia para los Agroecosistemas tradicional y en transición



Gráfica 3. Valor de indicadores de sustentabilidad. AMIBA





Gráfica 4. Comparación de las categorías criterio de Sustentabilidad para ambos AE

De los porcentajes obtenidos, se elaboraron dos gráficas, una tipo ameba en la cual se expresa la sustentabilidad evidenciada por cada agroecosistema; en la segunda gráfica se comparan las tres categorías, ecológica, económica y cultural.

A continuación se discuten los resultados para cada indicador evaluado.

### Indicadores ecológicos

**a) Medio ecológico:** Obteniendo valor de 10 para ambos sistemas; si bien, este conjunto de componentes integrados que permiten el desarrollo de las condiciones necesarias para la existencia y sobrevivencia de una comunidad, no se encuentra registrado como indicador, en este trabajo se consideró necesario no sólo tomarlo en cuenta como características del área de estudio, sino como la fuente principal para la comprensión de las interrelaciones de los demás indicadores, tomando en cuenta que una de las características principales de la mayoría de los MES, es aplicar, las técnicas de manejo y aprovechamiento, en áreas donde el medio ecológico sea similar (sin embargo este objetivo de los MES no fue aplicado en el presente estudio).

**b) Recursos vegetales:** Para el agroecosistema tradicional se registró aproximadamente el 85% del 100% considerado como más sustentable, mientras que para el de transición, se registró aproximadamente un 10%. La mayoría de los estudios indican que los sistemas tradicionales son los más diversificados y más sustentables en

los procesos de aprovechamiento, mientras que aquellos que involucran nuevas tecnologías o el desplazamiento de cultivos heterogéneos a altamente homogéneos son menos sustentables.

Tal como demuestra Sarandón (s. f.), al evaluar 5 fincas, (cabe mencionar que no existen indicadores o categorías de evaluación universales, por lo que dicho autor seleccionó diferentes índices agrupados de diferentes formas) utilizando “diversificación de producción” y “diversificación de cultivos” como indicadores, refiriéndose a la cantidad de recursos obtenidos de los agroecosistemas, evaluándolos dentro de una escala del 1 al 4, entendiendo que 4 es la mejor situación con más de 9 recursos vegetales, incluyendo la asociación de diferentes categorías de manejo, evidencia que los sistemas tradicionales son más sustentables y la presencia de estos índices está altamente relacionada con la autosuficiencia alimentaria, vida y calidad del suelo, conocimiento ecológico, etc.

**c) Fauna:** Es sabido que las culturas indígenas tienen un gran conocimiento sobre su fauna local, ya sea relacionada con aspectos de su cosmovisión o de índole alimenticio, destacando los insectos, mamíferos y aves, sin embargo es importante comenzar a incluirlos con sus beneficios y consecuencias dentro del inventario de los agroecosistemas, ya sea como indicadores biológicos, organismos con funciones ecológicas, o como recursos antropocéntricos; el presente estudio consideró un pequeño registro debido al tiempo, y considerando que al ser este tipo de trabajos interdisciplinarios, puede ampliarse en equipo.

De esta forma se obtuvo un registro de aproximadamente un 60% para el agroecosistema tradicional y un 40% para el de transición. Este último se debe al desplazamiento de especies vegetales principalmente en la parcela, así como la aplicación de fertilizantes químicos y su tendencia al monocultivo. Sothoron (1985) en Baloriani, Marasas, Benamú y Sarandón (2010), demostraron que diferentes tipos de estratos vegetales también proveen hábitat para la hibernación de macrofauna edáfica, en su mayoría predadoras y que ésta realiza un permanente intercambio entre el campo cultivado y los estratos.

Los ambientes con vegetación silvestre pueden servir como fuente de refugio, proveyendo sitios de hibernación y fuentes de alimentos alternativos para estos predadores del suelo y su presencia contribuiría a mantener controladas las poblaciones de fitófagos y regular la aparición de plagas, por ejemplo, un estudio de caso en Argentina, La Plata realizado por Baloriani *et al.*, (2010), evidencian las funciones de diferentes géneros de arañas dentro de un agroecosistema convencional y otro tendiente a ser agroecológico, en ambos las familias mejor representadas fueron Lycosidae, Linuphiidae, Tetragnathidae, Anyphaenidae, Corinnidae y Hahnidae, sin embargo para el sistema convencional se registraron menos de la mitad de colectas que para el de manejo agroecológico: lo cual indica que las estrategias basadas en un alto uso de insumos

químicos afectan la presencia de las familias del orden Araneae. Del mismo modo, en los agroecosistemas en estudio, se realiza actualmente un análisis sobre la presencia de colémbolos y su relación con el cultivo del café.

**d) Calidad del suelo:** Se realizó un estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo del agroecosistema en transición; de acuerdo a datos evidenciados por Cuevas, indican no existir diferencias significativas en las propiedades químicas en el caso del suelo en el agroecosistema tradicional (Tabla 25 y 26).

Densidad aparente $\text{tm}^{-3}$	Densidad real $\text{tm}^{-3}$	Arena %	Limo %	Arcilla %
1.43	2.62	82.2	14	3.8

Tabla 25. Propiedades físicas del suelo: FRANCO-ARENOSO

pH	MO%	N total%	P $\text{mgKg}^{-1}$	CIC $\text{Cmol}_{(+)}\text{Kg}^{-1}$	Na $\text{mgKg}^{-1}$	K $\text{mgKg}^{-1}$	Ca $\text{mgKg}^{-1}$	Mg $\text{mgKg}^{-1}$
4.85	8.61	0.36	16.95	23.6	150	185	1876	268

Tabla 26. Propiedades químicas del suelo con manejo convencional

Respecto a la regeneración natural de la fertilidad del suelo en los agroecosistemas estudiados, es importante mencionar a los colémbolos edáficos como uno de los principales grupos de organismos involucrados en la humificación de la hojarasca y otro tipo de materia orgánica presente.

**e) Tipo de fertilizante:** Se agrupó este indicador dentro de la categoría ecológica, debido a que la aplicación de materia orgánica o procesada, depende la cantidad de nutrientes de los cuales las plantas pueden disponer, no obstante también puede agruparse dentro de la categoría cultural (por la técnica tradicional derivada de la experiencia del campesino) o dentro de la económica, ya que el usar un recurso local a un producto externo, implica la inversión o no inversión monetaria, así como la calidad o degradación del suelo.

El agroecosistema tradicional, utiliza desperdicio de alimentos, la cáscara de café, de sus recursos, mientras que el agroecosistema en transición utiliza el fertilizante N18:P6:K12, aplicando este cuatro veces al año. El desgaste de nutrientes del suelo al obtener una cosecha, implica la necesidad de recuperarla, para poder asegurar el desarrollo de los siguientes recursos. De acuerdo con Sarandón (2006), propuso como indicadores para conservar la vida del suelo, el manejo de cobertura vegetal, rotación de cultivos y diversificación de cultivos, promoviendo el uso de los propios recursos vegetales, sin necesidad de incorporar productos externos, y poder mantener el ciclo de nutrientes cerrado, es decir a nivel de producción familiar, en dicho estudio obtuvo como más sustentable en una escala de 1 a 4 que los sistemas tradicionales, mantienen fértil el suelo de producción, debido a la técnica de diversificación vegetal y aplicación de residuos orgánicos.

El uso de fertilizantes procesados implica, de acuerdo al LCA, no sólo el gasto económico del campesino y desgaste del suelo, sino también los procesos inherentes a la elaboración y transporte del producto, hasta llegar a la parcela del agricultor.

## **Indicadores económicos**

**a) Superficie de producción:** Ambos agroecosistemas cuentan con 1 ½ ha de superficie para la producción de los principales granos de su interés. De acuerdo con Sarandón (2006) menciona que “un sistema es sustentable si la superficie destinada a la producción de alimentos para consumo, es adecuada con relación a los integrantes del grupo familiar”.

Varios estudios etnobotánicos, han registrado el tamaño de la superficie de la parcela que utilizan los campesinos para su subsistencia, reportando el mismo dato de aproximadamente 1 a 2 hectáreas por familia, con 5 a 8 integrantes del grupo. Es decir que la superficie de producción está del mismo modo relacionada con la cantidad de semillas a sembrar. En el caso de la parcela con manejo tradicional, tiene mayor producción debido a que se permite el desarrollo de más especies que bien pueden servir como alimento para la familia o destinarse a venta.

Un ejemplo de esto también se observa en la comunidad Mazahua ubicada en El Huizache, Edo. de México, en donde la mayoría de las familias cuentan con 1 ½ ha (Figura 22) para sembrar maíz y haba, (otros campesinos lo intercalan con frijol), aprovechando durante los primeros meses después de la siembra, el quelite cenizo, el cual algunos, lo venden pasando de casa en casa, vendiendo en \$10 el manojo; de esta forma muchas familias indígenas obtienen un ingreso único o extra. Tomando en cuenta nuestro concepto de agroecosistema, a la superficie de producción se puede añadir los metros cuadrados destinados al huerto familiar o solar, del cual también como ya especificamos, la familia adquiere recursos vegetales y animales.

De manera contraria, la producción del agroecosistema en transición, se ve limitada al reducir el área de acción cotidiana y la diversidad de especies vegetales en la parcela, no obstante es más beneficiado monetariamente, pudiendo así tener acceso a más servicios públicos. Tomando en cuenta las tres dimensiones de los agroecosistemas se puede evidenciar que no sólo es cuántas hectáreas, sino qué y cómo se produce, así como no sólo producir, sino también conservar.



Figura 22. Parcela de 1 1/2 ha sembrada con maíz y haba en El Huizache, Edo. México.

**b) Rendimiento de maíz:** El rendimiento al año para el agroecosistema tradicional es aproximadamente el 95%, mientras que el de transición no cubre las necesidades básicas derivadas de éste recurso, ya que han desplazado ese cultivo por el café y al minimizar este recurso, también se han eliminado otros, un ejemplo son los quelites, chile y frijol, así como la hierba mora, no obstante al recibir mayor ingreso económico, la familia con el sistema en transición puede abastecer sus necesidades alimenticias en el mercado.

Señalaré una experiencia en plática con un campesino Mazahua de la comunidad El Huizache, quien con su familia tiene aproximadamente 3 hectáreas, 2ha destinan a la producción de maíz asociada con haba, mientras que la hectárea sobrante se ocupa para el pastoreo de borregos y sólo una ocasión de patos. El campesino comentaba que un apoyo por parte del gobierno les había regalado 5 patos a cada familia, pero su agroecosistema no se vio favorecido con este nuevo componente, puesto que lo que ellos querían era venderlos, lo cual entre todos los pobladores no se podía, debido a que cada familia tenía sus animales propios, y en particular mencionaba que a su familia no le gusta la carne de pato, por lo que ellos no se los comían, y venderlos les era difícil pues no tenían buen mercado. Por otra parte, al ser su familia de 8 integrantes, con una hectárea

de superficie les era suficiente para satisfacer sus necesidades, ya que producían aproximadamente 2 toneladas al año de maíz, contando a parte la producción de haba y las demás especies toleradas de las que se benefician. Ante esta situación él decía con amplia racionalidad y un poco de humor –Puedo producir hasta 6 o más toneladas al año pero, ¿a quién se lo vendo? –Todas nuestras necesidades alimenticias están cubiertas, pero no más porque no hay dinero.

Lo anterior nos hace ver la necesidad de meditar no sólo en la satisfacción de las necesidades básicas de la familia, sino también considerar las aspiraciones de superación económica tanto material como educativa.

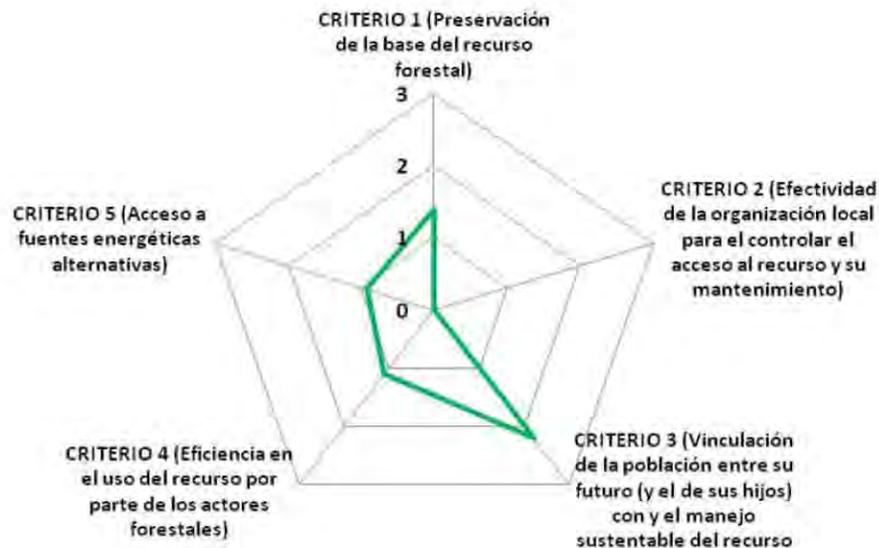
**c) Rendimiento de leña:** En la Sierra Norte de Puebla se han realizado varios estudios sobre el uso de leña respecto a las principales especies arbóreas utilizadas de acuerdo a la capacidad calorífica, generación de humo, etc., estos aspectos ya se indicaron en la descripción de los agroecosistemas. En Cuetzalan (López, L. s.f.), realizaron también un estudio sobre los beneficios de las estufas ahorradoras, al respecto Masera, Díaz y Berrueta (s. f.), señalan que los programas de manejo forestal sobre el uso sustentable de leña, debe incluir no sólo el ahorro de leña, sino también considerar temas de salud, participación de los usuarios, así como implicaciones ambientales tanto locales como globales, en el último caso, como los efectos asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El ingreso económico semanal por familia es de aproximadamente \$260, debido a esto, la mayoría de las familias de Ecatlán, no tienen la posibilidad de comprar gas LP por lo que recurren al uso de leña, utilizando especies arbóreas ya discriminadas por ellos en cuanto a las mejores características para satisfacer el principal uso el cual es la cocción de los alimentos y elaboración de tortilla, al respecto, en acuerdo con Masera *et al.* (s. f.), señalan que del total de madera consumida, el 50% se utiliza para la elaboración de las mismas.

De esta forma se obtuvo que para el agroecosistema tradicional, la familia satisface estas necesidades con el uso total de leña y en condiciones altamente escasas utilizan el gas LP. Sin embargo y a pesar de las problemáticas sobre el uso de leña, el agroecosistema tradicional es sustentable únicamente por satisfacer dichas necesidades, puesto que al evaluar el marco completo de recursos maderables, obtendríamos su insostenibilidad.

Flores y Castro (2009), evalúan la sustentabilidad del uso de leña en un monte forestal en Salta, Argentina, el trabajo puntualiza algunos eventos importantes a considerar para evaluar este recurso combustible en los niveles ecológico, económico y social, dentro de criterios con los indicadores siguientes: **Criterio 1:** Balance de extracción y crecimiento anual de madera; Eficiencia en la cosecha; Balance de nutrientes; **Criterio 2:** Aplicación

de los reglamento y normas sobre el uso de recursos; Inversión en la preservación del recurso forestal; **Criterio 3:** Grado de conciencia de la vinculación del uso actual del bosque con el acceso futuro al recurso; Conocimiento ecológico del bosque; **Criterio 4:** Grado de optimización en el uso de los productos forestales; Grado en que el uso económico del recurso no atenta contra su persistencia a largo plazo; Nivel de capacitación de los usuarios; **Criterio 5:** Posibilidad de los usuarios de obtener fuentes alternativas de energía; y Porcentaje de población en situación de pobreza; evaluados en una escala de 0 a 3. Los resultados fueron los siguientes (Gráfica 5):



Gráfica 5. Criterios de evaluación de la sustentabilidad del uso de leña en Salto, Argentina.

Los autores evidencian que desde el punto de vista ecológico, los principales eventos que ponen en riesgo la sustentabilidad en el uso de bosque, es el balance negativo entre el crecimiento de la madera y la extracción anual de leña, así como el balance negativo de nutrientes, afectando la calidad del suelo; en los aspectos sociales mostraron que la población tiene un alto saber ecológico respecto al bosque y están conscientes sobre el acceso a este recurso en un futuro, sin embargo esta conciencia no se transforma en acción, debido a la situación extrema de pobreza y marginalidad social de los usuarios lo que genera la dependencia del uso de biomasa como combustible, aunado a la escasa posibilidad de acceder a fuentes de energía alternativa.

De manera análoga, para el agroecosistema en transición del presente estudio, se obtuvo que, debido a la inserción de la familia en el comercio, tienen la posibilidad de comprar el gas LP, por lo que también satisface sus necesidades, pero en aspectos económicos, invierte más al adquirir el producto mensualmente. No obstante en acuerdo con Masera *et al.* (s. f.), mencionan que los beneficios a la salud y el ahorro de leña por la

adopción del gas LP no se concretan, porque las familias siguen usando leña para realizar tareas todavía comunes.

**d) Insumos agrícolas y herramientas:** Se consideró que un sistema es más sustentable al utilizar los propios recursos del agroecosistema, para elaboración de herramientas (no todas), así como la técnica de diversificación o uso de fertilizantes orgánicos (cobertura del suelo) para mantener la fertilidad del mismo, disminuyendo la necesidad de adquirir productos externos. En caso contrario, los sistemas tendientes a ser convencionales, requieren de herramientas o maquinaria que utilizan para su funcionamiento otro tipo de energía y una inversión al adquirirlas, debido a que el objetivo de la producción ya no es el autoconsumo, sino aumento de producción para la venta en el mercado.

Este indicador se evaluó dentro de la misma escala, considerando a 10 como la mejor situación en la que *no* se requieren insumos agrícolas externos. Así se obtuvo que el agroecosistema tradicional fue aproximadamente el 100% sustentable; se incluye también la diversificación de herramientas; mientras que el tendiente a convencional utiliza fertilizantes, maquinaria, y mano de obra extra (mozo) por lo que no es tan sustentable.

De acuerdo a lo anterior, varios autores han realizado evaluaciones sobre el ciclo de vida de algunos insumos agrícolas, principalmente aquellos que contienen Nitrógeno, al ser éste un elemento fundamental para el desarrollo de las especies vegetales. Al respecto Iglesias (2005), menciona que este tipo de análisis deben abarcar todas las fases del ciclo de vida de un producto, desde la entrega de las materias primas tomadas del ambiente, hasta las consecuencias ambientales de su uso (Figura 23).

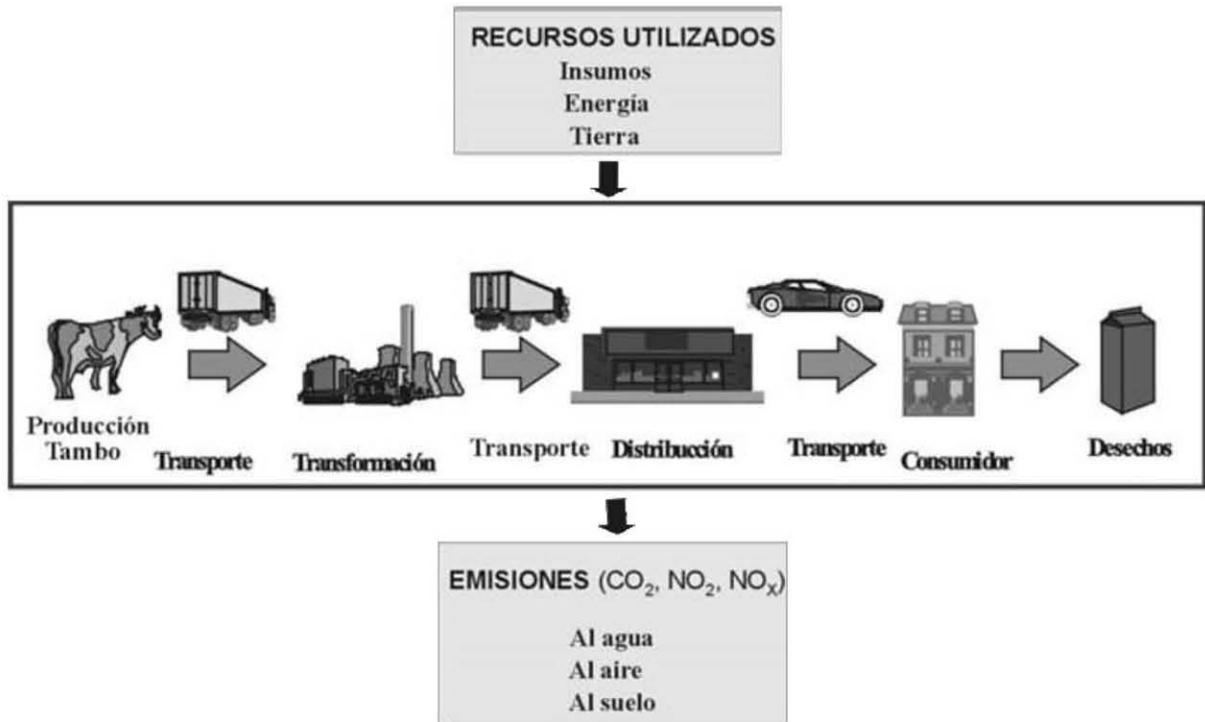


Figura 23. Ciclo de vida de un producto

De acuerdo a esto, los sistemas son más sustentables, si se reduce el ciclo de cada producto, del mismo modo como se evidenció en el apartado de flujo de materia, los nutrientes disminuyen en cantidad y calidad conforme se alarga el proceso de producción, puesto que no regresan como materia de desecho o reciclaje al sistema original.

Los productos externos, tienen otro ciclo de vida el cual implica sus propios impactos sobre el medio ecológico, así como el impacto dentro del agroecosistema al cual se aplicará provocando la disminución de sinergias entre procesos naturales e interacciones biológicas, disminuye la acumulación de materia orgánica y los mecanismos de regulación biótica de plagas así como la productividad de los cultivos. Por lo tanto las técnicas de los agroecosistemas tradicionales tienden a ser más sustentables.

Siendo uno de los objetivos de los marcos de evaluación de la sustentabilidad, involucrar nuevas técnicas de manejo, o bien mejorarlas, se han realizado ya varios proyectos en sistemas tradicionales y convencionales, para mejorar la calidad de producción, reduciendo la cantidad de insumos externos. En acuerdo con Altieri y Nicholls (2007), es importante la conversión de los agroecosistemas convencionales o en transición, a sistemas agroecológicos, siguiendo la lógica de "Puesto que ya se conoce que muchas prácticas de manejo de suelo y diversificación, influyen en el manejo de

plagas, fertilidad del suelo, etc., no tiene sentido ecológico continuar con enfoques reduccionistas”.

En acuerdo con Gliessman (1998) en Altieri y Nicholls (2007), la conversión se compone de tres fases:

1.- La eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, suelos, etc.

2.- sustitución de insumos externos por otros alternativos u orgánicos.

3.- Rediseño de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidia el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos.

A lo largo de estas fases se guía el manejo con el objetivo de asegurar los siguientes procesos (Altieri y Nicholls, 2007):

- Aumento de la biodiversidad sobre y debajo del suelo.
- Aumento de la producción de biomasa y el contenido de materia orgánica del suelo.
- Disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua.
- Establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes de los agroecosistemas.
- Óptima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales.

De esta manera, sustituir la mayoría de los insumos externos, aunado al manejo adecuado de acuerdo a las amplitudes y limitantes del medio ecológico, en el caso del presente proyecto, en Ecatlán, permitiría la presencia de los eventos mencionados. No obstante se tendría que evaluar la disposición del campesino por adoptar nuevas técnicas<sup>16</sup>. Al respecto conviene meditar lo indicado por Vera *et al.* (2012), respecto a la disponibilidad de los campesinos para modificar sus agroecosistemas para el desarrollo comercial de *Jatropha curcas*.

**e) Valor de uso y Valor de cambio:** De acuerdo con Hernández X., *si evaluamos la economía campesina por la cantidad de ingreso monetario, resulta ser que los campesinos son “tontos”*.

---

<sup>16</sup> El presente estudio, no abordó la fase de conversión, sólo la evaluación de los componentes de cada agroecosistema.

Se obtuvo que para el agroecosistema tradicional el valor de uso fue de aproximadamente el 100%, dado que tienen mayor interés en manejar las especies vegetales de su localidad, para darles valor como recurso. Del mismo modo, Guadarrama y Hernández (1981), mencionan que la intensidad en la producción de valores de uso está en relación inversa a la magnitud y calidad de los recursos disponibles. Añadiendo que no sólo depende de los recursos disponibles, si no del interés cultural, dentro del cual existen aspectos como, siguiendo al autor, la pobreza extrema de los campesinos que venden su fuerza de trabajo para subsistir y acuden al autoconsumo, a la producción de valores de uso en donde participa toda la familia.

En el agroecosistema en transición, este concepto de valor de uso, es el principal factor, en donde comienza la “transición”, al comenzar a reducir sus recursos. Intentar explicar y evaluar el *¿por qué?* del desinterés hacia sus recursos fitogenéticos, involucra una serie de estudios sociales más específicos. De esta forma se obtuvo, al ser el café el único recurso vegetal que utilizan como valor de uso y valor de cambio, aproximadamente un 12% sustentable. En acuerdo con Guadarrama y Hernández (1981), suponen que la producción comercial como tal, empieza a ciertos niveles de recursos y que a estos niveles, el autoconsumo pierde importancia frente a las perspectivas de mercado.

De manera contraria, al evaluar el valor de cambio, el agroecosistema tradicional, resultó ser poco sustentable, debido a que no destinan productos agrícolas al mercado, y el trabajo asalariado con el que cuenta la familia, no es suficiente para satisfacer necesidades que no sean alimenticias. Mientras que el de transición sí obtiene ingresos económicos que le permiten tener acceso a otros beneficios, como compra de productos que la familia no produce, aparatos domésticos, gas LP, acceso a la educación a nivel profesional, construcción más amplia de una casa, acceso a la salud, etc., por lo tanto este sistema es aproximadamente el 100% sustentable.

Del mismo modo, Guadarrama (1983), en la comunidad de Nauzontla, Puebla, encontró que la introducción de un cultivo comercial como el de la papa, provoca desajustes en el ciclo tradicional del cultivo haciendo tender la producción hacia la especialización disminuyendo la producción de autoconsumo.

La tendencia a la especialización también tiene un papel importante de las empresas que sugieren a los campesinos sembrar una sola especie con objetivo único de comercialización; en la comunidad de El Huizache, Estado de México, los campesinos comentaban que hace años, llegaron a su comunidad productores de papa, quienes pedían e intentaban convencerlos para que destinaran una hectárea a la producción de papa, eliminando las demás especies sembradas, a lo que los agricultores se negaron rotundamente.

## Indicadores socioculturales

### a) Área de acción cotidiana:

El agroecosistema tradicional, debido a las condiciones de pobreza extrema, obtuvo aproximadamente un 100% en el uso de área de acción cotidiana, al adquirir recursos de la parcela, el huerto, los caminos de la parcela a la casa, así como en menor medida consumo en tiendas convencionales. Estas áreas le permiten cubrir la mayor parte de sus necesidades, no obstante existen estudios que evidencian la problemática de la extracción por parte del ser humano, de varias especies de su hábitat, principalmente las de uso medicinal.

Al respecto, en algunas comunidades como El Huizache, con presencia de la cultura Mazahua, a través de la Organización PROMAZAHUA y el apoyo académico de la Universidad Autónoma Chapingo, Depto. Fitotecnia, se realizan estrategias de conservación de especies vegetales, permitiendo al campesino conocer la importancia de dichos recursos, con bases científicas, y por ende aplique o mejore sus técnicas de trabajo en el campo. De esta forma se ha reportado que algunas familias a parte de tener su huerto familiar, han optado por cultivar especies vegetales distintas (en algunos casos dentro de invernaderos donados por la organización), de uso medicinal y comestible, esto disminuye la extracción de especies del bosque, y amplía al mismo tiempo su variedad alimenticia (Figura 24 y25).



Figura 24. Invernadero de familia Mazahua con presencia de jitomate (*Solanum lycopersicum*) y coliflor (*Brassica oleracea*)



Figura 25. Huerto familiar con: Nopal criollo (*Opuntia ficus-indica*), Ajo (*Allium sativum*), Espinaca (*Spinacia oleracea*), Hinojo (*Foeniculum vulgare*) algunos frutales, etc.

Sin embargo, en las familias de Ecatlán, la mayoría, siguen extrayendo algunas especies, como leña o algunas medicinales, lo cual permite la diversificación de alimentos y promueve su uso. Para el agroecosistema en transición, esta área de acción cotidiana se redujo a aproximadamente 15%, debido al desinterés por el uso, ya que cuentan con el ingreso económico que les permite obtener los recursos sin ningún otro esfuerzo.

Este trabajo de cultivo o recolecta, beneficia la transmisión del conocimiento tradicional, ya que en varias ocasiones, las familias mandan a los niños por la leña, o en busca de plantas como condimento. Del mismo modo es una estrategia para mantener el interés por las especies vegetales, que con el tiempo, pudieran llegar a domesticarse.

### **b) Uso de indumentaria nativa y Prácticas religiosas:**

La persistencia en tradiciones, costumbres y prácticas religiosas, está ligada en algunos casos (no todos) al uso de gran variedad de especies vegetales. El uso de traje tradicional, persiste en las personas mayores de edad, quienes portan muy orgullosos su indumentaria, de manera contraria, los niños y los jóvenes han dejado de usar esta vestimenta, debido al rechazo social, aspectos de los que se ha hablado desde hace años y, que siguen vigentes.

De esta forma se obtuvo que el agroecosistema tradicional conserva un 100% estos criterios, mientras que el de transición aproximadamente un 60%.

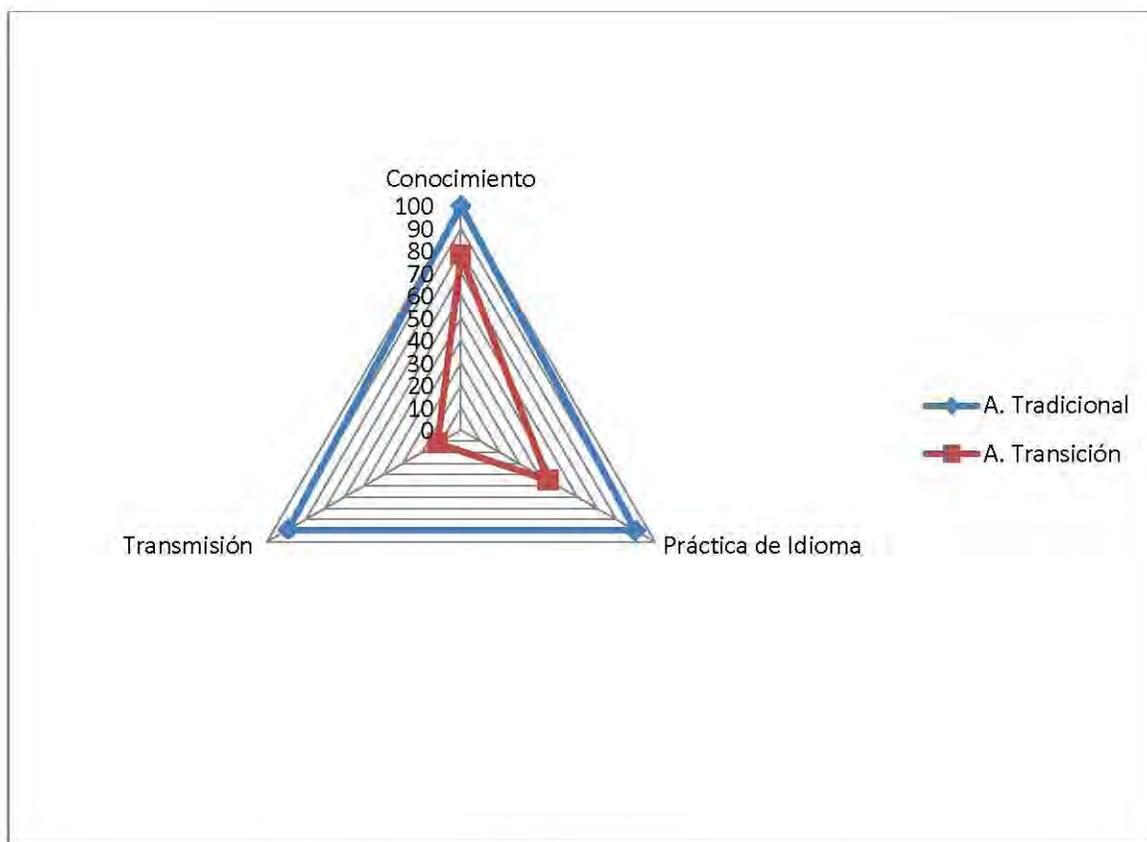
### **c) Práctica de lengua nativa, Conocimiento tradicional y Transmisión de conocimiento**

En acuerdo con la UICN<sup>17</sup> el carácter cultural de los conocimientos tradicionales no permite que puedan ser medidos en todos sus ámbitos de forma cuantitativa. Son principalmente prácticas cualitativas que solamente pueden ser percibidos e interpretados a través de lo que dicen, piensan o sienten los distintos actores indígenas.

Para estos indicadores, tomando en cuenta lo anterior, se consideró pertinente todas las acciones que favorecieran o perjudicaran el conocimiento, la práctica y la transmisión de dichos saberes. Se tomaron en cuenta variedades de preparación de alimentos, creencias sobre las plantas, participación de los niños en los agroecosistemas, número de veces al día en el que se comunican en su hogar en su idioma y número de veces entre las diversas personas con las que conviven y se comunican en Totonaco

---

<sup>17</sup> Unión Mundial para la Naturaleza. Indicadores de Conocimiento Tradicional de América Latina y El caribe.



Gráfica 6. Evaluación del conocimiento tradicional

El conocimiento se adquiere mediante el ejemplo, la experimentación, de eventos acción-reacción, acciones hechas por curiosidad, así como por la capacidad de relacionar cosas, gracias a los atributos del ser humano. La repetición de dichas experiencias, permitió que el conocimiento tomara fuerza en actividades que permitieron la sobrevivencia del hombre, en la cual la comunicación oral y escrita es vital para la explicación y comprensión del mismo, de igual manera que el ejemplo de padres a hijos. Puede existir el caso en el cual la práctica del idioma no se relacione con la cantidad del conocimiento, esto comúnmente entre los jóvenes, debido a la presión social actual bajo la que se encuentran, mientras que los adultos mayores sí mantienen esta relación. La importancia tanto del conocimiento como del idioma en que se exprese, es la transmisión, pues es a través de ella que se mantendrá vigente la conservación de los recursos vegetales. Estos indicadores pueden evaluarse a nivel local, escolar o familiar.

Así, el agroecosistema tradicional tiene aproximadamente el 100% entre los tres indicadores evaluados, la mayor parte del tiempo se habla en Totonaco en la casa, y los niños reciben orientación por parte de su madre (Lourdes) y sus abuelos. Las personas adultas de la familia, mantienen conversaciones largas con vecinos y familiares. De forma

contraria, el componente familiar del agroecosistema en transición, sí habla en Totonaco y mantiene un conocimiento, sin embargo no utilizan el conocimiento tradicional y tampoco lo transmiten a la siguiente generación. Esto indica que la conversión de los agroecosistemas tradicionales a modernos o convencionales, se está dando debido a la falta de transmisión de los conocimientos ancestrales entre otros aspectos. (Gráfica. 6).

Por otra parte, Cuevas (1991), propone un método sencillo de evaluación sobre el conocimiento de las plantas, a través del siguiente índice:

Supongamos que, como resultado de la realización del inventario florístico en la **área de acción cotidiana** de la gente que vive en una cierta comunidad pudimos coleccionar, herborizar e identificar un total de 545 especies vegetales.

Un aspecto etnobotánico de gran importancia para poder medir el grado de conocimiento que dicha gente tiene de las plantas que existe en su entorno podría llamarse:

**Índice de Aprecio Antropocéntrico de las Plantas** mismo que podría calcularse fácilmente mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IAAP} = \text{NTEV} / \text{NRI}$$

Donde:

**NTEV**= Número Total de Especies Vegetales

**NRI**= Número de Recursos Identificados (por un cierto estrato de la población; niños, jóvenes, adultos o ancianos de uno o ambos sexos, con diferente grado de escolaridad, actividad, etc.).

#### **d) Organización de trabajo:**

El sistema tradicional divide su trabajo entre los integrantes de la familia, en donde la energía invertida es menor a la energía cosechada, esta organización se ve beneficiada debido al ejemplo dado de los adultos hacia los niños en torno al manejo de los recursos utilizados por la familia. Por lo tanto este sistema tiene aproximadamente un 100% de sustentabilidad en la organización. En este indicador no se contó la participación entre campesinos o en asambleas, ya que no existen tales interrelaciones en la comunidad. El agroecosistema en transición requiere energía extra, e involucra a más personas de sexo masculino, los integrantes de la familia no participan, por lo que se obtuvo que este sistema tiene aproximadamente un 40% de organización para el manejo.

### **e) Tipo de vivienda, acceso a la educación y acceso a servicios médicos:**

Para estos indicadores se consideraron aspectos de la NBI<sup>18</sup>. Si bien la mayoría de los indicadores señalan la pobreza extrema de las familias indígenas por la construcción de su casa en comparación con las casas modernas, podemos observar que éstas cubren las necesidades de espacio básicas, que son principalmente, dormitorio, cocina, baño y patio y que brindan comodidad a la perspectiva del campesino. De esta forma el Agroecosistema tradicional se calificó con aproximadamente un 70%, mientras que el de transición tiene aproximadamente 100% ya que cuenta con más recámaras, cuartos con colado, loseta y cochera, cabe resaltar que este último espacio se benefició al desplazar el corral de los animales.

En ambos agroecosistemas los integrantes de las familias tienen acceso a la educación, sin embargo, los niveles escolares que preceden a la secundaria o preparatoria, se ven limitados para el sistema tradicional, debido a las condiciones económicas con las que cuentan. Esta situación también se vive en la comunidad Mazahua de El Huizache, en donde la mayoría de los jóvenes, se quedan en el nivel de preparatoria, incluso en nivel secundaria. Por lo tanto el tradicional es aproximadamente un 80% sustentable en este aspecto, mientras que el de transición tiene más oportunidad, representado por el 100%.

Los datos obtenidos para el acceso a servicios médicos en el agroecosistema tradicional fue de aproximadamente 67%, mientras que para el de transición es un 100%

De acuerdo a los datos obtenidos de todos los indicadores representados en la Gráfica. 3 tipo AMEBA, se observa que, mientras más se aproximen los vértices al 100% (valor óptimo), el agroecosistema será más sustentable. Se puede observar en dicha gráfica, que ningún sistema es totalmente sostenible en el tiempo, se expresa claramente que mientras el tradicional es más diversificado en especies y conocimiento tradicional, el otro tiene más ingresos económicos que le permiten acceso a otros servicios o productos. Sin embargo el tradicional es más sustentable que el de transición, dada la diversidad de especies vegetales, procesos de aprovechamiento y funciones ecológicas dentro del agroecosistema que le permiten tener mayor grado de resiliencia, eventos que propician la conservación *in situ*. (Gráfica 4).

---

<sup>18</sup> Necesidades Básicas Insatisfechas.

## CONCLUSIONES

La Agricultura tradicional continúa expresándose en una amplia superficie del territorio mexicano, por lo que estudios que impliquen considerar a la cultura, son imprescindibles para que, junto con los campesinos, se tomen decisiones que principalmente beneficien la seguridad alimentaria de estas familias y otras necesidades culturales o incluso económicas.

La diversidad de especies vegetales en los agroecosistemas tradicionales, así como las categorías de manejo aplicadas a éstas, amplía el espectro de usos y por lo tanto de satisfactores al campesino, así como el incremento en la resiliencia ecológica vinculada a su adaptación al ambiente particular.

Los móviles involucrados en la selección bajo domesticación evidenciada por los campesinos tradicionales, incluyen, además de criterios agronómicos para su adaptación al sitio de cultivo, múltiples variables culturales correlacionadas con sus formas de aprovechamiento.

Los Agroecosistemas en transición presentan menor diversidad de recursos, por lo que para satisfacer sus necesidades alimenticias primordialmente, la familia recurre a compras en mercados.

Los agroecosistemas en transición, requieren menor energía humana, pero más energía fósil, al requerir de productos (máquinas y fertilizantes) que forman parte de otros procesos, incrementando el gasto energético.

La participación de la familia en las labores inherentes al agroecosistema tradicional, propicia la transmisión de los sistemas de manejo y aprovechamiento de sus recursos, incrementando con ello la resiliencia cultural de los mismos.

Los cambios tecnológicos y culturales evidenciados en los agroecosistemas en transición están propiciando la disminución de su resiliencia ecológica y cultural y, consecuentemente su sustentabilidad.

Los aspectos negativos de la aculturación en la comunidad de estudio están acelerando la transformación del manejo tradicional de los agroecosistemas (RTQ) convirtiéndolos en potreros o en monocultivos de cítricos.

El conocimiento tradicional no está ya relacionado con la práctica y la transmisión en el componente familiar del agroecosistema en transición.

Mientras mayor sea el legado biocultural transmitido por sus ancestros y el grado de apego de las familias campesinas al mismo, mayor será la resiliencia ecológica y cultural de sus agroecosistemas y, consecuentemente, la sustentabilidad evidenciada por éstos.

## GLOSARIO

**Agroecología:** Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ramas científicas afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables (Sarandón, 2014).

**Agroecosistema:** aquellos ecosistemas modificados por el ser humano, en los que a través de un manejo de las especies vegetales o animales, satisface sus necesidades principalmente alimenticias.

**Indicador:** Puede ser un evento, elemento, o proceso dentro de un agroecosistema (para el caso del presente estudio), que muestre una situación prioritaria para la dinámica del mismo, es decir, que su modificación o ausencia, sea crítica y beneficie o afecte al sistema en cuestión.

**Recurso fitogenético:** Especie vegetal de interés humano, que a partir del conocimiento y tecnología, sea utilizado para satisfacer ciertas necesidades e incorporar al mejoramiento genético empírico o convencional.

**Recurso:** Cualquier elemento u objeto que sea de utilidad para la sobrevivencia humana, ya sea natural o antropogénico.

**Resiliencia cultural:** Capacidad que el grupo humano involucrado en un agroecosistema dado, genere, aplique y modifique cuando sea necesario aspectos técnicos y sociales, de modo que los productos a obtener manifiesten e incluso incrementen el interés antropocéntrico por éstos. (Cuevas, comunicación personal)

**Resiliencia:** Capacidad del agroecosistema de adaptarse o regresar a un estado en equilibrio, después de un evento catastrófico ya sea natural o antropogénico. La resiliencia será evidente mientras el agroecosistema cuente con todos sus componentes ecológicos y sociales.

**Seguridad alimentaria:** Significa que cada persona debe tener el alimento suficiente cada día, así mismo, tener la seguridad de la calidad nutrimental de dichos alimentos.

**Sistema:** Arreglo de componentes físicos, químicos o biológicos, conjunto de cosas, unidas o separadas que forman y actúan como una unidad o un todo.

**Soberanía alimentaria:** Es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable (Rosset, 2003).

**Sustentabilidad:** La sustentabilidad es el resultado o un estado dinámico del desarrollo e interacción de los componentes de los agroecosistemas (Cultura, Medio ecológico, Área de acción

cotidiana), que permite y ofrece el sostenimiento total y digno de las necesidades cambiantes, físicas y espirituales de los campesinos que los manejan, a largo plazo, reafirmando la seguridad alimentaria, promoviendo a su vez una conservación y mejoramiento de los subsistemas involucrados.

## FUENTES DE CONSULTA

- Abbona, E. y Sarandón, S. (2014). Manejo de nutrientes en los Agroecosistemas. En Sarandón, S. y Flores, C. (2014). Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina. p. 211.
- Alcorn, J. (1997). **Ámbito y Objetivos de la Etnobotánica en un Mundo en Desarrollo.** Traducción realizada por Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez. En Cuevas, S. *et al.*, **Lecturas en Etnobotánica, publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica.** Serie Lecturas en Etnobotánica. Número 4. Universidad Autónoma Chapingo. 15 pp.
- Altieri, M. (1991). **¿Por qué estudiar la Agricultura Tradicional?** *Revista CLADES.* Número especial 1. 14 pp.
- Altieri, M. (1994). **Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable.** *Agricultura técnica.* 54 (4), p. 373.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2007). **Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación.** *Ecosistemas.* 16(1): 3-12.
- Anónimo. Disponible en: <http://www.fca.unl.edu.ar/agromatica/Docs/03-MarcoConceptual.PDF>
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). (2000). **Regiones terrestres prioritarias de México.** Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tmapa.html>.
- Asteinza, G., Barkin, D., Calva, J., Carabias, J., Hurtado, A., Escalante, R., Moreno, E., Provencio, E., Quintero, R., Ruiz, J., Toledo, V. y Turren, A. (1993). **Alternativas para el campo mexicano.** Tomo II. FONTAMARA. México. 215 pp.
- Astier, M., Masera, O. y Galván, M. (2008). **Evaluación de la sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional.** SEAE, CIGA, CIECO, ECOSUR, GIRA, FIAES, Mundiprensa, España. 200 pp.
- Ayala, G., Carrera, C., Rinderman, S., Vargas, A., Barrera, J. y Berber, M. (2012). **Competitividad del sector agropecuario en México: Implicaciones y retos.** INIFAP-UACH-UPT. México, DF. pp. 57-93.
- Baloriani, G., Marasas, M., Benamú, M. y Sarandón, S. (2010). **Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Aranae). Su riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica.** Partido de la Plata, Argentina. *Agroecología.* 5: 33-40.
- Bárbara, W. (1972). En Ortiz, V. y Ortiz, S. (1990). **Edafología.** Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. p. 371.
- Bassols, B. (1967). **Recursos naturales de México. Una visión histórica.** México. 303 pp.

- Basurto, P. (Sin fecha). **Manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos vegetales de la Sierra Norte de Puebla.** En Ramírez, V. y Bernal, M. (2009). *Investigación Multidisciplinaria en la Sierra Norte de Puebla.* Colegio de Postgraduados Campus Puebla. pp. 216-236.
- Becht, G. (1974). *Systems theory. The ket to holism and reductionism.* En Sarandón, S. (2002). **El agroecosistema: un sistema natural modificado.** Modificado del capítulo del libro: *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable.* La Plata, Argentina. p. 1.
- Bertalanffy, L. V. (1968). **Teoría de los sistemas. Fundamentos, desarrollo y aplicaciones.** México. pp. 37-55.
- Boege, E. (2008). **El patrimonio Biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas.** CDI. 344 pp.
- Bunge, M. (1995). **Sistemas sociales y filosofía.** Buenos Aires. 109 pp.
- Caballero, J. y Cortés, L. (2001). **Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México.** Instituto de Biología. UNAM. México. p. 85-88\*
- Calvante, A. (2007). **Resiliencia: un concepto clave para la sustentabilidad.** UAIS CS 200 003. 4 pp. Recuperado de <http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-003%20-%20Resiliencia.pdf>.
- Carrasco, A., S. (1999). **Indicadores culturales: Una reflexión.** Universidad de Valencia. 20 pp.
- Carvajal, T. (Sin fecha). **Principales Movimientos de la Tierra.** En Cuevas, S. (2016). **Lecturas en Etnobotánica. Serie Recursos Fitogenéticos.** Universidad Autónoma Chapingo. México.
- CDI. (2016). **Fichas de información básica de la población indígena, 2015.** México. 218 pp. Disponible en <http://www.gob.mx/cdi/articulos/fichas-de-informacion-basica-de-la-poblacion-indigena-2015?idiom=es>
- Cosmos. (1981). **Gra Atlas Salvat.** En Estrada, L. (Sin fecha). **Ubicación Geográfica.** Universidad Autónoma Chapingo. p. 4.
- Cuevas, S. y García, A. (1990). **Medio Ecológico: amplitudes y limitantes. Aspectos Climáticos.** En Cuevas, S. **Lecturas en Etnobotánica. Serie Didáctica de la Etnobotánica.** Número: 2. Universidad Autónoma Chapingo. México. 365 pp.
- Cuevas, S. (1991). **Definición, aprovechamiento y conservación de recursos fitogenéticos. Un estudio etnobotánico en una comunidad indígena Totonaca.** Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 325 pp.
- Cuevas, S. (2004). **Plantas y animales: impacto del hombre en su evolución.** Serie Etnoecología. Número 4. Chapingo, México. 39 pp.
- Cuevas, S. (2011). **Evolución natural y antropogénica de *Zea* spp. en Mesoamérica.** *Revista ARCHAEOBIOS.* (1)5 37-78.

- Delgadillo, M. (2014). **Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México.** *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 85. p 2.
- Dueck, J. (1979). **La teoría de los sistemas generales y su aplicación para resolver problemas ambientales.** CIDIAT. Mérida. 82 pp.
- Estrada, L. (Sin fecha). Ubicación Geográfica. En Cuevas, S. (2016). **Lecturas en Etnobotánica. Serie Recursos Fitogenéticos.** Universidad Autónoma Chapingo. México.
- FAO. (2016). **La Biodiversidad para el mantenimiento de los agroecosistemas.** Recuperado de: [ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/agroeco\\_biod\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/agroeco_biod_es.pdf)
- Flores, C. y Castro, D. (2009). **Evaluación de la sustentabilidad del uso de un monte forestal nativo en Salta, Argentina.** *Revista Brasileña de Agroecología.* 4(2). 1081-1084.
- García, A. (1975). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. En Cuevas, S. **Lecturas en Etnobotánica. Serie Didáctica de la Etnobotánica.** Número: 2. Universidad Autónoma Chapingo. México. 365 pp.
- Gómez, G. G.; J. L. Ruíz G. y S. Bravo G. 1998. **Tecnología tradicional indígena y la conservación de los recursos naturales.** Conferencia presentada en el Encuentro Latinoamericano sobre Derechos Humanos y Pueblos Indios, Guatemala, U.
- Gómez, P. (1993). Las raíces de la Etnobotánica mexicana. En Guevara, S., Moreno-Casasola, P. y Rzedowski, J. (1993). **Logros y perspectivas del Conocimiento de los Recursos Vegetales de México en vísperas del siglo XXI.** Instituto de Ecología. Sociedad Botánica de México. pp. 26-37.
- Grenón, D. (1994). **Agromática: Aplicaciones informáticas en las empresas agropecuarias.** PNATTL. Subsecretaría de informática y desarrollo. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Buenos Aires. 151 pp.
- Guadarrama, Z. y Hernández, X. (1981). **Valor de uso y relaciones económicas en la agricultura tradicional de Nauzontla, Puebla.** *Revista de Geografía Agrícola. Análisis regional de la Agricultura.* 1. 73-80.
- Hernández, X. (1970). **Exploración Etnobotánica y su metodología.** Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. Rama de Botánica. Chapingo, Estado de México. 69 pp.
- Hernández, X. (1971). **La investigación de huarache.** *Revista Geografía Agrícola.* Número 39. pp 113-116.
- Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.** Chapingo, México. 559 pp.
- Hernández X. y Ramos, R. (1977). Metodología para el estudio de Agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional. En Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.** Chapingo, México. pp. 321-333.
- Hernández, X. (1978). **Investigación sobre vocación de suelos en jeroglíficos Nahuatl siglo XVI.** *Boletín Agroecosistemas.* Número: 4. Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados. México. pp. 1-2.

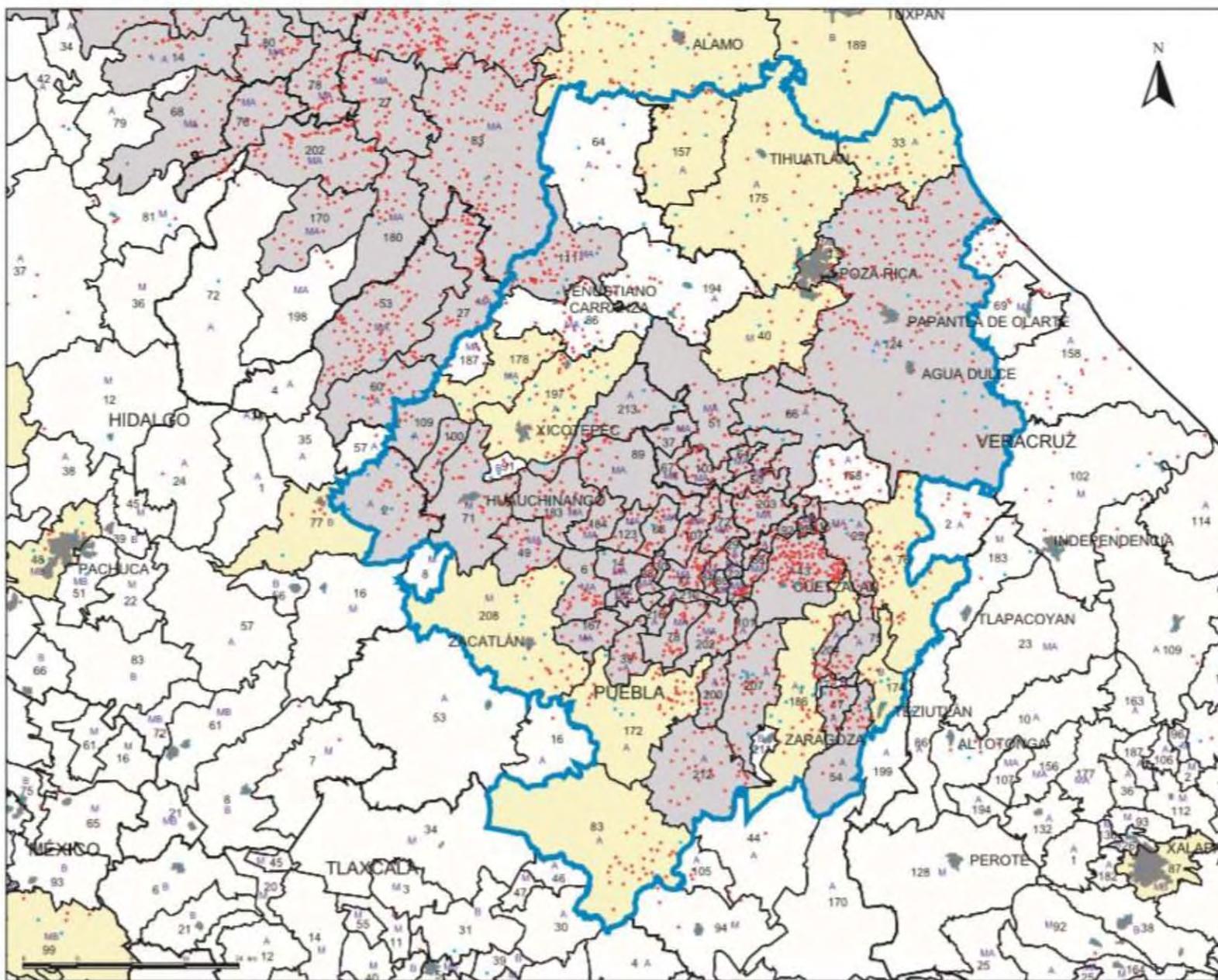
- Hernández, X. (1980). **Agricultura tradicional y desarrollo**. *Boletín Agroecosistemas*. Número: 22. Colegio de Postgraduados. Rama de Botánica. Chapingo, México. 8 pp.
- Hernández, X. (1985). **Biología Agrícola**. Ed. Cecea. México. 59 pp.
- Hernández, X. (1988). **La Agricultura tradicional en México**. *Revista Comercio Exterior*. 38(8). pp. 673-678.
- Iglesias, H. (2005). **Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario**. *Contribuciones a la Economía*. Recuperado de <http://www.eumed.net/ce/>.
- Inzunza, F. (1988). **Proceso de la producción agrícola en la Sierra Norte de Puebla**. En Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds). (1991). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 17.
- Jiménez, S. (1977). Los agroecosistemas, el desarrollo agrícola y el bienestar de la familia campesina. En Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola**. Chapingo, México. pp. 21-30.
- Leff, E. (1977). **Etnobotánica, Biosociología y Ecodesarrollo**. *Revista Nueva Antropología*. 11(006), pp. 99-110.
- López, L. (Sin fecha). **Uso sustentable de la leña bajo manejo agroforestal en comunidades indígenas de la Sierra Norte de Puebla**. En Ramírez, V. y Bernal, M. (2009). *Investigación Multidisciplinaria en la Sierra Norte de Puebla*. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. pp. 252-265.
- López, O. (1994). **Investigación agrícola en una zona marginada del estado de Puebla**. *Elementos*. 3: 26-32.
- Lorenzo, B. (1977). El desarrollo prehistórico e histórico de los agroecosistemas. En Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola**. Chapingo, México. pp. 1-20.
- Lugo, A. y Morris, Y. (1982). Los sistemas ecológicos y la humanidad. En Sarandón, S. Flores, C. (2014). **Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. Editorial de la Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina. p. 111.
- Mariaca, M. (1997). **¿Qué es la Agricultura? Bajo una perspectiva Xolocotziana**. Chapingo, México. 275 pp.
- Márquez, S. (1977). Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los ejes espacio y tiempo. En **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola**. Chapingo, México. pp. 255-275.
- Martínez, A. (2001). **Agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla: Su delimitación espacial y temporal**. En Rendón A., Rebolgar, D., Caballero, N. y Matínez, A. (2001). *Plantas, cultura y*

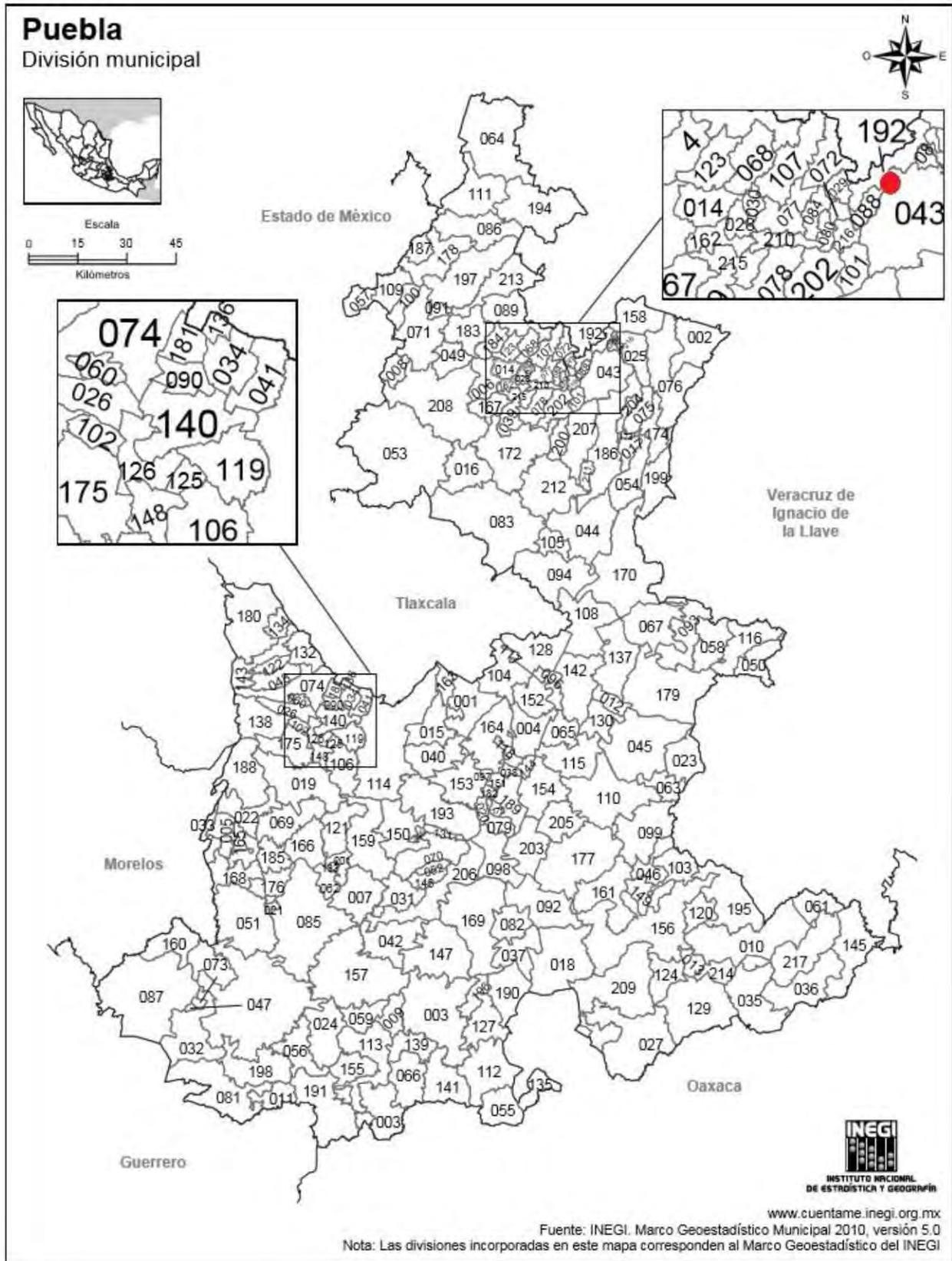
sociedad: Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI. Universidad Autónoma Metropolitana. México. pp. 101-121.

- Martínez, A. Evangelista, O., Mendoza, C., Morales, G., Toledo, Olazcoaga y Wong, L. (1995). **Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla**. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. 303 pp.
- Martínez, A., Evangelista, O., Basurto, P. y Mendoza, C. (2002). **La etnobotánica y los recursos fitogenéticos: el caso de la Sierra Norte de Puebla**. Instituto de Biología, UNAM. México. 83-86.
- Martínez, A., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M. y Cruz R. (2007). **Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla**. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 15-40.
- Masera, O., Astier, M. y López, R. (2000). **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS**. MUNDI-PRENSA GIRA INSTITUTO DE ECOLOGÍA. 109 pp.
- Masera, O., Díaz, R. y Berrueta, V. (Sin fecha). **Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de la tecnología**. México. 7 pp.
- Mera, O., Castro, L. y Bye, B. (Compiladores). (2011). **Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria**. UNAM-SNICS-SINAREFI. 215 pp. México, DF.
- Miranda, F. y Hernández, X. (1963). **Los tipos de vegetación de México y su clasificación**. UNAM, ENA Chapingo, México. p. 31.
- Mosiño, A. (1977). La atmósfera y los agroecosistemas. En Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola**. Chapingo, México. pp. 31-39.
- Museo Nacional de las Culturas Populares. (1982). **El maíz, fundamento de la cultura popular mexicana**. SEP. México. 114 pp.
- Núñez, M. (2000). **Manual de técnicas agroecológicas**. Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental. México, DF. p. 7.
- Oliver, V. (Sin fecha). Importancia de la Etnografía en la investigación etnobotánica. En Cuevas, S. (2008). **Lecturas en Etnobotánica, publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica**. Número 8. Universidad Autónoma Chapingo. 5 pp.
- Ortiz, C. (1977). Interrelaciones ambientales de los agroecosistemas y su investigación. En Hernández, X. (1977). **Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola**. Chapingo, México. pp. 277-289.
- Ortiz, V. y Ortiz, S. (1990). **Edafología**. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. 394 pp.
- Peraza, R. (2015). **Percepciones de los campesinos y otros actores de la Zona de Reserva del Merendón, Honduras, para la formulación de un proyecto de manejo sostenible de sus recursos naturales**. *Artículos y ensayos de Sociología Rural*. Número: 19. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Sociología Rural. pp. 79-90.

- Pernés, J. (1983). "La genética de la domesticación de los cereales" En *Mundo Científico* (versión en español de *La Recherche*). 29: 964-974. Barcelona, España.
- Ramírez, M. (1977). **Consideraciones sobre la economía campesina**. En Hernández, X. (1977). *Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*. Chapingo, México. pp. 157-201.
- Rappaport, R. (1971). **The flow of energy in an agricultural Society**. *Scientific American*. 224(3). 116-132. Traducido por Efraím Hernández Xolocotzi. En Cuevas, S. (2008). *Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica. Serie: Dinámica de los Agroecosistemas. Número 48*.
- Resilience Alliance. (27 de Agosto 2016). Recuperado de <http://www.resalliance.org/resilience>.
- Rosset, P. (2003). **Food Sovereignty Rallying Cry of Farmer Movements**. Institute for Food and Development Policy Backgrounder. Vol. 9, no. 4, Fall 2003. 4 pp.
- Rosset, P. (Sin fecha). **Mirando hacia el futuro: La Reforma Agraria y la Soberanía Alimentaria**. Universidad de California Berkeley. p. 171.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. (1978). **Flora fanerogámica del Valle de México**. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 pp.
- Sales, C., Roble, L. y Martínez, S. (2015). **Agricultura Guarijía en la cuenca media del Río Mayo**. *Revista de Geografía Agrícola*. Número: 54. pp. 9-24.
- Sánchez, C., Castelán, V. y Tamaríz, F. (2008). **Variación de las propiedades fisicoquímicas como respuesta al establecimiento de distintas actividades agropecuarias en los luvisoles de la sierra norte de Puebla**. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 4(2): 259-268.
- Sarandón, S. (2002). **El agroecosistema: un sistema natural modificado**. Modificado del capítulo del libro: *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*. La Plata, Argentina. p. 1.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). **Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica**. *Agroecología* 4:19-28.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2014). **Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. Editorial de la Universidad de la Plata. Buenos Aires, Argentina. 467 pp.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). **Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores**. *Agroecología*. 1:19-28 pp.
- Toledo, M. (2006). **Potencial económico de la flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla**. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AE019**. México DF. 61 pp.

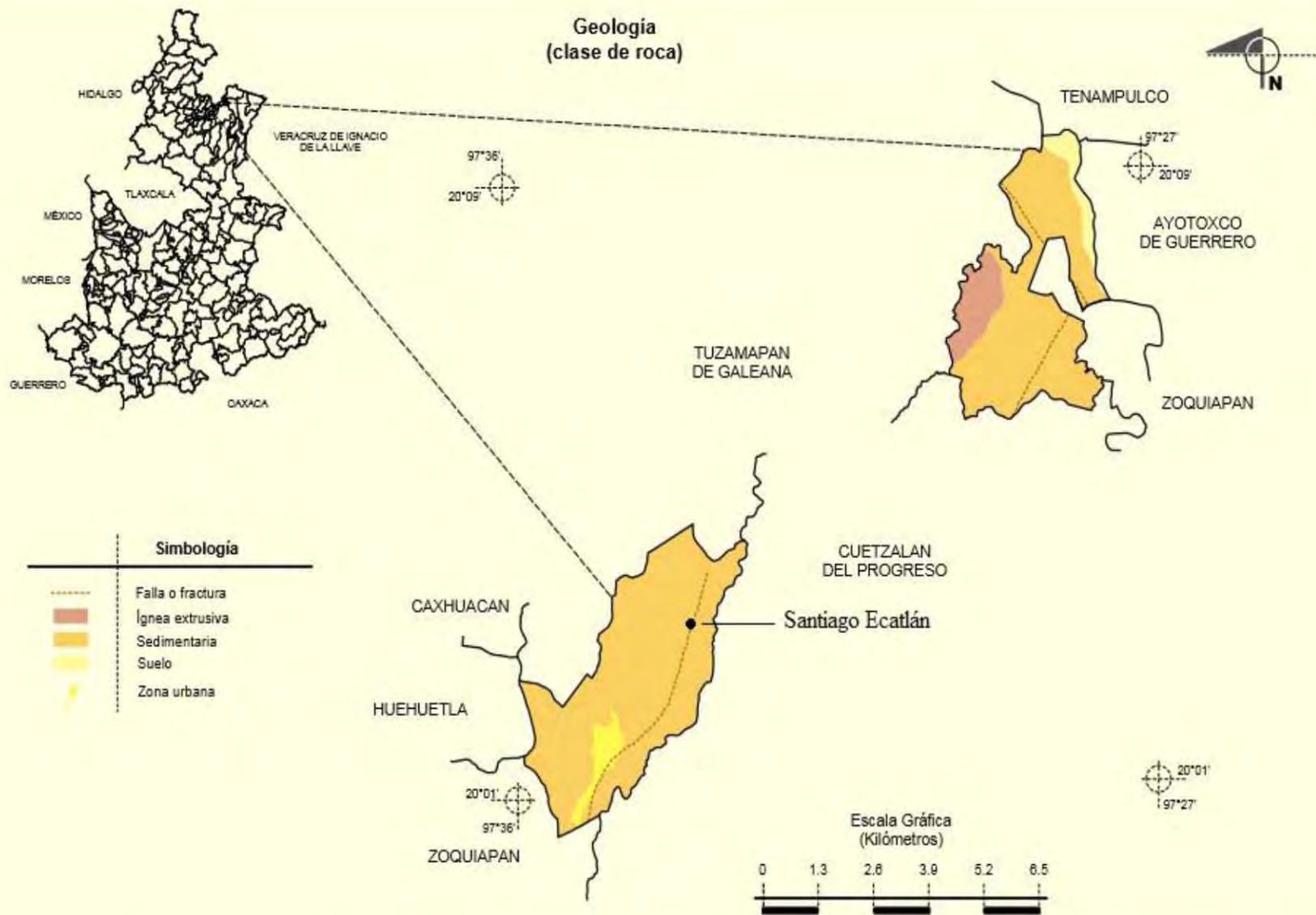
- Toledo, V. (2002). **Potencial económico de la flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla.** Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas Informe final. SNIB-CONABIO proyecto No. AE019. México DF.
- Toledo, V., Carabias, Mapes y Toledo. (1985). **Ecología y autosuficiencia alimentaria.** Siglo Veintiuno Editores. México. 118 pp.
- Toro, P., García, A., Gómez, C., Acero, R. y Rodríguez, E. (2010). **Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas.** *Archivos de Zootecnia*. 59(R): 71-94.
- UNEP/CDB/COP/5. (2000). **The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión.** Apéndice. Nairobi, 15-26 de Mayo de 2000.
- Villaseñor, J., L. (2004). **Los Géneros de plantas vasculares de la flora de México.** *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Número: 75. pp. 105-135. Sociedad Botánica de México. DF. México.





Mapa 2. Municipios del Estado de Puebla; Ecatlán (088).

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Jonotla, Puebla

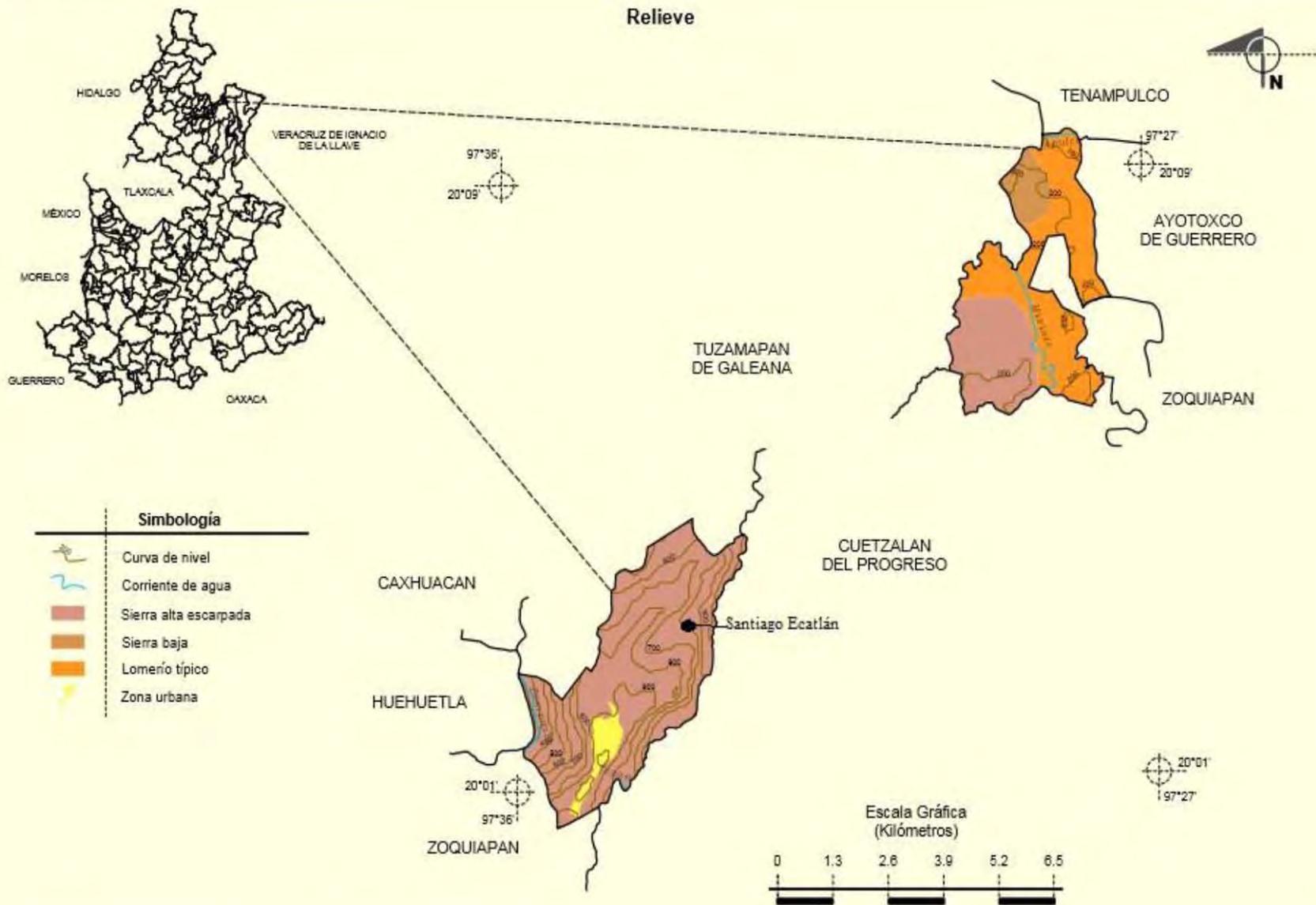


Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Geológica 1:250 000, serie I.

Mapa 3. Geología de Ecatlán

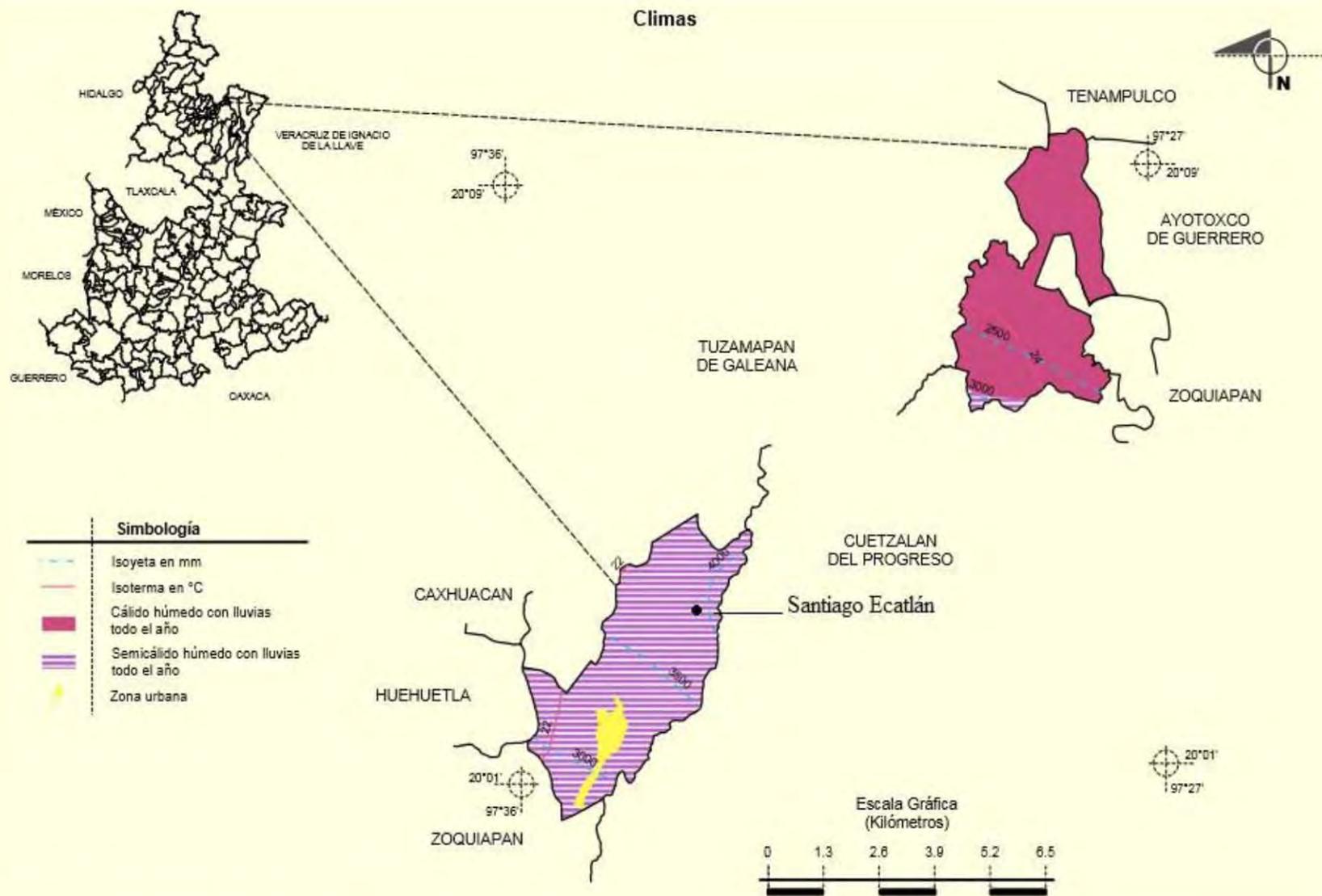
Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Jonotla, Puebla

Relieve



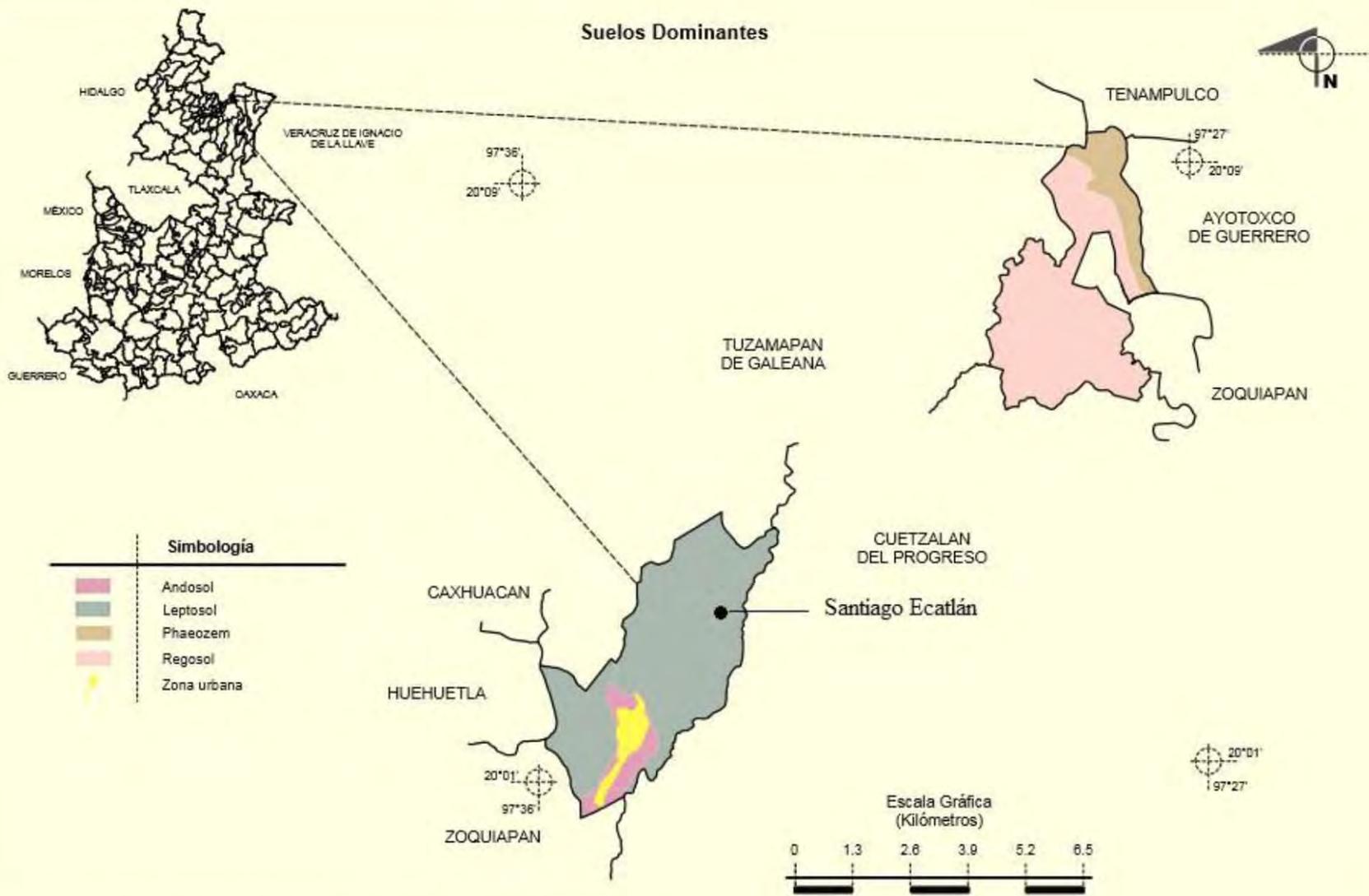
Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III.

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos  
Jonotla, Puebla



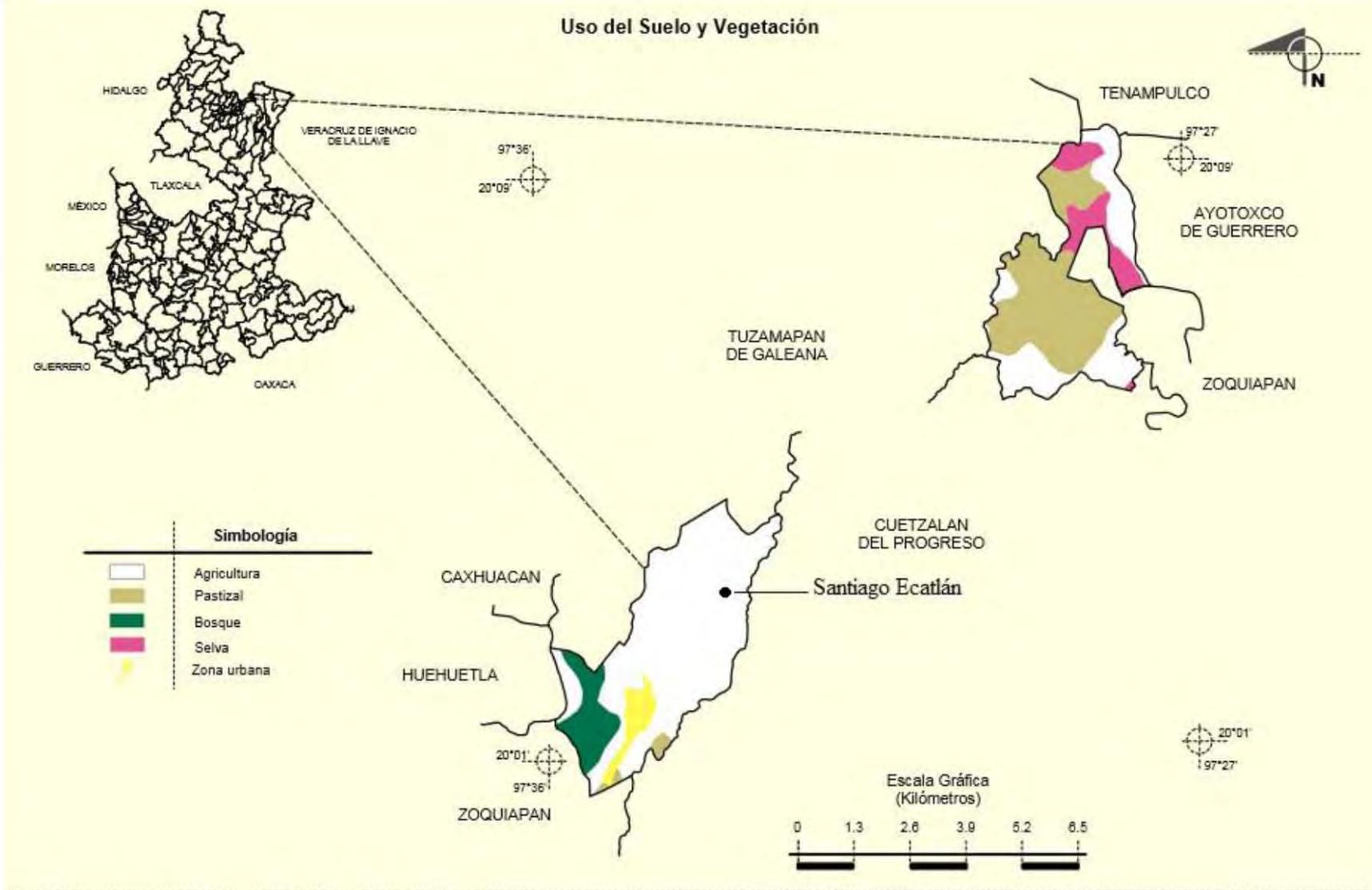
Fuente: INEGI. *Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.*  
INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I.

Mapa 5. Clima de Ecatlán



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
 INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000, Serie II (Continuo Nacional).

Mapa 6. Suelos de Ecatlán



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie III Escala 1:250 000.

Mapa 7. Uso de suelo y Vegetación de Ecatlán

## ANEXOS

### Anexo 1: Modificaciones efectuadas por la Dra. Enriqueta García a los diferentes tipos de clima propuestos por Köppen.

Clima	Designación de Köppen	Designación de García	Observaciones
Af	“Clima de selva”	“Clima caliente y húmedo con lluvias todo el año”	Además de que existen varias clases de selvas, en México también existen selvas en áreas con climas distintos. Por otra parte bajo este clima también se presentan otros tipos de vegetación.
Aw	“Clima de sabana”	“Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano”	Además de que todas las sabanas que existen en México son antropogénicas, igual que en el caso anterior, bajo este clima también podemos encontrar selvas altas o medianas perennifolias, subperennifolias o caducifolias.
Bs	“Clima de estepa”	“Climas secos o áridos”	En México no existen estepas naturales que expresasen el <i>climax</i> de la sucesión vegetal que ha evolucionado en este tipo de clima. En cambio, bajo este tipo de clima en la República Mexicana se han desarrollado numerosos <i>taxa</i> vegetales endémicos, los cuales forman parte de selvas bajas o bien de matorrales.
Bw	“Climas de desierto”	“Climas muy áridos”	De hecho es más probable que los verdaderos desiertos se encuentren en otros tipos de clima (D), y no en los Bw en los que en México existe una gran cantidad de <i>taxa</i> pertenecientes a diversas familias botánicas: Cactaceae, Asteraceae, y Leguminosae, entre otras.
ET	“Clima de tundra”	“Clima frío”	La distinción es importante pues como sabemos en México este tipo de climas se restringe a las inmediaciones de las nieves perpetuas existentes en las grandes montañas, no existiendo las tundras en nuestro territorio, algunas especies de zacates y líquenes son dos <i>taxa</i> mayormente representados en el estrato altitudinal en el que se localiza este tipo de clima.
EF	“Clima de hielos perpetuos”	“Clima muy frío”	Restringido en nuestro país a la parte superior de las grandes montañas.

**Anexo 2: Clave simplificada de las unidades del mapa de suelos del mundo, sistema FAO/UNESCO. (ISM, 1980), tomado de Ortiz y Ortiz (1990).**

<b>Símbolo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Observaciones</b>
O	HISTOSOLES	Suelos orgánicos
I	LITOSOLES	Suelos minerales (ahora en adelante sm). Con roca dura y coherente dentro de los 10cm
V	VERTISOLES	30% o más de arcilla, grietas, cutanes/gilgai
J	FLUVISOLES	Depósitos aluviales recientes
Z	SOLONCHAKZ	Salinidad alta
G	GLEYSOLES	Propiedades hidromórficas dentro de los 50cm
T	ANDOSOLES	En materiales volcánicos
R	REGOSOLES	Con horizonte A Ochrico
E	REDZINAS	Con horizonte A Móllico sobre materiales calcáreos
P	PODZOLES	Con horizonte B spódico
F	FERRALSOLES	Con horizonte B óxico
W	PLANOSOLES	Con horizonte E alábico, sobre un horizonte lentamente permeable, propiedades hidromórficas en E
S	SOLONETZ	Con horizonte B nátrico
K	CASTANOEZEMS	Con horizonte A Móllico, Chroma en húmedo mayor de 2
H	PHAEOEZEMS	Con horizonte A Móllico
X	XEROSOLES	Con un débil horizonte A, ochrico, régimen de humedad arídico
Y	YERMOSOLES	Con un horizonte A, ochrico muy débil, régimen de humedad arídico
N	NITOSOLES	Horizonte B argílico profundo
A	ACRISOLES	Con horizonte B argílico, saturación de bases menor al 10%
L	LUVISOLES	Con horizonte B argílico
B	CAMBISOLES	Con horizonte B cámbico o A úmbrico de más de 25cm de espesor

**Anexo 3: Unidades principales de suelos en México de acuerdo con el sistema FAO/UNESCO (Ortiz, 1981), tomado de Ortiz y Ortiz (1990).**

UNIDAD DE SUELOS		Superficie (10 <sup>6</sup> ha)	Extensión (%)
Símbolo	Denominación		
I	Litsoles	29.2	14.6
Lc	Luvisoles crómicos	13.5	6.7
E	Rendzinas	13.4	6.7
Kl	Castañozem lúvicos	13.2	6.6
Kh	Castañozem háplicos	11.1	5.5
Vp	Vertisoles pélicos	9.5	4.7
Re	Regosoles eútricos	9.3	4.6
Yl	Yermosoles lúvicos	8.7	4.3
Yh	Yermosoles háplicos	8.2	4.1
Tv	Andosoles vítricos	7.3	3.6

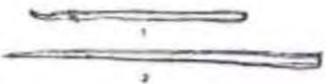
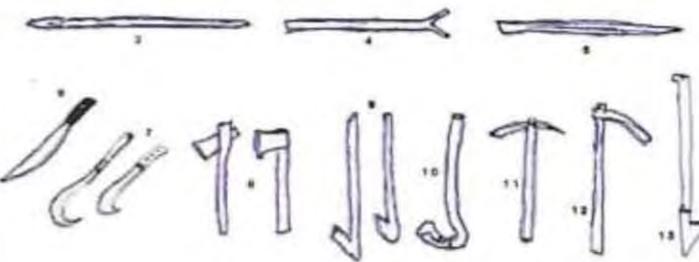
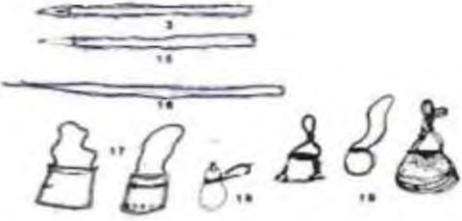
**Anexo 4: Lista de los Tipos de Vegetación de México y Climas en que se encuentran (clasificación climática de Köppen), (Faustino Miranda y Hernández X., 1963).**

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Clima</b>
Selva alta perennifolia	Af, Am
Selva mediana o baja perennifolia	Af, Am, Cfa, Cfb
Selva alta o mediana subperennifolia	Am, Aw
Selva alta o mediana subcaducifolia	Am, Aw
Selva baja subperennifolia	Am, Aw
Palmares	Am, Aw
Sabana	Am, Aw
Manglar	Am, Aw, BSh
Popal	Af, Am, Aw
Selva baja caducifolia	Aw, Cwa
Selva baja espinosa perennifolia	Aw, BSh, Bw, Cx
Selva baja espinosa caducifolia	BSh, Bw
Matorral espinoso con espinas laterales	Aw, BSk, Cwa
Cardonales, tetecheras, etc.	BSh, Bw
Izotales	BSh, BSk, Bw
Nopaleras	BSk, BSk <sup>1</sup>
Matorral espinoso con espinas terminales	BSh, BSk, Bw
Matorral inerme o subinerme parvifolio	BSh, BSk, Bw
Crasi-rosulifolios espinoso	BSh, BSk, Bw
Tulares carrizales	Af, Am, Aw, Cwa, Cwb
Pastizales	BSk
Zacatonales	Cwc
Agrupaciones de halófitos	Am, Aw, BS, BW, Cx <sup>1</sup> , Cs
Chaparral	Cs, (BSk, Cwa)
Bosque de enebros	BSk, BSk <sup>1</sup> , Cwa, Cwb
Pinares	Cf, Cwa, Cwb, Cwc
Encinares	Am, Aw, Cf, Cwa, Cwb
Bosque caducifolio	Cfb
Bosque de abetos u oyameles	Cwb
Vegetación de dunas costeras	Am, Aw, BS, BW, Cx <sup>1</sup> , Cs
Vegetación de desiertos áridos arenosos	Bw
Vegetación de páramos de altura	ETH

**Anexo 5: Clasificaciones Antropocéntricas para especies vegetales de Martínez Alfaro (1990).**

#	Categoría antropocéntrica
1	Abonos verdes
2	Alergógenas (que causan alergias)
3	Alimenticias o comestibles
4	Aromáticas (saborizantes, perfumes)
5	Artesanías (para)
6	Arvenses o maleza
7	Bebidas refrescantes o alcohólicas
8	Ceras
9	Cercas vivas o muertas
10	Ceremoniales (amuletos, mágicas, ritos o con tabúes)
11	Colorantes
12	Contaminación (contra la)
13	Construcción de muebles o partes de una casa
14	Control biológico (insecticidas, fungicidas, herbicidas)
15	Cortinas rompevientos
16	Cosméticos
17	Domésticos (usos): cocina, envolturas, tendedores, pegamentos, etc.
18	Drogas (alucinógenos, enervantes, tranquilizantes)
19	Edulcorantes o dulcificantes
20	Emblemas o con otro significado simbólico
21	Energéticos (carbón, leña, petróleo)
22	Erosión (contra la)
23	Espicias o condimentos
24	Estimulantes
25	Fibras (textiles, cordelería y cestería)
26	Forrajes y ramoneables
27	Gomas y látex
28	Industriales: antioxidantes, plásticos, explosivos, etc.
29	Instrumentos musicales
30	Instrumentos productivos: agricultura, ganadería, caza y pesca.
31	Medicinas para el hombre y sus animales domésticos
32	Melíferas
33	Oleaginosas (aceites comestibles o industriales)
34	Ornamentales o estéticas
35	Purificadoras de agua
36	Resinas
37	Taninos
38	Tóxicas (venenosas par el hombre y sus animales domésticos)
39	Urticantes

## Anexo 6: Instrumentos utilizados en el sistema de R-T-Q

FASES DE TRABAJO	PROCEDIMIENTOS	INSTRUMENTOS	
Delimitación del terreno	Recorrido del área Selección del terreno Medición Demarcación de la parcela	1 coa met. encorvada (gus) 2 coa Vara y mecatres (unidades de medición) Mojoneras	
Limpieza del terreno y limpia de la guardarraya	Roza y tumba	3 coa (c/puntas met.) 4 vara horqueta 5 barreta 6 machete 7 corva (machete curvo) 8 hacha 9 garabato 10 jleu 11 wingaro 12 hachacoa 13 coatabi	
Quema	Quema de la vegetación y maleza removida	14 hachón y combustible	
Siembra	Penetración del suelo  Implantación del grano	3 15 coa sembradora 16 estaca 17 morrales 18 calabazo 19 sembradoras	

**Anexo 7: Características socioeconómicas y tecnológicas de la agricultura tradicional y moderna en México de Gómez, Ruíz y Bravo (1998).**

<b>Indígena y campesina</b>	<b>Moderna</b>
Alta diversidad de especies	Baja diversidad genética, mayor homogeneidad
Diversidad de actividades y combinación de especies	Sistemas de producción especializados
Estrategias de manejo múltiple	Poca interdependencia de subsistemas agrícola y pecuaria
Uso de semillas criollas o regionales	Uso de semillas mejoradas
Baja intensidad de insumos industriales	Alta intensidad de insumos industriales
Tracción animal o humana	Uso predominante de maquinaria
Cultivos asociados o imbricados	Unicultivos especializados
Mayor diversidad de productos	Poco uso de subproductos agrícolas
Control manual y mecánico de plagas y enfermedades biológico natural	Predominio de control químico de plagas y enfermedades y biológico inducido
Fertilización natural, orgánica, en función de subsistemas e intensidad de cultivos (descanso y rotación)	Fertilización química intensiva
Baja inversión energética en cosecha y almacenamiento	Cosecha y almacenamiento de alta intensidad energética
Poca intensidad en la innovación tecnológica	Uso intensivo de innovaciones tecnológicas
Conocimiento técnico empírico local, transmitido verbalmente y a través del ejemplo por generaciones	Conocimiento de los adelantos del progreso científico-técnico general
Decisiones sobre el calendario agrícola, fenotipos, métodos de siembra y cultivos en función de fenómenos climáticos	Calendario agrícola fenotipos, métodos de siembra y cosecha de acuerdo con las ventajas económicas
Producción para la subsistencia familiar, con autoconsumo y venta de excedentes o con cultivos comerciales	Producción para obtener mayor ganancia y destinarla al mercado extranjero y nacional
Rendimientos de bajos a medios en función de los recursos	Rendimientos altos en función del uso de insumos
Menor deterioro del medio a baja presión social	Alto deterioro del medio por uso intensivo de los recursos y mal uso de la técnica



Se observa una cerca viva principalmente con árboles del género *Bursera*. Hectáreas que eran utilizadas para la siembra de especies vegetales, la cual ahora se ha convertido en potrero para aproximadamente 5 bueyes.

Figura 26. Potrero



Figura 27. Cerca viva



Figura 28. Cafetal bajo sombra (*Inga edulis* y *Coffea arabica*)



Figura 29. Especies arbóreas toleradas dentro de la parcela del Agroecosistema en el Totonacapan.



Figura 30. Conservación de recursos vegetales y transmisión del conocimiento tradicional (Doña Carmen y Xanay)