



TÍTULO

RESILIENCIA EN CULTIVOS ASOCIADOS

**MAÍZ (Zea mays L.) AGUACATE (Persea americana Miller) Y
CIRUELA (Prunus domestica L.), EN COMUNIDADES
DE JALACINGO, VERACRUZ, MÉXICO**

AUTOR

Javier Luna Tetelano

Director
Tutor
Curso

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2012

Francisco Borja Barrera

Rafael Mora Aguilar

Máster en Conservación y Gestión del Medio Natural, Cambio Global y
Sostenibilidad Socioecológica

© Javier Luna Tetelano

© Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA

Sede: La Rábida

RESILIENCIA EN CULTIVOS ASOCIADOS: MAÍZ (*Zea mays* L.),
AGUACATE (*Persea americana* Miller) Y CIRUELA
(*Prunus domestica* L.), EN COMUNIDADES DE
JALACINGO, VERACRUZ. MÉXICO.

TESIS

Para obtener el título de:

**MÁSTER
EN MEDIO NATURAL CAMBIO GLOBAL
Y SOSTENIBILIDAD SOCIO-ECOLÓGICA**

AUTOR:

JAVIER LUNA TETELANO

Texcoco, Estado de México. México.

Diciembre de 2010

La presente tesis titulada “RESILIENCIA EN CULTIVOS ASOCIADOS: MAÍZ (*Zea mays* L.), AGUACATE (*Persea americana* Miller) Y CIRUELA (*Prunus domestica* L.), EN COMUNIDADES DE JALACINGO, VERACRUZ. MÉXICO.”, fue realizada por Javier Luna Tetelano bajo la dirección del Dr. Francisco Borja Barrera y el Dr. Rafael Mora Aguilar, para obtener el Título de:

MÁSTER
EN MEDIO NATURAL CAMBIO GLOBAL Y SOSTENIBILIDAD
SOCIO-ECOLÓGICA

Dr. Francisco Borja Barrera
DIRECTOR
(En España)

Dr. Rafael Mora Aguilar
DIRECTOR
(En México)

Texcoco, Estado de México. México.

DEDICATORIAS:

A MIS PADRES

Margarita Tetelano y Raymundo Luna

A MIS HERMANOS

Patricia, Víctor y José Luis por su apoyo

A MI FAMILIA

Tíos: Lic. Juan M. Téllez Roa, Sr. Emilio Tetelano Hernández

Prima Lourdes

AMIGOS

Sr. Fredi Perdomo, Profr. Paúl Pazos

AGRADECIMIENTOS:

- A la Universidad Internacional de Andalucía, por brindarme la oportunidad de vivir la experiencia en sus instalaciones.
- A todas aquellas personas de La Rábida por las comodidades ofrecidas.
- A todos los maestros que impartieron los módulos presenciales, por sus valiosos comentarios, orientación, asesoría y apoyo.
- Al Dr. Francisco Borja Barrera por el apoyo brindado para realizar este trabajo.
- Al Dr. Rafael Mora Aguilar por asesorarme y guiarme durante la elaboración de esta Tesis.
- Y mi más sincero agradecimiento a los productores de la zona centro del estado de Veracruz. México. por sus valiosos comentarios vertidos durante el recorrido de campo y por las facilidades brindadas en la visita a sus parcelas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	12
SUMMARY.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivos particulares.....	15
III. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	16
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
4.1. La Resiliencia.....	17
4.2. La necesidad de aumentar la resiliencia de los ecosistemas.....	17
4.3. Desarrollo sustentable y sustentabilidad.	18
4.4. La agroforestería en general.....	21
4.4.1. Definición de agroforestería.....	22
4.4.2. Árboles de usos múltiples.....	23
4.4.3. Principales ventajas de la agroforestería.....	23
4.4.4. La sustentabilidad en los sistemas agroforestales.....	25
4.4.5. El enfoque de sistemas en la agroforestería.....	26
4.4.6. Los sistemas agroforestales.....	28

4.4.7. Práctica agroforestal.....	28
4.4.8. Arreglo en la agroforestería.....	29
4.4.9. Análisis funcional de los sistemas agroforestales.....	31
4.4.10. Manejo en la administración agroforestal.....	31
4.4.11. Desempeño del comportamiento agroforestal.....	32
4.4.12. Las tecnologías agroforestales.....	32
4.4.12.1. Tecnologías agrosilvícolas (árboles con cultivos)...	33
4.4.12.2. Cultivos bajo cubierta arbolada.....	33
4.5. Generalidades de los cultivos considerados en este estudio.....	34
4.5.1. Ciruela (<i>Prunus doméstica</i> L.).....	34
4.5.1.1. Importancia.....	35
4.5.1.2. Origen.....	35
4.5.1.3. Requerimientos ambientales.....	36
4.5.2. Cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i> Miller).....	36
4.5.2.1. Importancia.....	37
4.5.2.2. Origen.....	37
4.5.2.3. Requerimientos ambientales.....	37
4.5.3. Cultivo de Maíz (<i>Zea mayz</i> L.).....	38
4.5.3.1. Importancia.....	38
4.5.3.2. Origen.....	39
4.5.3.3. Requerimientos ambientales.....	40
4.6. Política Mexicana de desarrollo rural.....	40

4.6.1. Ley de Desarrollo Rural Sustentable Mexicana.....	40
4.6.2. Plan Nacional Mexicano de desarrollo 2007- 2012.....	46
4.7. Relación Beneficio/Costo.....	47
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
5.1. Medio físico de Jalacingo, Veracruz. México.....	48
5.1.1. Localización geográfica.....	48
5.1.2. Extensión.....	49
5.1.3. Orografía.....	49
5.1.4. Hidrografía.....	49
5.1.5. Clima.....	50
5.1.6. Recursos Naturales.....	50
5.1.7. Características y uso del suelo.....	51
5.2. Actividad económica en el municipio de Jalacingo, Veracruz.....	52
5.2.1. Agricultura.....	52
5.2.2. Ganadería.....	53
5.2.3. Industria.....	53
5.3. Metodología.....	53
5.3.1. Investigación documental.....	54
5.3.2. Actividades previas al trabajo de campo.....	55
5.3.3. Las comunidades incluidas en el presente trabajo.....	56
5.3.3.1. Técnica de entrevista.....	58
5.3.4. Trabajo de gabinete.....	59

5.3.4.1. Estimación de la relación Beneficio Costo (B/C).....59

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....60

6.1. Resultados del manejo agronómico de los sistemas agrosilvícolas.....	60
6.1.1. Cultivos en los sistemas agrosilvícolas.....	60
6.1.2. Densidad de población de cultivos.....	62
6.1.3. Práctica cultural de siembra.....	63
6.1.4. Práctica cultural de fertilización.....	64
6.1.5. Práctica cultural de deshierbe.....	65
6.1.6. Práctica cultural contra enfermedades y plagas en los sistemas bajo estudio.....	66
6.1.7. Práctica cultural de poda.....	67
6.1.8. Cosecha y venta de la producción, en los sistemas bajo estudio.....	68
6.2. Evaluación económica de los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz- ciruela.....	71
6.2.1. La relación Beneficio/Costo (B/C).....	71
6.3. Interacción ecológica observada en los sistemas agrosilvícolas.....	75
6.3.1. Arreglo encontrado en la mayoría de los sistemas agroforestales.....	77
6.3.2. Mano de obra en los sistemas agroforestales.....	79
6.4. Problemas específicos para los sistemas agroforestales en la zona de estudio.....	79
6.4.1. Lluvias ácidas.....	80
6.4.2. Heladas.....	82
6.4.3. Canales de comercialización.....	83

6.4.4. Insumos de gobierno.....	83
6.5. Discusión sobre la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y Sustentabilidad.....	85
6.6. La Resiliencia en los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela en la zona centro del estado de Veracruz, México.....	86
VII. CONCLUSIONES.....	88
VIII. RECOMENDACIONES.....	90
IX. LITERATURA CITADA.....	92
 ANEXOS	
ANEXO 1: NÚMERO DE ENCUESTAS POR COMUNIDAD.....	96
ANEXO 2: HERRAMIENTAS/EQUIPOS AGRÍCOLAS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS AGROSILVÍCOLAS MAÍZ-AGUACATE-CIRUELA Y MAÍZ- CIRUELA EN JALACINGO, VERACRUZ.....	97
ANEXO 3: CUESTIONARIO UTILIZADO EN LAS ENTREVISTAS.....	99

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Comparación de cuatro tipos de desarrollo.....	21
Cuadro 2. Actividad económica del municipio de Jalacingo, Veracruz, por sector.....	52
Cuadro 3. Comunidades estudiadas.....	56
Cuadro 4. Componentes agrícolas en los sistemas bajo estudio.....	61
Cuadro 5. Número de plantas en los diferentes sistemas y el espacio en m ² que ocupa dentro de una ha.....	62
Cuadro 6. Insumos para la siembra en los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.....	64
Cuadro 7. Fertilización en los cultivos.....	65
Cuadro 8. Deshierbe en los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.....	66
Cuadro 9. Práctica cultural de podas.....	67
Cuadro 10. Características de la cosecha en los sistemas agrosilvícolas, por cultivo.....	69
Cuadro 11. Porcentaje de autoconsumo y venta de los productos obtenidos.....	70
Cuadro 12. Relación beneficio costo (B/C) de las diferentes parcelas visitadas.....	73
Cuadro 13. La relación beneficio costo por sistemas agrosilvícolas.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Mapa de localización del municipio de Jalacingo, Veracruz. México....	48
Figura 2. Bosque de pino (<i>Pinus spp.</i>)-encino (<i>Quercus spp.</i>).....	51
Figura 3. Departamento de Suelos, albergando la biblioteca del mismo y el Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.....	55
Figura 4. Localidades estudiadas del municipio de Jalacingo, Veracruz, México.....	57
Figura 5. Sistema agrosilvícola maíz-aguacate-ciruela.....	60
Figura 6. Sistema agrosilvícola maíz-ciruela.....	61
Figura 7. Tomatillo (<i>Physalis ixocarpa</i> B.), usado para autoconsumo; en la comunidad de Orilla del Monte.....	66
Figura 8. Árbol de aguacate en la comunidad de Cuartel Segundo.....	68
Figura 9. Arreglo mixto o zonal y disposición dispersa, en los sistemas agrosilvícolas maíz-aguacate-ciruela.....	77
Figura 10. Arreglo mixto o zonal y disposición dispersa, en los sistemas agrosilvícolas maíz-ciruela.....	78
Figura 11. Arreglo intermitente o interpolado en los sistemas maíz-aguacate-ciruela.....	78
Figura 12. Arreglo intermitente o interpolado en los sistemas agrosilvícolas maíz-ciruela.....	79
Figura 13. Geotérmica “Los Humeros” desprendiendo gases contaminantes.	80
Figura 14. Vista de una planta (en total son ocho), en la Geotérmica “Los Humeros”.....	81
Figura 15. Paisaje en la geotérmica “Los Humeros”. En la parte sur del municipio de Jalacingo, colindando con el Valle de Perote, Veracruz. México...	82

Figura 16. Gobernador del Estado de Veracruz y Presidenta Municipal de Jalacingo, inaugurando el Estadio de futbol "Los Pinos".....84

RESUMEN

En este trabajo se realizó una evaluación agroforestal, gracias a encuestas realizadas a los productores de siete localidades del municipio de Jalacingo, Veracruz, México, que manejan sistemas agrosilvícolas con asociaciones de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela; describiéndolos desde una perspectiva técnica y de producción agronómica y estimando la relación Beneficio Costo (B/C) de la producción anual de las parcelas de los productores de la zona. Empleando como metodología, un diseño aleatorio para seleccionar las localidades estudiadas.

Por tanto, los dos sistemas agroforestales (maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela) se adaptan a las condiciones ecológicas y son rentables como lo muestran los resultados de la relación beneficio costo, observando que son resilientes a los problemas de la zona.

SUMMARY

An agroforestry evaluation was carried out in this work, thanks to applied surveys of producers of seven localities of Jalacingo's town council in Veracruz, Mexico, producers use agrosilvícolas systems with corn-avocado-plum and corn-plum associations, described from a technical and an agronomical production perspective; estimating the relation Benefit Cost (B/C) of the annual production plots of the zone producers. Using as methodology, a random design to select the studied localities.

Therefore agroforestry systems (corn - avocado - plum and corn - plum) are adapted to the ecological conditions and are profitable according to the results of the relation benefit cost, observing that is resilientes to the problems of the zone.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se enfoca a la resiliencia en los sistemas agrosilvícolas: maíz (*Zea mays* L.) - aguacate (*Persea americana* Miller) - ciruela (*Prunus doméstica* L.) y maíz (*Zea mays* L.) - ciruela (*Prunus domestica* L.), que se practican en la zona centro del estado de Veracruz, México, con el fin de describirlos desde la perspectiva agronómica, estimar la relación beneficio costo durante un año de producción y observar su capacidad de Resiliencia.

Tradicionalmente, en la agricultura de la zona centro del estado de Veracruz se han practicado combinaciones de árboles frutales como la pera (*Pyrus communis* L.), durazno (*Prunus pérsica* L.), manzana (*Malus pumila* Miller) con otros cultivos agrícolas de ciclo corto como el maíz (*Zea mays* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ya que en esta zona del país, así como en muchas otras, el agricultor de escasos recursos o pequeño agricultor siembra algunos cultivos combinados como un sistema de explotación integral para hacer más eficiente el uso de la tierra, y en general de los recursos naturales de que dispone.

De esta manera, se practican diferentes tipos de combinaciones con el maíz, ya sea maíz - frijol, maíz - haba (*Vicia faba* L.), maíz-frijol-calabaza (*Cucurbita* spp.), entre otros, como alternativa para aumentar la eficiencia de la producción agrícola. En estos sistemas, los frutales juegan un papel importante, ya que se considera que en la zona de estudio la fruticultura es una actividad redituable para el productor, pues éste consume sus productos y además los puede comercializar; ello ocurre con las combinaciones maíz- aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

En la primera etapa de este estudio se realizaron recorridos para identificar los sistemas de producción agroforestales con combinaciones de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela, visitando las principales comunidades en la parte central y sur del municipio de Jalacingo, Veracruz, México, ya que en este territorio se encuentran las condiciones ecológicas para sustentar dichos sistemas. Ocasionalmente también se encontraron sistemas agroforestales con asociaciones de maíz-durazno, maíz-manzana y maíz-pera.

Por tanto y encontrándose siete comunidades, que son: Cuahutamingo, Santa Anita, Orilla del Monte, Francisco Barrientos, Cuartel Segundo, Plan de Hidalgo y Cuartel Tercero, que cuentan con sistemas agroforestales con asociaciones de maíz-aguacate-ciruella y maíz-ciruella y habiendo identificado que las asociaciones: maíz-aguacate-ciruella y maíz-ciruella son las más comunes en el área, se aplicó una encuesta por cuestionario para obtener información sobre los referidos sistemas agroforestales; con esta información y, aunado a la revisión bibliográfica sobre dicho tema y trabajos afines, el área de estudio, la legislación pertinente y los cultivos involucrados, se procedió a elaborar la descripción y evaluación previstas en los objetivos, así como a plantear algunas recomendaciones.

La recopilación y generación de información plasmada en escrito se considera de interés para la zona, pues no se encontraron trabajos previos al respecto en ella, además del interés que implica adentrarse a las condiciones de la agricultura en algunos sistemas agroforestales tradicionales del área: maíz-aguacate-ciruella y maíz-ciruella, para tener un antecedente estimando la relación beneficio costo de los mismos, y de esta forma observar la capacidad de Resiliencia.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Contribuir al conocimiento sobre la resiliencia en plantaciones en asociaciones de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela, en el centro del estado de Veracruz, México, para sustentar su viabilidad ecológica, técnica y económica.

2.2. Objetivos particulares

- Identificar las principales estrategias agroforestales diseñadas tradicionalmente por los pequeños productores del centro del estado de Veracruz, México, para establecer como punto de partida de futuras investigaciones y propuestas en el área.
- Describir la estructura y manejo de los sistemas agroforestales tradicionales de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela, para ubicarlos desde la perspectiva técnica.
- Estimar la relación beneficio-costos de los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela para evaluarlos con este indicador.
- Describir la Resiliencia existente (durante un año) en los sistemas bajo estudio.

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO

En la zona centro del estado de Veracruz, México, las asociaciones de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela constituyen alternativas agronómicamente productivas, son social y culturalmente aceptables, económicamente viables, sustentables y resilientes a problemas de la zona.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. La Resiliencia

Resiliencia es la capacidad de una persona o grupo de personas para seguir proyectándose en el futuro a pesar de acontecimientos desestabilizadores, de condiciones de vida difíciles y de traumas a veces graves. Se sitúa en una corriente de psicología positiva y dinámica de fomento de la salud mental y parece una realidad confirmada por el testimonio de muchísimas personas que, aun habiendo vivido una situación traumática, han conseguido encajarla y seguir desarrollándose y viviendo, inclusive, en un nivel superior, como si el trauma vivido y asumido hubiera desarrollado en ellos recursos latentes e insospechados.

Aunque durante mucho tiempo las respuestas de resiliencia han sido consideradas como inusuales e incluso patológicas por los expertos, la literatura científica actual demuestra de forma contundente que la resiliencia es una respuesta común y su aparición no indica patología, sino un ajuste saludable a la adversidad (Manciaux, 1987).

La resiliencia se define también como la capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación (Fox y Fox, 1986; Keeley, 1986; Pimm, 1984). Para calcularla en un intervalo determinado de tiempo se obtiene el cociente entre las medidas antes y después de la perturbación de cualquier variable descriptora del ecosistema (Tilman y Downing, 1994).

En ingeniería, la resiliencia es una magnitud que cuantifica la cantidad de energía por unidad de volumen que absorbe un material al deformarse elásticamente debido a una tensión aplicada.

4.2. La necesidad de aumentar la resiliencia de los ecosistemas

Se entiende por resiliencia de los ecosistemas “la capacidad de un ecosistema para tolerar un impacto sin colapsar hacia un estado cualitativamente diferenciado que esté controlado por un conjunto diferente de procesos”, es decir, de recibir un

fuerte impacto, por ejemplo: un incendio, una tormenta, una sequía, etcétera, y volver al cabo de un tiempo a su estado normal, no habiéndose roto el equilibrio que existía en el lugar (Tilman y Downing, 1994).

Para un determinado ecosistema, aquellos que tienen una diversidad de especies y procesos más amplios (por ejemplo una selva virgen), es más probable que se adapten al cambio climático, y a la variabilidad del clima, que los ecosistemas empobrecidos (una plantación gigantesca de una sola especie de árbol, lo que se denomina “monocultivos”), (Manciaux, 1987). Además de variabilidad entre especies, también una mayor variabilidad (genética) dentro de una misma especie ayuda mucho a que el sistema pueda sobrevivir a largo plazo, por ejemplo frente a un ataque de una especie exótica invasora (Fox y Fox, 1986; Keeley, 1986; Pimm, 1984).

Todo esto hay que tenerlo muy en cuenta al momento de hacer actividades, o proyectos, destinados a mitigar y adaptarse al cambio climático, por ejemplo: llevando a cabo proyectos con una combinación de distintas especies, vigilar que los animales puedan migrar entre diferentes zonas (lo que se denomina “conectividad ecológica”). Al fin y al cabo, no tiene ningún secreto, es dejar que la naturaleza haga lo que mejor sabe hacer, y lo que ha estado haciendo desde siempre. Eso de “la naturaleza es sabia”, por algo se dirá (Manciaux, 1987).

4.3. Desarrollo sustentable y sustentabilidad

Con el movimiento ambientalista surgido a mediados del siglo pasado, ante la preocupación por el grave deterioro ambiental provocado por el ser humano a raíz del surgimiento de la revolución industrial en Inglaterra hace 300 años, surge un concepto denominado “sustentabilidad” (Foladori, 2005, citado por Becerra, 2007), que literalmente significa “mantener a través del tiempo”.

Desde esta perspectiva, “desarrollo sustentable” sería mantener el desarrollo continuado; sin embargo, el concepto mismo de desarrollo es extremadamente

vago y ha ido evolucionando a través del tiempo. Tal ambigüedad, aunada a la diversidad del pensamiento ambientalista, es responsable de la amplia variedad de ambos conceptos, de la discusión no acabada de los mismos, y de la diversidad de enfoques y estrategias con que se les aborda desde diversas posiciones ideológicas.

La economía transformada en ciencia positiva reforzó la creencia en la posibilidad de un progreso humano evolutivo, gradual, y siempre hacia adelante. En este contexto, y en la medida en que la “materia” y el motor de la actividad pasa a ser el capital, y este puede, e incluso debe crecer indefinidamente para evitar el colapso del sistema, resultará inconcebible pensar que puedan existir límites para su expansión, y menos aún si ello supone admitir la existencia de un mundo físico limitado. Así el objeto del progreso “ya no es la supervivencia humana, ni la plena satisfacción de las necesidades vitales de todos, si no el crecimiento sin límites,...la expansión continua” (Becerra, 2007).

En este contexto, López (2006) citado por Becerra (2007), indica que la sustentabilidad surge cuando se comprende que el desarrollo debe centrarse en los seres humanos, y no solo en índices económicos; que la especie humana es el objetivo fundamental de este nuevo paradigma llamado sustentabilidad, cuya piedra angular es la preservación de la vida, y para lograrlo se debe: a) establecer un adecuado balance entre las necesidades humanas y la capacidad de carga del planeta, y b) la necesidad moral de mantener esa capacidad para satisfacer las necesidades de las futuras generaciones.

Sin embargo, como lo indica este autor, el concepto sustentabilidad es de amplia polisemia derivada de: a) cierta vaguedad del concepto, b) diferentes visiones del mundo o intereses de los grupos sociales, traducidas en diferentes concepciones de desarrollo, y c) porque sustentabilidad integra dos significados: a) sostenibilidad que implica la perdurabilidad en el tiempo del proceso económico, y b) sustentabilidad, que implica la incorporación de las condiciones ecológicas del proceso económico (Leff, 2004).

El concepto de desarrollo sustentable surgió con la esperanza de un desarrollo más humano, ante el agravamiento a escala mundial de los problemas medioambientales, y de los desequilibrios Norte-Sur. Con él se insiste en procurar un nuevo paradigma “que coloque al ser humano como el centro del desarrollo, considere el crecimiento económico como un medio y no como un fin, proteja las oportunidades de las futuras generaciones, al igual que el de las actuales, y respete los sistemas naturales de los que dependen todos los seres vivos” (Caride y Meira, 2001).

Torres (1999) introduce el concepto complementario de “desarrollo compatible”, con el que enfatiza que para que realmente el “socio ecosistema” sea sustentable se requiere correspondencia entre “los fines intrínsecos de los ecosistemas a reproducirse, y los objetivos sociales...”. Según indica el mismo autor, la idea misma de crecimiento económico sostenido es contradictorio con la de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, pues estos tienen umbrales de uso y explotación que no deben ser rebasados o se provocará su deterioro, su agotamiento y/o extinción.

A partir de estas reflexiones, dicho autor propone adicionar al concepto “compatible” al desarrollo sustentable, denotando con él que el desarrollo no debe sobrepasar los límites impuestos por la naturaleza, lo que implicaría en determinadas circunstancias renunciar al crecimiento económico a cambio de la sustentabilidad ambiental y social, ya que si el desarrollo sustentable busca solo “garantizar la producción del futuro sin sacrificar las necesidades actuales”, sigue siendo un modelo incompatible porque busca sostener un modelo depredador. En el Cuadro 1 se transcribe la síntesis comparativa que hace este autor de cuatro modelos de desarrollo, mismos que representan ciertas etapas evolutivas del concepto hasta llegar a su propuesta de “desarrollo compatible”.

Cuadro No. 1: Comparación de cuatro tipos de desarrollo

Concepto	Tipo de modelo	Medios	Fines
Desarrollo Sostenido	Modelo depredador (Insostenible e incompatible)	Destrucción del recurso natural	Incrementar la tasa de ganancia
Desarrollo Sostenible	Modelo de restauración negativa	Conservación del recurso natural	Incrementar la tasa de ganancia
Desarrollo Sustentable	Modelo de restauración positiva (Sustentabilidad incompatible)	Incrementar la tasa de ganancia (Ecológica)	Mejorar y multiplicar el recurso natural
Desarrollo Compatible	Nueva sociedad orgánica Nuevos equilibrios	Manejar los recursos racionalmente. Aprovechamiento, no explotación	Manejar el recurso natural y humano (Multiplicación)

Fuente: Torres (1999).

4.4. La agroforestería en general

La agroforestería es un sistema de uso de la tierra que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos, de árboles con cultivos y/o animales, simultánea o secuencialmente, de tal manera que se incrementa la productividad total de plantas y animales de una forma sustancial por unidad de producción o finca, especialmente bajo condiciones de bajos niveles de insumos tecnológicos y en tierras marginales (Nair, 1985).

4.4.1. Definición de agroforestería

“Agroforestería” es un nombre colectivo para todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra donde plantas leñosas perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra como cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal (ICRAF, 1982, citado por Krishnamurthy, 2010). Deberá haber una interacción ecológica y económica importante entre los componentes leñosos y no leñosos (Lundgren, 1987).

Esta definición, que es la que se usa en ICRAF (Centro Internacional de Investigación en Agroforestería), indica claramente la naturaleza diversa de la agroforestería. Uno habla de la agroforestería cuando trata de la tierra que va a ser usada para varios productos, no solo uno, incluso cuando algunos de estos productos provienen de animales, mientras que otros provienen de árboles u otras plantas leñosas.

Las plantas leñosas, algunas veces llamadas plantas lignarias, son plantas que contienen lignina, una sustancia orgánica que impregna y une las células y fibras de la planta, cuyos tejidos están arreglados de tal manera que toman las características de la madera. Las plantas leñosas, con raras excepciones, son perennes, lo que significa que duran varias temporadas de cultivo.

Los arboles, que son plantas perennes leñosas que tienen un solo tallo principal, constituyen la mayoría de las plantas lignarias. Es generalmente aceptado que para ser llamado árbol, la planta necesita tener un tamaño mínimo de alrededor de siete metros.

Para ser benéfica, la yuxtaposición de los diferentes componentes debe tener un efecto positivo en todo el sistema del uso de la tierra, a pesar de las interacciones ecológicas y económicas entre estos componentes. Las interacciones, ya sean ecológicas o económicas, puede ser positivas o negativas.

4.4.2. Árboles de usos múltiples

En agroforestería, un árbol de usos múltiples desempeña varias funciones en el sistema de producción. Una de estas funciones es la del factor de producción como por ejemplo: de madera, fruta, abono verde o sustancias médicas.

Otro grupo de funciones incluyen los “servicios” proporcionados por el árbol, por ejemplo, proveer sombra para las plantas sensibles a la luz; controlar la erosión; mejorar la infiltración del agua a través del sistema profundo de raíces; fijar el nitrógeno de la atmósfera que enriquece al suelo; como setos vivos indicando los límites de los predios; como rompe vientos; eliminación de malezas, sin mencionar la importante función sociocultural que el árbol desempeña en muchas civilizaciones.

Las plántulas de los árboles establecidos con los cultivos tienen altas tasas de sobrevivencia y desarrollo porque reciben la misma atención dada a los cultivos; son deshierbados, usan el fertilizante que se mueve por debajo del nivel de las raíces del cultivo (Krishnamurthy, 2003).

4.4.3. Principales ventajas de la agroforestería

Según Von Carlowitz (1986), la agroforestería combina la producción y el servicio. Sobre el primer aspecto, los principales productos de los árboles de usos múltiples son combustibles leñosos (incluyendo el carbón), forraje y alimento. Otros productos, que se encuentran menos frecuentemente, incluyen las sustancias médicas, gomas y resinas, taninos, aceites esenciales, fibras y ceras.

Los principales roles de servicio son:

- a) La conservación del suelo, control de la erosión (presencia de una capa permanente de suelo, efecto de barrera contra la corriente), mantenimiento de la fertilidad del suelo (incorporación de materia orgánica en el suelo, transportación de nutrientes desde las capas profundas del suelo a través

de las raíces de los árboles, estos nutrientes mejoran entonces las cosechas a través del desecho vegetal y del acolchado) y el mantenimiento de las propiedades físicas del suelo (Young, 1989).

- b) La creación de un microclima, que puede ser benéfico para ciertas plantas o animales, por ejemplo, las modificaciones de luz, temperatura, humedad o viento, pueden también ayudar a combatir la proliferación de la maleza.
- c) La habilidad para combinar la producción y la conservación de recursos da a la agroforestería su innegable cualidad de sustentabilidad (Young, 1988).

Aunque la agroforestería no es un ideal *a priori* para la solución de todos los problemas del desarrollo rural, la asociación de árboles y de otros componentes agrícolas provee muchos beneficios que ayudan a resolver algunos problemas bien conocidos en tres principales zonas agroecológicas de los trópicos. (Lundgren, 1987):

- a) Los trópicos húmedos, donde la agroforestería puede jugar un importante papel en el mantenimiento de la fertilidad del suelo,
- b) Las áreas con laderas escarpadas (colinas y montañas) donde la agroforestería puede ayudar a controlar la erosión,
- c) Las zonas subhúmedas y semidesérticas que se usan extensivamente para el pastoreo donde la agroforestería puede ayudar en la lucha contra la desertificación (Baumer, 1987, citado por Krishnamurthy, 2010).

Además, la combinación de varios tipos de productos que son de subsistencia y de generación de ingresos ayuda a los agricultores a satisfacer sus necesidades básicas y minimizar el riesgo del fracaso total del sistema de producción.

4.4.4. La sustentabilidad en los sistemas agroforestales

La sustentabilidad de un sistema de producción rural, como es el caso de los sistemas agroforestales, corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades de la humanidad, sin afectar, y de ser posible, mejorar el recurso base del que depende el sistema” (AID, 1987, citado por Krishnamurthy, 2010).

Un sistema de producción rural sustentable es solo uno de los elementos del concepto global del desarrollo sustentable que incluye una serie de condiciones fuera y dentro del sistema rural que se clasifican como económicos, sociales, ecológicos, políticos e institucionales, entre otros.

Los principales requerimientos de la agricultura sustentable son:

- a) La conservación del suelo incluyendo el control de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad;
- b) El uso y la conservación eficiente de recursos existentes (suelo, agua, luz, energía, recursos genéticos, trabajo);
- c) El uso de interacciones biológicas entre los diferentes elementos del sistema agrícola (por ejemplo, el acolchado, la asociación de plantas trepadoras y soportes, fijación del nitrógeno y el control biológico de las malezas y enfermedades); y
- d) El uso de insumos que estén fácilmente disponibles y de insumos y prácticas que aseguren la salud y conservación del medio ambiente.

El tipo de agricultura que vaya a ser usado por los agricultores en pequeña escala y que dependen tanto de cultivos comerciales y de subsistencia debe cumplir requerimientos para que sea sustentable.

Entre ellos se tiene:

- a) Satisfacer las necesidades energéticas de los agricultores (calor, trabajo);
- b) Satisfacer las necesidades de subsistencia de los agricultores, para que puedan asegurar una dieta balanceada y adecuada;

- c) Fortalecer los vínculos de solidaridad entre los miembros de la comunidad local.

Los objetivos de estos requerimientos son ayudar a la gente a soportar los periodos difíciles causados por factores económicos y climáticos, mejorar las condiciones de vida en áreas rurales, mientras se puentean las temporadas de producción y asegurar la sobrevivencia de los sistemas rurales tradicionales.

Finalmente, hay algunos parámetros nacionales e internacionales que contribuyen más o menos a la sustentabilidad de los sistemas de producción rural. Algunos de estos son:

- a) La calidad de la infraestructura disponible para los agricultores (camino, irrigación, medios de transporte, etcétera);
- b) Oportunidades de crédito, con condiciones riesgosas en caso de fracaso de los cultivos;
- c) Acceso a un mínimo de infraestructura social (escuela, hospitales, planificación familiar); y
- d) Acceso directo o indirecto a mercados nacionales e internacionales con precios que estén en relación a los costos de producción agrícola.

La agroforestería cumple muchos de los requerimientos para la sustentabilidad incluyendo árboles en los sistemas de producción agrícola, utilizando recursos existentes y prácticas de manejo que optimizan la producción combinada de varios productos en lugar de maximizar la producción de sólo un producto y por sus numerosas funciones de servicio.

4.4.5. El enfoque de sistemas en la agroforestería

El enfoque de sistemas en la agroforestería, es una herramienta que permite el estudio de situaciones reales de una manera práctica. Este enfoque es empleado como guía para la descripción y análisis del sistema agrícola. Es usado por ICRAF

para diagnosticar los sistemas del uso de la tierra y formular las intervenciones agroforestales.

En el contexto rural, un sistema agrícola puede definirse como “un arreglo único y razonablemente estable de empresas agrícolas que la familia maneja de acuerdo con prácticas bien definidas, en respuesta al ambiente físico, biológico y socioeconómico, y en concordancia con las metas, preferencia y recursos de la familia” (Shaner *et al.*, 1982).

El enfoque de sistemas tiene su propia terminología, así como algunos principios que son importantes observar.

Cuatro características deben ser definidas en cualquier sistema:

- a) **Limites:** Son naturales o artificiales y definen claramente lo que es endógeno (interno) y exógeno (externo) con relación al sistema. El sistema es, de este modo, definido por la presencia de ciertos componentes.
- b) **Estructura:** Este es el arreglo espacial y temporal de los componentes endógenos del sistema. Muestra como los diferentes componentes del sistema están dispuestos con relación a otros. Si no se encuentran todos simultáneamente, especifica cuál es su secuencia temporal.
- c) **Función:** La función del sistema se refiere a la relación entre los insumos y productos. Insumos y productos son cualquier cosa que pueda ser alimentada al sistema o generada por el. La función del sistema es detallarla en términos de administración y productividad: la administración es la forma en que los insumos (inversiones) se convierten en productos. La productividad o desempeño es la relación cuantificada entre insumos y productos.
- d) **Estado:** Indica si el sistema está desarrollándose, si es estable o está en declinación.

Un sistema se ha descrito correctamente solamente si las primeras tres características enlistadas antes son conocidas.

Los conceptos del enfoque de sistemas se están usando comúnmente en el estudio de los sistemas de producción agrícola bajo el nombre de “sistemas agrícolas”.

4.4.6. Los sistemas agroforestales

Se pueden hacer dos enunciados en esta etapa del uso del enfoque de sistemas dentro del contexto de la agroforestería (Krishnamurthy, 2010).

Se habla ya de un “sistema agroforestal”, aun cuando sea solamente definido por la presencia de ciertos componentes (árboles y plantas trepadoras) y por límites de parcelas. Aunque estas condiciones son necesarias, no son suficientes para describir un sistema dentro del marco de trabajo del enfoque sistemas. Por ello, será necesario caracterizar la estructura y la función del sistema (Krishnamurthy, 2010).

En el contexto agroforestal, el término “sistema” corresponde al tipo de uso de la tierra (un tipo de uso de la tierra agroforestal) y no, como en la nomenclatura clásica de sistemas agrícolas, para una mercancía particular: el nombre más probable para el sistema agroforestal mencionado antes sería algo como “sistema de árboles de apoyo para la subsistencia y productos generadores de ingresos”, mientras que las parcelas vecinas usadas para maíz se les llamaría “sistemas de producción de maíz” (Krishnamurthy, 2010).

4.4.7. Práctica agroforestal

Una práctica agroforestal denota “una operación específica del manejo de la tierra de una naturaleza agroforestal”. Young (1989) insiste en el aspecto estructural e indica que una práctica agrícola es “una disposición clara de componentes

agroforestales en tiempo y espacio". En ambos casos, el término "práctica" denota más bien una concepción amplia.

4.4.8. Arreglo en la agroforestería

Dos aspectos serían tomados en cuenta con respecto al arreglo (orden) de los componentes: espacio y tiempo.

El arreglo tiene que ver con la ubicación física de los componentes agroforestales en la parcela. También es importante describir el arreglo temporal porque los diferentes componentes pueden estar en la parcela al mismo tiempo, seguir una a otra o sobreponerse parcialmente en el tiempo.

El arreglo es generalmente descrito de acuerdo con las plantas leñosas (árboles) y componentes no leñosos pero en algunos casos, muchos componentes pueden ser leñosos.

Los principales tipos posibles y arreglos o disposición de los componentes se describen en las categorías que siguen, de acuerdo con Krishnamurthy (2003), y que son mutuamente exclusivas en cada una de ellas.

(a) Arreglo o disposición agroforestal zonal/mixto

a.1. Mixto: Los diferentes componentes no están geoméricamente arreglados o dispuestos, pero aparecen de manera irregular. Algunos ejemplos: árboles esparcidos, dispersos en tierra de cultivo, jardines domésticos o acuacultivo en áreas de mangles.

a.2. Zonal: Los diferentes componentes están geoméricamente arreglados; filas de árboles y cultivos en callejones, rompe vientos, setos vivos, filas de árboles en elevaciones de terrazas.

(b) Disposición agroforestal densa/dispersa

b.1. Densa: Los componentes están juntos estrechamente en la parcela; por ejemplo, en un jardín de flores o en un cultivo de callejón.

b.2. Dispersa: Los componentes están lejos unos de otros; árboles aislados en un apacentadero, por ejemplo, o hileras de árboles en diques de campos de arroz.

(c) Disposición de estratos agroforestales simples/multi-estratos

c.1. Estratos simples: Hay solo una capa de árboles, por ejemplo, cultivos de callejón, setos vivos, o rompevientos con solo una especie.

c.2. Multi-estratos: Hay varias capas de árboles, por ejemplo, en muchas huertas domésticas o en jardines boscosos, en parcelas de usos múltiples o en rompevientos con dos o más especies que tienen diferentes dimensiones.

(d) Disposición agroforestal simultánea/secuencial

d.1. Simultánea: Los diferentes componentes están presentes en la misma parcela simultáneamente. Ejemplos: árboles en un apacentadero, árboles en asociación con cultivos perennes. Este tipo de arreglo o disposición se puede llamar también coincidente.

d.2. Secuencial: Los diferentes componentes no están presentes en la parcela simultáneamente, van uno detrás de otro, por ejemplo, árboles en barbecho alternando con el uso clásico de la tierra agrícola. Los componentes también pueden sobreponerse parcialmente en tiempo, por ejemplo, la plantación de árboles para un barbecho mejorado antes del fin del ciclo agrícola.

d.3. Concomitante: El componente leñoso está siempre presente y el componente estacional o de temporada está sólo presente al principio o al final del ciclo del cultivo.

4.4.9. Análisis funcional de los sistemas agroforestales

Para analizar un sistema agroforestal desde el punto de vista funcional, se debe identificar sus insumos y sus productos, puede ser práctico subdividir el sistema en subsistemas cuando se haga esto, los insumos y productos biofísicos son bienes “gratuitos” desde el punto de vista del agricultor, como la lluvia, la energía solar, el nitrógeno fijado por los nódulos de la raíz, la sombra y el control de la erosión. Los insumos y productos económicos son aquellos que se pueden comprar o vender, o cuantificar en términos monetarios, por ejemplo, tierra, equipo, semilla, trabajo, subsidios; también aquellos que se regresan al sistema como estiércoles o el acolchado (Krishnamurthy, 2010).

4.4.10. Manejo en la administración agroforestal.

El término manejo en la administración agroforestal, implica los métodos usados para convertir los insumos en productos. En términos más simples, es lo que los agricultores deben hacer con sus plántulas para que se conviertan en árboles que proveen buena leña, fijan el nitrógeno y para que sus semillas se conviertan en productos comestibles o vendibles (Krishnamurthy, 2010).

Para manejar sus tierras, los agricultores tienen recursos. Estos recursos son los insumos del sistema. La decisión del agricultor puede ejercer influencia sobre algunos recursos y no sobre otros. Por ejemplo no puede controlar la cantidad de lluvia o energía solar, pero puede asegurarse de que las plantas estén dispuestas y administradas de tal manera que se beneficien (o de lo contrario que sufran menos) del efecto de estos recursos. Puede decidir aplicar abonos en un cultivo específico, pero usar un equipo específico sólo para otro cultivo. Manejar de forma administrativa el sistema agroforestal consiste en decidir dónde, cuándo y cómo usar recursos disponibles. El manejo o administración de un sistema agroforestal se cuantifica en términos de unidades de insumos (por ejemplo, mano de obra, fertilizante), unidades de tiempo o espacio (ejemplo un mes, una hectárea), (Krishnamurthy, 2010).

4.4.11. Desempeño del comportamiento agroforestal

Es la relación cuantificada entre insumos y productos o la proporción insumo/producto en un sistema agroforestal. Es una medida de eficiencia del sistema agroforestal. Como en el caso de la administración, uno generalmente se distingue entre desempeño técnico y socioeconómico (Krishnamurthy, 2010).

La eficiencia biológica o ecológica de un sistema agroforestal es parte de su desempeño técnico, por ejemplo, lo que es la producción total de biomasa por hectárea o lo que es la relación entre insumos energéticos y productos (Krishnamurthy, 2010).

Para el desempeño económico, se debe tomar en cuenta el valor comercial de los insumos y productos, incluyendo bienes o productos de subsistencia que son reinvertidos en el sistema. Estos deben ser cuantificados en términos monetarios. El desempeño económico se expresa en unidades de productos (o su equivalente monetario) por unidad de tiempo y/o espacio o de otro insumo; por ejemplo, se puede calcular el desempeño de la pimienta; 200 kg por hectárea por año es igual a un ingreso de \$500 dl por hectárea por año. También se puede evaluar el desempeño con relación a la mano de obra invertida; la producción de pimienta corresponde al trabajo desempeñado por día para producir cinco kg de pimienta y, más abstracto y delicado de cuantificar, pero muy importante, es la cuestión de evaluar el impacto del sistema agroforestal sobre el bienestar de las poblaciones involucradas. La satisfacción de las familias o comunidades o la conducta de un grupo de la población después de adoptar un nuevo sistema agroforestal son factores que pertenecen al desempeño social (Krishnamurthy, 2010).

4.4.12. Las tecnologías agroforestales

Las tecnologías agroforestales se refieren a innovaciones sobre bases académico-científicas que optimizan la gestión de un sistema de uso de la tierra

genéricamente o agroforestal específicamente. Una técnica agroforestal es la aplicación concreta de una tecnología y su vulgarización (Torquebiau, 1990).

4.4.12.1. Tecnologías agrosilvícolas (árboles con cultivos).

✓ Rotacionales:

Agricultura migratoria:

Barbecho mejorado con árboles

Taungya

✓ Espaciales mixtas:

Árboles en tierras de cultivo

Combinación de cultivos de plantaciones

Huertas de árboles con multi-capas

✓ Espaciales por zonas:

Inter-cultivos de setos vivos (cercas de barrera, cultivo de callejón).

Plantación de linderos

Árboles en estructuras de control de erosión

Rompevientos y cinturones de protección

Transferencia de biomasa

4.4.12.2. Cultivos bajo cubierta arbolada

Todas las combinaciones de árboles y cultivos en que el comportamiento leñoso crea un piso superior que cubre los cultivos son incluidas en esta categoría. La

cubierta del árbol puede ser muy abierta, como los árboles de sombra en algunas plantaciones de café o cacao.

Los árboles de usos múltiples son un importante grupo en esta categoría y, los frutales dispersos plantados en parcelas.

Características estructurales de los cultivos bajo cubierta arbolada

Presencia:

- Tecnología agrosilvícola.

Arreglo:

- Mixto o zonal (se plantan o alinean los árboles al azar).
- Denso (tupido) o disperso (la cubierta arbolada está cerrada o abierta).
- Estratos sencillos (multi-estratos en casos raros), por ejemplo, plantaciones de café en Costa Rica cultivadas con *Inga* y *Erythrina*)
- Simultáneo.

4.5. Generalidades de los cultivos considerados en este estudio

El maíz y el aguacate son originarios del Nuevo Mundo (Nueva España), siendo el maíz un cultivo básico para los habitantes, pues les ofrece los elementos esenciales para su dieta alimenticia. Por su parte, la ciruela, es una especie originaria del viejo mundo, traída a México por los españoles durante la conquista. (Guevara, 2009). A continuación se desglosan algunos aspectos de dichos cultivos.

4.5.1. Ciruela (*Prunus domestica* L.)

El ciruelo es un arbusto fuerte y frondoso, de corteza pardo-azulada, brillante, lisa o agrietada longitudinalmente, con muchas ramificaciones, que por lo general puede alcanzar dimensiones de entre los cuatro y hasta los siete metros de altura (ASERCA, 2001). Su ubicación taxonómica es la que sigue.

Ubicación Taxonómica

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliophyta

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Prunus*

Especie: *Prunus domestica* L.

4.5.1.1. Importancia

La ciruela es una de las frutas tropicales que en los últimos años ha incrementado su mercado paulatinamente y, aunque no ha alcanzado aún gran importancia comercial debido a la muy poca atención que se le ha dado en relación a otras especies frutales, la ciruela tiene grandes perspectivas en México si se considera que su fruto es de agradable sabor y la planta tiene facultades fisiológicas para resistir en óptimas condiciones las épocas de estiaje que le dan características de sequía que afectan aproximadamente el 50% del país, lo que le augura la conquista de un alto potencial, además de la rusticidad para adaptarse a las regiones temporales marginadas del país.

4.5.1.2. Origen

Es originario de Persia y del Cáucaso. Desde la más remota antigüedad se cultivó en Siria y de allí al parecer, irradió su cultivo por el sur de Europa. Fue introducido en Italia en tiempos de Catón el Antiguo en el año 149 antes de Cristo, y desde allí se extendió por toda Europa, pero también lo conocían los habitantes de los palafitos prehistóricos europeos (Fábregas, 1975).

4.5.1.3. Requerimientos ambientales

El ciruelo requiere de un clima templado cálido, sin humedad ni escarchas tardías. Es una planta poco exigente respecto al terreno; por su naturaleza, prefiere, de todos modos, terrenos de composición media, excluyendo los demasiado arcillosos o demasiado húmedos. (Equipo de expertos agrónomos DVE, 1998).

Además requiere de una precipitación anual de 500 a 1 600 mm como máximo, con un promedio de 800 mm (Rzedowsky, 1978).

Así también, para una eficiente producción, necesita una completa exposición a la luz (Miranda, 1963).

4.5.2. Cultivo de aguacate (*Persea americana* Miller)

EL aguacate (*Persea americana* Miller) pertenece a la familia Laurácea, que cuenta con casi 2500 especies que crecen principalmente en los bosques nublados de montaña en zonas tropicales y subtropicales, especialmente en América y Asia (Silva *et al.*, 1999).

Ubicación Taxonómica

División: Tracheobionta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Miller

4.5.2.1. Importancia

La importancia de esta fruta radica en las características nutritivas que posee, ya que tiene un alto contenido de Calorías (10 g de pulpa proporciona 150 a 300 calorías), Grasa Natural (5 a 30 %), Proteínas (1 a 4.6 %), Hidratos de Carbono (0.3 a 4 %), Vitaminas (A, B, C, D, E y K) y Minerales (5.31 % solo de Calcio Fosforo y Hierro) que contribuyen a la dieta alimenticia.

4.5.2.2. Origen

El origen de esta especie se sitúa en el área entre México y Guatemala. Estudios arqueológicos han determinado su presencia en México y Perú unos 8,000 y 4,000 años a.C., respectivamente (Agusti, 2004).

Además el aguacate fue mencionado por Toribio de Motolinia un franciscano que entre 1,537 y 1,542, escribió su Historia de los Indios de la Nueva España, en la que se refiere al aguacate con el nombre azteca "ahuacatl" (Calabrese, 1989).

4.5.2.3. Requerimientos ambientales

La temperatura es un factor muy importante para el cultivo del aguacate. Las temperaturas bajo cero (desde -1 hasta -7 °C), para plantas adultas mexicanas, sólo indican el límite en que la planta no muere pero sí sufre daños en ramas, hojas, flores y frutos.

Es adaptable a una altura que va de 1,000 a 1,900 msnm; y con una precipitación de 800 a 1,000 mm anuales (Rodríguez, 1982).

4.5.3. Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.)

El maíz es la planta domesticada del género *Zea*. Como toda planta cultivada presenta una amplia variabilidad fenotípica; en general, responde a la descripción que sigue: Planta anual, alta, robusta y monoíca, con vaina sobrepuesta; con racimos numerosos formando panículas largas (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980). Su clasificación taxonómica es la siguiente:

División: Tracheophyta

Clase: Angiosperma

Orden: Graminales

Familia: Graminae

Género: *Zea*

Especie: *Zea Mays* L.

4.5.3.1. Importancia

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz con relación a los demás cereales que se producen en México (trigo (*Triticum aestivum* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y avena (*Avena sativa* L.), principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0 %, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8 %, respectivamente (SIACON-SIAP, 2006).

4.5.3.2. Origen

Según indicaba Bartolini (1989), la planta del maíz era una forma bastante afín a la *Euchaleana mexicana* de México (planta cultivada, con el nombre de Teocintle, como forraje, en las regiones más cálidas de América) de la cual posiblemente derive a través de un proceso de mutación genética, o sea de variaciones espontáneas y discontinuas que se producen en el patrimonio genético individual.

Posteriormente, ese estrecho parentesco con el maíz ha sido corroborado mediante avanzadas pruebas genéticas*, al grado que actualmente el teocintle ha sido reclasificado y ubicado como de la misma especie del maíz. En efecto, de acuerdo al sistema de clasificación actual (Brummitt *et al.*, 1992), el género *Zea* incluye a las cinco especies y cuatro subespecies siguientes:

1. *Zea diploperennis* Iltis, Doebley and Guzman
2. *Zea perennis* (Hitchcock) Reeves and Mangelsdorf
3. *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird
4. *Zea mays* Linnaeus
 - 4a. *Zea mays* L. ssp. *huehuetenangensis* (Iltis and Doebley) Doebley
 - 4b. *Zea mays* L. ssp. *mexicana* (Schrader) Iltis
 - 4c. *Zea mays* L. ssp. *parviglumis* Iltis and Doebley
 - 4d. *Zea mays* L. ssp. *mays*
5. *Zea nicaraguensis* H.H. Iltis & B.F. Benz

* Comunicación personal. Información proporcionada por el Dr. Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez titular del SINAREFI (Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura) de la Universidad Autónoma Chapingo.

Cabe enfatizar que en esta clasificación ambos, maíz y teocintle, pertenecen al género *Zea*, donde el *Zea mays* L. ssp. *mays* es el maíz, objeto del presente estudio y el resto corresponde al teocintle.

4.5.3.3. Requerimientos ambientales

Los límites mínimos de temperatura para la siembra del maíz son: 10 °C a cinco cm de profundidad a las siete de la mañana, o bien 13 °C a 10 cm de profundidad a las dos de la tarde. En efecto se sabe que a 15 °C la germinación es rápida y la planta emerge sobre el suelo en unos 10 días. Para la profundidad se debe sembrar entre tres y cinco centímetros (Bartolini, 1989).

4.6. Política Mexicana de desarrollo rural.

En el ramo político agrícola de México, la Ley de Desarrollo rural sustentable (LDRS), y el Plan Nacional en su ramo Agrario, marca las reglas a seguir en la producción rural, siendo sujetos de estos reglamentos: los ejidos, comunidades y las organizaciones o asociaciones de carácter nacional, estatal, regional, distrital, municipal o comunitario de productores del medio rural y en general, toda persona física o moral que, de manera individual o colectiva, realice preponderantemente actividades en el medio rural (LDRS, 2007).

4.6.1. Ley de Desarrollo Rural Sustentable Mexicana.

Se aborda esta Ley en este estudio, ya que los productores no tienen el conocimiento de la existencia de la misma, siendo ésta la que fija las políticas en el campo para beneficiarlos como actores que son, del medio rural.

Por ello la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) cuenta con cuatro Títulos; el **primero** denominado “Del objeto y la aplicación de la Ley”; encontrándose los primeros once artículos de ésta.

En su **artículo tercero**, ésta Ley muestra una serie de conceptos para un mejor entendimiento subsecuente, tal es el caso de “Actividades Agropecuarias”, que textualmente se definen como: “Los procesos productivos primarios basados en recursos naturales renovables: agricultura, ganadería (incluye caza), silvicultura y acuicultura (incluye pesca)”.

En su **Título Segundo**, el cual se titula “De la Planeación y la Aplicación de la Política para el Desarrollo Rural Sustentable”; en su **capítulo primero** llamado “De la Planeación del Desarrollo Rural”, en su **artículo doce** menciona que el Estado es el rector quien conducirá la política de desarrollo rural sustentable. Se entiende como el Estado a los Poderes de la Unión, de las Entidades Federativas y los Municipios.

En su **artículo catorce**, en el marco del **Plan Nacional de Desarrollo** que emiten los Presidentes Nacionales, la **Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable**, propone el **Programa Especial Concurrente** al Ejecutivo Federal, el cual comprende las...”políticas públicas orientadas a la generación y diversificación de empleo y a garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación al desarrollo nacional, dando prioridad a las zonas de alta y muy alta marginación y a las poblaciones económica y socialmente débiles”.

Posteriormente con las observaciones que le haga el Ejecutivo Federal al Programa Especial Concurrente se formulará la programación sectorial de corto, mediano y largo plazo, para el país.

Por ello el poder ejecutivo que actualmente desempeña el Presidente Lic. Felipe Calderón Hinojosa, presentó en 2007 el **Plan Nacional de Desarrollo**, el cual tiene un periodo hasta el 2012. Este Plan menciona las pautas para que los Gobernadores de las Entidades Federativas hagan lo mismo en sus estados con apego a los lineamientos Federales.

El poder Legislativo pone la **comisión Intersecretarial** a la orden del campo para lograr de esta forma una buena planeación y mejoras en el desarrollo de este ramo, siempre y cuando tenga una buena coordinación con las Legislaturas Estatales y Cabildos Municipales.

En su **artículo quince** la LDRS menciona las acciones que se deben fomentar sobre el **Programa Especial Concurrente**. Este último dividido en **XVIII fracciones**, programa del cual se derivan metas y objetivos a desarrollar; así en su **fracción I** menciona las actividades del sector rural; en la **fracción II** habla de la salud y alimentación, y en la **fracción VI** sobre la infraestructura y el equipamiento comunitario y urbano para el desarrollo rural sustentable.

A su vez, que en la **fracción VII** de ese mismo artículo, se habla del combate a la pobreza y la marginación en el medio rural. Esto es importante ya que en la región donde se desarrolló este estudio, existe una pobreza y una marginación rural que se debe combatir; y aunque algunos programas emprendidos han dado resultados positivos para paliar este problema, aún hay mucho por hacer al respecto.

La **fracción VIII** de la LDRS trata sobre la Política del desarrollo rural sustentable; la **fracción IX** sobre el cuidado al medio ambiente rural, la sustentabilidad de las actividades socioeconómicas en el campo y a la producción de servicios ambientales para la sociedad. Por su parte, en la **fracción XIII** trata de la seguridad en la tenencia y disposición de la tierra. En la **fracción XV** de la LDRS habla de la protección a los trabajadores rurales en general y a los jornaleros agrícolas y migratorios en particular.

Todo lo anterior es de interés para la zona de estudio, dados los problemas agrarios existentes en ella, y sin duda la ley marca pautas para estar bien en el campo, pero la realidad desafortunadamente es otra, pues los jornaleros jóvenes deciden salir del país para buscar nuevas y mejores oportunidades.

Por otra parte el **Consejo Mexicano** fue creado a raíz de esta ley, como lo marca su **artículo diez y siete** para emitir opiniones y la coordinación de las actividades de difusión y promoción hacia los sectores sociales.

El **capítulo dos** llamado: “De la Coordinación para el desarrollo Rural Sustentable”, abarca del **artículo diez y nueve** al **veintidós**, y en este último menciona sobre los Sistemas y Servicios Nacionales que se generan en el país para llevar un mejor control y tener estructuras administrativas.

En el **artículo treinta y uno** se mencionan las acciones que deben desempeñar los Distritos de Desarrollo Rural, dentro de las que destacan las fracciones siguientes:

Fracción III: “asesorar a los productores en las gestiones en materias de apoyo a la producción, organización, comercialización y en general, en todas aquellas relacionadas con los aspectos productivos agropecuarios en el medio rural”

Fracción IV: “Procurar la oportunidad en la prestación de los servicios a los productores y en los apoyos institucionales que sean destinados al medio rural”

Fracción VI: “evaluar los resultados de la aplicación de los programas Federales y estatales e informar a los Consejos Estatales al respecto”.

Se promueve además la participación activa de los agentes de la sociedad rural en las acciones institucionales y sectoriales, marcado en la **fracción VII**.

En su **Título tercero** denominado “Del Fomento Agropecuario y de Desarrollo Rural Sustentable”; cuenta con **dieciocho capítulos**, en los cuales se concentra la mayoría de artículos de la LDRS (ciento cincuenta y cuatro de estos), a partir del **artículo treinta y dos** al **ciento ochenta y seis**.

En su **capítulo uno** llamado: “Del Fomento a las Actividades Económicas Del Desarrollo Rural”. En su **artículo treinta y dos**, la **fracción VIII** trata del apoyo y fomento directo a los sistemas familiares de producción, legislación ésta que puede relacionarse con los sistemas agrosilvícolas que se convierten en sistemas familiares llamados así por esta Ley. De manera similar, en la **fracción XIII** se maneja “La conservación y mejoramiento de los suelos...”

En su **capítulo II**: “De la Investigación y la Transferencia Tecnológica”. En su **artículo treinta y siete** esta Ley plantea que “El Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable deberá atender las demandas de los sectores social y privado en la materia...” y tal como lo señala en la **fracción I** “cubrir las necesidades de ciencia y tecnología de los productores...”. Con esto se pretende llevar a dichos productores los avances tecnológicos de los cuales se cuenta hasta la fecha. De tal forma el campo vaya en progreso y al día.

En la **fracción IV** se establece “Promover y fomentar la investigación socioeconómica del medio rural”. En cierta medida, el desarrollo de la presente tesis queda comprendido en este rubro, al contribuir con generación de investigación socioeconómica.

En el **capítulo III**, la LDRS habla “De la capacitación y asistencia Técnica”, y en su artículo **cuarenta y dos** establece que: “El gobierno Federal desarrollará la política de capacitación a través del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral, atendiendo la demanda de la población campesina y sus organizaciones”. Así mismo, en su **fracción I** propone: “Desarrollar la capacidad de los productores para el mejor desempeño de sus actividades agropecuarias, y de desarrollo rural sustentable”

En el **capítulo X** de este mismo título “De La Comercialización”, en su artículo 105, **fracción IV** establece: “Dar certidumbre a los productores para reactivar la producción, estimular la productividad y estabilizar los ingresos”. En la **fracción VII**, esta Ley establece un punto clave para la zona, a raíz del acaparamiento de los productos cosechados, cuando dice: “Evitar las prácticas especulativas, la concentración y el acaparamiento de los productos agropecuarios en perjuicio de los productores y consumidores”

En el **capítulo XI** titulado “Del Sistema Nacional de Financiamiento Rural”. En su artículo **ciento diez y seis** menciona “...Tendrán preferencia los pequeños productores y agentes económicos con bajos ingresos, las zonas de país con

menor desarrollo económico y social...”. Posteriormente, en el **capítulo XIV**: “De la Organización Económica y los Sistemas Producto”, el **artículo ciento cuarenta y nueve** menciona: “La Comisión intersecretarial promoverá la organización e integración de **Sistemas Producto...**”. Al respecto, existe los sistemas-producto de la ciruela y el aguacate bien organizados en el país, y estos productos son retomados en la presente tesis.

El **capítulo XV** trata “Del bienestar Social y la Atención Prioritaria a las Zonas de Marginación”; y es en el **artículo ciento cincuenta y cinco** se establece que “...El Estado promoverá apoyos con prioridad a los grupos vulnerables de las regiones alta y muy alta marginación caracterizados por sus condiciones de pobreza extrema”. Así también el **artículo ciento sesenta y uno**: de “Los programas que formule el gobierno Federal para la promoción de las zonas de atención prioritaria, dispondrán acciones...”, y entre dichas acciones, tal como se especifica en la **fracción I** del mismo artículo, se tiene: “Impulsar la productividad mediante el acceso a activos, tales como insumos, equipos, implementos...”

En la **fracción VII** trata sobre: “Mejorar la articulación de la cadena producción-consumo y diversificar las fuentes de ingreso”, y en su **Capítulo XVII** en el **artículo ciento setenta y nueve** menciona: “Se consideran productos básicos y estratégicos...los siguientes:” **fracción I**: “maíz”; **fracción II**: “frijol”.

Sin duda el gobierno Federal debe dar mucho énfasis a estos productos básicos tal como lo menciona su **artículo ciento ochenta**, para que propicie la inocuidad, seguridad y soberanía alimentaria mediante la producción y abasto de los productos señalados en las fracciones I y II anteriores.

Sin duda la Ley de Desarrollo Rural sustentable, marca el camino claro para un desarrollo rural acorde a las necesidades del país y de los actores del campo rural; aunque para ser efectiva, faltaría que sea ampliamente conocida -y a ello pretende contribuir la presente tesis al describir diversas secciones de la misma- y que se aplique realmente con el espíritu de justicia y sustentabilidad que persigue.

4.6.2. Plan Nacional Mexicano de Desarrollo 2007-2012.

El Lic. Felipe Calderón Hinojosa, actual Presidente de la República Mexicana, plasma en el Plan Nacional 2007-2012 diversas estrategias en el ramo agronómico, y a la vez de apoyo hacia el sistema agro silvícola, como se menciona a continuación:

La **estrategia 7.3** del Plan Nacional, en el sector rural, se relaciona estrechamente con la presente investigación, pues menciona que "...se debe atacar aquellas regiones con marginalidad Alta y Muy Alta...", como ocurre y se ha encontrado en el Municipio de Jalacingo, Ver. Por tanto se requiere de su aplicación en esta zona del centro del estado de Veracruz para un desarrollo rural sustentable.

En la **Estrategia 7.4** insiste en que "...los jóvenes deben arraigarse a su localidad"; sin embargo, ello no está ocurriendo en la zona de estudio, pues los jóvenes deciden migrar al apreciar que en su lugar de origen no existen fuentes de empleo para conseguir dinero y con ello obtener los servicios asistenciales básicos. La mayoría emigra hacia los Estados Unidos de Norte América, en busca del "sueño americano", o a las principales ciudades de México para generar el poder adquisitivo del que carecen. Por ello se deben generar empresas rurales bien organizadas, con los productores de la zona, para generar empleos remunerados que logren la derrama económica por sí mismos.

Por otro lado la **estrategia 9.10** trata sobre el PROCAMPO, programa que subsidia a los productores dependiendo la cantidad de superficie de cultivo con la que cuenta, proporcionándoles un apoyo de aproximadamente \$ 600.00 MN (moneda nacional) por hectárea. Este programa se mantiene en funcionamiento y es de gran ayuda para los productores de la zona que comprende este estudio, al facilitarles la adquisición de insumos necesarios para su proceso de producción.

4.7. Relación Beneficio/Costo

Con el fin de evaluar los sistemas agroforestales bajo estudio, se estimó la Relación Beneficio/Costo; para ello se requirió saber los costos de los insumos, así como los costos de las actividades (trabajo) que se llevan a cabo durante el proceso de producción. Al comparar los beneficios y los costos de cada uno de los sistemas antes mencionados, se está evaluando con miras a determinar si el cociente que expresa la relación entre unos y otros presenta o no ganancias, y se deduce de esta forma la rentabilidad de cada uno de ellos, si el resultado es >1.0 , dicho sistema es rentable; si el valor es 1.0 no se está ganando ni perdiendo, pero si el resultado del cociente es <1.0 se tienen pérdidas, en cuyo caso no se recomienda para ganancias económicas (ILPES, 1973).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Medio físico de Jalacingo, Veracruz. México.

La descripción del medio físico permite identificar la zona de estudio, así como definir características geográficas, edáficas, orográficas, hidrológicas, de clima y de recursos naturales predominantes. A continuación se desglosan algunos aspectos del mismo.

5.1.1. Localización geográfica

El municipio de Jalacingo se encuentra ubicado en la zona centro del Estado de Veracruz, en la coordenada 19°48' de latitud norte y 97°18' de longitud oeste, con una altura media de 1,944 m sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Municipio de Tlapacoyan; al este con Atzalan y Altotonga; al sur con Perote; y al oeste con el estado de Puebla (Figura 1). Su distancia aproximada por carretera al noroeste de la capital del estado es de 65 km.



Figura 1. Mapa de localización del Municipio de Jalacingo, Veracruz. México.

5.1.2. Extensión

El municipio de Jalacingo, Veracruz, tiene una superficie de 171.47 km²; se extiende de sur a norte; tiene una forma alargada y al norte límite con el estado de Puebla.

5.1.3. Orografía

Jalacingo se ubica en la zona central y montañosa del estado de Veracruz, contando con una topografía muy accidentada; en su parte sur se ubica la altura más alta del municipio con 2,000 msnm, esto colindando con el Valle de Perote; mientras que en su parte central se ubica una altura de 1,880 msnm y, en la parte norte la parte más baja con una altura de 1,780 msnm. El presente estudio se realizó en la zona central y sur del municipio, que es donde se practican los sistemas agroforestales bajo estudio, dependiendo esto principalmente de las condiciones ecológicas apropiadas para los frutales ciruela y aguacate.

5.1.4. Hidrografía

El municipio se encuentra regado por los ríos Xoloco y otros tributarios del río Nautla. En el caso del agua potable, ésta se extrae del arroyo denominado “Santa Rosalía”, el cual se ubica en la parte central de Jalacingo y es parte del límite con los municipios de San Juan Xiutetelco y Teziutlán, Puebla, mientras que en la parte sur del municipio se abastecen de pozos profundos, que van desde los 100 m hasta los 200 m de profundidad. En el norte existen nacimientos que originan aguas abajo, los tributarios del “Río Filobobos” en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz.

5.1.5. Clima

El clima de Jalacingo es catalogado en general como templado-húmedo con una temperatura promedio de 13.9 °C; con una precipitación pluvial media anual de 2 029.5 mm, registrados en la estación meteorológica del municipio que es operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual está ubicada en la zona centro del municipio.

El municipio cuenta con un gradiente de microclima, pues en una porción pequeña de terreno se marcan gradualmente las diferencias de altura variando con ello el clima. Al norte del municipio se registra un clima cálido húmedo, mientras que en la parte sur se encuentra la zona más alta del municipio, en las cercanías de las faldas del volcán Cofre de Perote, y este hecho genera ahí un clima frío, registrándose temperaturas bajo cero, causando heladas en épocas invernales.

5.1.6. Recursos Naturales

En la parte sur y centro del municipio su riqueza biótica está representada por la vegetación que sustenta, sobresaliendo el pino (*Pinus spp.*)-encino (*Quercus spp.*) (Figura 2) dentro del bosque caducifolio, en el cual se puede observar una fauna compuesta por poblaciones de armadillos (*Dasyopus novemcinctus* L.), conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.), ardillas (*Sciurus niger* L.), aves y reptiles como serpiente de cascabel (*Crotalus* L.), coralillo (*Rivina humilis* L.), etcétera. Además se encuentran árboles frutales como el ciruelo (*Prunus domestica* L.), aguacate (*Persea americana* Miller), durazno (*Prunus pérsica* L.), capulín (*Prunus serotina* McVaugh), pera (*Pyrus communis* L.), membrillo (*Cydonia oblonga* Miller), y manzano (*Malus domestica* L.).

En la zona norte los recursos vegetales que se encuentran son árboles de madroño (*Arbutus unedo* L.), cedro blanco (*Cedrela odorata* L.), laurel (*Laurus nobilis* L.) y árboles frutales de cítricos



como naranjo amargo (*Citrus aurantium*, var. *amara* L.), naranja dulce (*Citrus aurantium* L.), así como de mamey (*Calocarpum mammosum* Pierre), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Brey), pimienta (*Piper nigrum* L.), entre otros. Existen, además, plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) y, en los terrenos accidentados, fincas de producción de platanos (*Musa paradisiaca* L.). También se hallan potreros donde se cría ganado bovino y equino, este último en menor superficie.

Figura 2. Bosque de pino-encino

5.1.7. Características y uso del suelo

En el municipio predominan los suelos Andosol, Feozem y Luvisol; el primero se ha formado a partir de cenizas volcánicas, el segundo tiene una capa superficial rica en materia orgánica y el tercero se caracteriza por su acumulación de arcilla en el subsuelo; se utiliza el mayor porcentaje en agricultura y ganadería.

El 70 % del territorio municipal es agrícola y ganadero, 20 % para viviendas, 7 % es destinado para comercios y 3 % para oficinas y espacios públicos.

5.2. Actividad económica en el municipio de Jalacingo, Veracruz

El municipio se rige principalmente del sector primario con un poco más del 70%, le sigue el secundario con la industria maquiladora de ropa, pues existen dos empresas textiles que llegaron a formarse a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC), en 1994, entre Estados Unidos y México; y por último con 10.57% se encuentra el sector terciario (Cuadro 2).

Cuadro 2. Actividad económica del municipio de Jalacingo, Veracruz, por sector.

Sector primario	76.24 %
(Agricultura, ganadería, caza y pesca.)	
Sector secundario	11.74 %
(Minería, extracción de petróleo y gas natural, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción)	
Sector terciario	10.57 %
(Comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, de administración pública y defensa, comunales y sociales, profesionales y técnicos, restaurantes, hoteles, personal de mantenimiento y otros.)	
No especificado	1.45 %

Fuente: Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Veracruz (2010).

5.2.1. Agricultura

El municipio cuenta con una superficie total de 17,147.102 ha, de las cuales 11,754.022 ha se siembran, en las 4,916 unidades de producción. Los principales productos agrícolas en el municipio y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: maíz 5,272; frijol 882; papa 50; haba seca 475 y café 460. Además, en el municipio existen 1,915 unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 56 se dedican a productos maderables (INEGI, 2003).

Por otro lado, en cuanto a la producción de los frutales objeto del presente trabajo se reporta que, para la ciruela se siembran 211 ha, con una producción de 1,554 t, obteniéndose así 7.4 t ha⁻¹ de rendimiento promedio, mientras que de aguacate se siembran y cosechan 46 ha, con una producción total de 322.9 t, lo que equivale a un promedio de rendimiento de 7.02 t ha⁻¹ (SIAP, 2004).

5.2.2. Ganadería

El municipio tiene una superficie de 6,968 ha dedicadas a la ganadería, en donde se ubican 2,579 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales. Cuenta con 1,000 cabezas de ganado bovino para producción de leche, además de cría de ganado porcino, ovino, caprino y equino. Las granjas avícolas tienen cierta importancia en la zona.

5.2.3. Industria

En el municipio se han establecido varias industrias, entre las cuales se encuentra una microempresa, una pequeña empresa y cinco empresas medianas; destacando la industria de maquila de ropa. Es importante mencionar que los productos de la empresa Furor cuentan con calidad de exportación.

5.3. Metodología

A lo largo del trabajo, se realizaron tres fases de investigación: documental (consultando información), de campo (por las parcelas de los productores de Jalacingo, Veracruz) y de gabinete (analizando los datos obtenidos y en la elaboración del escrito final).

Por lo tanto, para este trabajo se seleccionaron dos sistemas agroforestales: la combinación de maíz-aguacate-ciruela y la de maíz-ciruela, cada uno de los

sistemas, corresponde a un estudio de caso, cuya elección dependió principalmente de la accesibilidad de la unidad de producción y de la disponibilidad del productor a colaborar con la investigación.

Por ende el criterio utilizado para seleccionar a los entrevistados fue obtener de forma aleatoria el número de entrevistas por comunidad, se generaron a partir de una primera exploración por las veintiuna comunidades del centro y sur del municipio y, posteriormente, en las localidades que con mayor frecuencia se encontraron sistemas de maíz-aguacate-ciruella y maíz-ciruella, se consideraron como candidatas para realizar las encuestas.

5.3.1. Investigación documental

Se consultaron diversos escritos sobre resiliencia, definiciones sobre el desarrollo sustentable y sustentabilidad, así también de lo que significa la agroforestería, las ventajas de estos sistemas agroforestales y el aporte que éstos hacen a la sustentabilidad ambiental y productiva. Además, como en este trabajo se tuvo interés en el aspecto agronómico de los sistemas maíz-aguacate-ciruella y maíz-ciruella, para poder entender los conceptos sobre la agroforestería, se investigaron las principales tecnologías agroforestales en árboles con cultivo y cultivos bajo cubierta arbolada.

También se revisaron las generalidades de los tres cultivos involucrados en estos sistemas agrosilvícolas (maíz, aguacate y ciruela), y se consultó el concepto sobre la relación beneficio-costos para evaluar económicamente los sistemas en estudio.

Las fuentes consultadas fueron del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible del Departamento de Suelos (Figura 3) y de las principales Bibliotecas de la Universidad Autónoma Chapingo: Central, del Dpto. de Suelos, del Dpto. de Fitotecnia, del Dpto. de Ciencias Forestales y del Dpto. de Economía.



Figura 3. Departamento de Suelos, alberga la biblioteca del mismo y del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.

5.3.2. Actividades previas al trabajo de campo

Los datos del productor son la base para lograr los objetivos y metas del presente trabajo de investigación; por ello, se preparó un cuestionario o guía semiestructurada (Anexo 3), con el fin de recabar la información pertinente, preguntando a cada productor entrevistado: su nombre, la ubicación de su parcela, la superficie de producción, así como también las personas involucradas en el trabajo realizado en su sistema agrosilvícola, principalmente.

Así mismo, se consideraron los componentes agrícolas, las prácticas culturales del sistema como: podas, deshierbe, siembra, fertilización y, si existían algunas plagas o enfermedades que pudieran afectar a los sistemas agrosilvícolas; por último se consideró el proceso de cosecha de los productos.

5.3.3. Las comunidades incluidas en el presente trabajo

Para estudiar los sistemas agroforestales previstos en el presente trabajo, se visitaron siete comunidades del municipio de Jalacingo, Veracruz, mismas que se mencionan a continuación (Cuadro 3), y cuya ubicación se indica en el esquema de la Figura 4.

Cuadro 3. Comunidades estudiadas

Localidad	Distancia a la cabecera municipal (km)	Altitud aproximada (m)
Cuartel Segundo	1	1880
Cuartel Tercero	2	1880
Santa Anita	25	1900
Fco. Barrientos	6	1900
Plan de Hidalgo	7	1980
Cuahutamingo	5	1950
Orilla del Monte	27	2000

Cabe resaltar que la cabecera municipal cuenta con 7,884 habitantes, sus principales actividades son la agropecuaria, comercial e industrial; se ubica a 50 km al noroeste de la capital del estado.

También se visitó la comunidad de **Santa Anita**, a la cual se tiene acceso por un camino de terracería; así mismo, se visitó la comunidad de **Francisco Barrientos**, la cual se ubica a seis km de distancia de la cabecera municipal de Jalacingo, y un poco más distante la de **Plan de Hidalgo**.

La localidad de **Cuahutamingo** se encuentra muy cercana a la cabecera municipal, cuenta con 1,600 habitantes, su principal actividad es la agrícola. Se localiza al oeste de la cabecera municipal.

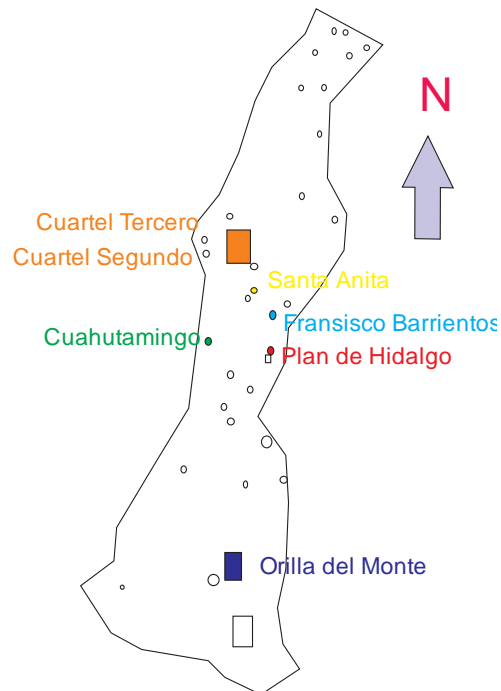


Figura 4. Localidades estudiadas del municipio de Jalacingo, Veracruz, México.

Ya por último se visitó la comunidad de **Orilla del Monte**, ingresando por un camino de terracería. Cuenta con 4,750 habitantes, su principal actividad es la agrícola.

La mayor parte de las entrevistas se aplicaron en la comunidad de Cuahutamingo, pues esta localidad se tiene en el concepto de sustentar más sistemas agrosilvícolas de este estudio (Anexo 1), le siguió la comunidad de Plan de Hidalgo y Orilla del Monte con cuatro encuestas por cada una; tres entrevistados en Santa Anita y en Francisco Barrientos. Finalmente, en las comunidades de Cuartel Segundo y Cuartel Tercero se realizaron solo dos encuestas por cada comunidad. Lo anterior tratando de tener información general con relativa representatividad de la zona donde trabajan con sistemas agrosilvícolas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

Como se observó en la Figura 4, algunas comunidades del municipio no se consideraron en este estudio, principalmente las del norte, ya que estas cuentan

con un clima tropical, y no existen sistemas agroforestales de maíz-aguacate-ciruela ni maíz-ciruela; para el caso de las demás localidades que se ubican cercanas a las siete localidades de este estudio, no se encontraron de forma definida estos sistemas; solo se pudieron encontrar algunas asociaciones de maíz-durazno, maíz-manzana y maíz-pera (no considerados en este estudio).

En un recorrido general previo por la zona se observó que en la parte media central y alta sur del municipio, algunos agricultores acostumbraban cultivar algunos frutales en su parcela de maíz, lo que propiamente constituye una práctica agroforestal; y al explorar las combinaciones más comunes de este tipo, se encontraron las de maíz- aguacate-ciruela y maíz-ciruela, para las cuales se planteó con este trabajo explorar cuáles eran las características agronómicas, las ventajas que los propios agricultores encontraban en la práctica y lo que reflejaba al respecto la relación beneficio costo.

Lo anterior, se realizó para siete de las veintiuna de las localidades ubicadas en el centro y sur del municipio, donde se ubican sistemas agroforestales con cultivos de maíz y frutales de aguacate y ciruela.

5.3.3.1. Técnica de entrevista

Con ayuda de una guía semiestructurada (Anexo 3), se efectuaron veintitrés entrevistas, una a cada productor, distribuidas entre siete comunidades del municipio de Jalacingo, en la parte central del estado de Veracruz, México; esta distribución se dio por que los productores ponen más énfasis en estos sistemas agroforestales, por redituales en su economía y por encontrarlos por las condiciones naturales en esta forma distributiva.

De la misma forma se hicieron observaciones directas mediante recorridos dentro de los terrenos a fin de conocer a detalles la estructura, el manejo y la función de los sistemas establecidos, y que son objeto de este estudio.

También se consignaron datos sobre los costos de establecer los cultivos y operación de sus tierras, rendimientos y valor de la producción. La información obtenida mediante esta técnica constituyó la base para el posterior análisis.

5.3.4. Trabajo de gabinete

Una vez realizadas las encuestas y haber realizado el recorrido en campo por la zona donde se ubican estos sistemas agroforestales; se prosiguió a la evaluación y ordenación de la información recogida.

Para obtener un mejor control de datos, se le asignó un nombre y un número a las encuestas, por ejemplo Santa Anita2, significa que fue la entrevista número dos en la comunidad de Santa Anita. Esto no quiere decir que haya sido la entrevista número dos de la localidad de Santa Anita, sino más bien se le asignó este formato, para controlar y manejar los datos como resultados obtenidos.

Todo esto para lograr su correcto análisis y obtener los resultados del presente estudio.

5.3.4.1. Estimación de la relación Beneficio Costo (B/C)

Para obtener la Relación Beneficio Costo, se obtuvieron los costos para cada productor sumando los insumos que utiliza y el trabajo realizado durante un año de producción en sus sistemas agrosilvícolas; de esta forma también se obtuvieron los beneficios a través de las cosechas obtenidas de ciruela, aguacate y maíz (en base a los datos obtenidos en las encuestas realizadas a cada productor).

Posteriormente se efectuó una sencilla división, por una parte los beneficios totales para cada productor entre los costos totales de cada productor durante la producción anual en el sistema agrosilvícola de cada uno de ellos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Resultados del manejo agronómico de los sistemas agrosilvícolas

A continuación se muestra de manera general, los datos obtenidos de las observaciones realizadas de manera directa en las parcelas de los productores, para sistemas agrosilvícolas de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela en las siete comunidades de Jalacingo, Veracruz, como resultado del presente estudio.

6.1.1. Cultivos en los sistemas agrosilvícolas

Los cultivos de maíz, ciruela y aguacate, son los principales en este estudio por formar los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela (Figuras 5 y 6 respectivamente); el maíz (*Zea mays* L.) de raza autóctona desde la existencia de los Totonacas, cultura prehispánica de la zona y el aguacate de Raza Mexicana (Mijares y Espíndola, 2008), (Cuadro 4), cuyo fruto es de color negro con un peso medio estimado de 100 g.

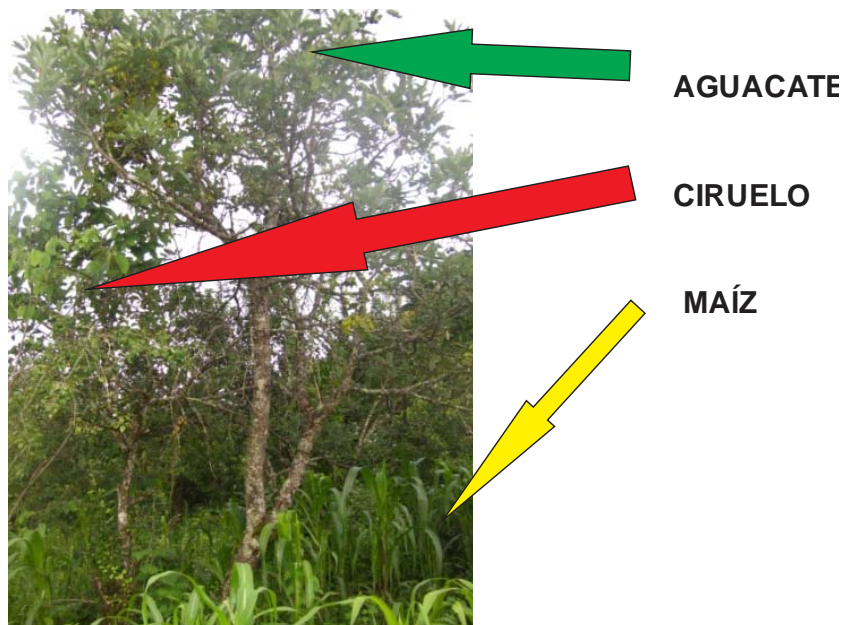


Figura 5: Sistema agrosilvícola maíz-aguacate-ciruela

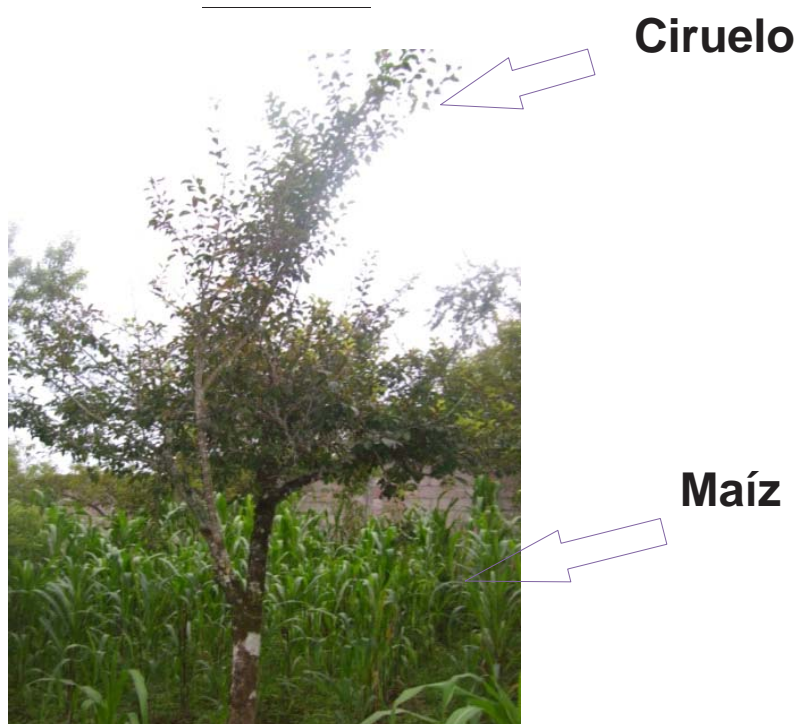


Figura 6: Sistema agrosilvícola maíz-ciruela

Cuadro 4. Componentes agrícolas en los sistemas bajo estudio.

Cultivo	Especie	Plantas/ha*	Ciclo de producción
Ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	50	Primavera-Verano
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	62,500	Primavera-Verano
Aguacate	<i>Raza Mexicana</i>	50	Primavera-Verano

(*) El dato de plantas/ha es un promedio estimado

Mientras que la ciruela, tiene un peso de 70 g, es de color roja en su madurez y pertenece a la especie *Prunus domestica* L.

Los ciruelos miden desde 1.5 hasta 3.0 m de altura; mientras que los árboles de aguacate van desde los 3.0 hasta los 7.0 m.

Para el caso de las edades: los aguacates van desde los 5 hasta los 15 años de edad; para el caso de los ciruelos desde los 5 hasta los 10 años.

Se estimó un promedio de los datos totales para el caso de la densidad de población de especies frutícolas, ya que la cantidad varió entre productores desde 20 hasta 60 árboles ha⁻¹, resultando 50 árboles ha⁻¹ de ciruela y 50 árboles ha⁻¹ de aguacate; mientras que de maíz resultaron 62,500 plantas ha⁻¹.

En el Cuadro 5 se muestran los diferentes escenarios en cuanto a la estimación de densidad de población y superficie ocupada por cada cultivo en el sistema maíz-aguacate-ciruela y el maíz-ciruela.

Cuadro 5. Número de plantas en los diferentes sistemas y el espacio en m² que ocupa dentro de una ha

Sistema agrosilvícola	Número de plantas ha ⁻¹	Espacio (m ²)
Maíz-aguacate-ciruela	Maíz => 56 875	9 100
	Aguacate => 50	450
	Ciruela => 50	450
10 000= 1 ha.		
Maíz-ciruela	Maíz => 59 682	9 550
	Ciruela => 50	450
10 000= 1 ha.		

6.1.2. Densidad de población de cultivos

De acuerdo con el resultado de las encuestas, en la localidad de Cuahutamingo, el Sr. Alberto Cano Palma, tiene hasta 400 árboles ha⁻¹ de ciruelos en su sistema

agrosilvícola maíz-ciruella, aprovechando al máximo su terreno; pues con respecto a las plantaciones comerciales en monocultivo de este árbol se recomienda 625 árboles ha^{-1} , distribuidos a 4.0 m de distancia entre hileras y a 4.0 m de distancia entre árboles (Téliz, 2000).

Desde luego sería interesante llevar a cabo una evaluación experimental comparativa que indique cuál es la densidad óptima, pues como en cualquier otro cultivo, una baja densidad implica baja eficiencia en el uso de la tierra, pero en el lado opuesto, una alta densidad puede ser desfavorable para los cultivos por la competencia por espacio y otros elementos ambientales. Una vez determinado lo anterior, sería deseable una efectiva acción de divulgación y asesoría técnica a estos pequeños productores Jalacinguenses, de tal forma que le puedan apostar a esta actividad agroforestal.

6.1.3. Práctica cultural de siembra

Para el caso de la siembra, las respuestas dadas por los productores fueron por cultivo como componente del sistema agrosilvícola encontrado.

Para el caso del maíz, la mayoría coincidieron en la fecha de siembra se realiza en el mes de marzo de cada año, empleando para el caso del sistema maíz-ciruella 30 kg de semilla ha^{-1} , mientras que en el sistema maíz-aguacate-ciruella se emplean 37.5 kg de semilla ha^{-1} (Cuadro 6). La herramienta muy comúnmente utilizada es el punzón (de nombre local), para horadar el suelo, luego de haber pasado la yunta o el azadón para remover el suelo.

Cuadro 6: Insumos para la siembra en los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

Cultivo	Fecha	Método	Jornales (No. ha ⁻¹)	Costo (\$) MN	Insumo	Origen	Precio (\$) MN
Maíz	Marzo	Manual	6	480	B) Semilla 37.5 kg/ha	Local	112.59/ha
					A) Semilla 30 kg/ha		
Ciruela y aguacate	Cada 20 años	Manual	2	1 500	50 árboles ha ⁻¹	Local	30/árbol

A) Se refiere al sistema agrosilvícola maíz-aguacate-ciruela.

B) Se refiere al sistema agrosilvícola maíz-ciruela.

Por otro lado, los árboles frutales los plantan cada 20 años. Esto lo hacen manualmente, empleando palas y los arboles los adquieren en la misma zona, costando \$ 30.00 moneda nacional (MN) cada uno de ellos (ya sea ciruelo o aguacate).

6.1.4. Práctica cultural de fertilización

Los fertilizantes que emplean los productores de Jalacingo, Veracruz, son principalmente para el cultivo del maíz, utilizan el 17-17-17, conocido comúnmente por ellos como fertilizante negro y la urea (46-00-00) (Cuadro 7), realizando la fertilización en los meses de abril y mayo.

Cuadro 7. Fertilización en los cultivos.

Cultivo	Tipo (N-P-K)	Precio (\$ ha ⁻¹)	Veces al año	Fecha	Cantidad (kg ha ⁻¹)	Jornales (\$ ha ⁻¹)
Maíz	18-46-00	700			100	
	17-17-17	700	2	Abril-Mayo	100	480
	Orgánico	100			50	
Aguacate	No	No	No	No	No	No
Ciruela	No	No	No	No	No	No

El lugar de adquisición de los mismos es en los municipios cercanos a Jalacingo, como son Altotonga, Veracruz y los municipios de San Juan Xiutetelco y Teziutlán del estado de Puebla. Sus precios oscilan entre \$600.00 MN y \$800.00 MN.

Con excepción de un productor de Cuahutamingo, la práctica de fertilización no se acostumbra aplicar a los frutales; ocasionalmente se puede aplicar abono orgánico durante la primavera, empleando excremento de vaca.

6.1.5. Práctica cultural de deshierbe

Los sistemas agrosilvícolas se deshierban manualmente, empleando el azadón (Cuadro 8); algunas de las hierbas que crecen en estos sistemas son consumidas por el campesino, como es el caso del tomatillo (*Physalis ixocarpa* B.), (Figura 7), empleándolo para hacer salsas, el epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), quiltoniles (*Amaranthus hybridus* L.), etc. En estos casos, comúnmente los campesinos “toleran” cierta cantidad de plantas dentro del cultivo, y se observó que nacen principalmente en los sistemas agrosilvícolas maíz-ciruela.



Figura 7. Tomatillo (*Physalis ixocarpa* B.), usado para autoconsumo; en la comunidad de Orilla del Monte.

Cuadro 8: Deshierbe en los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

Sistema	Época	No. de veces	Método - Implemento	Jornalesh (No. ha ⁻¹)	Costo (\$) (ha ⁻¹)
Maíz-Aguacate-Ciruela	Abril-Mayo	3	Manual con Azadón	24	2 400
Maíz-Ciruela					

Además, algunas de las malas hierbas son el cempasúchil (*Tagetes erecta* L.), y el trébol (*Trifolium pratense* L.) que las incorporan al suelo como materia orgánica. Esto haciendo el deshierbe empleando el azadón como herramienta principal para esta labor.

6.1.6. Práctica cultural contra enfermedades y plagas en los sistemas bajo estudio

Para el caso de las prácticas culturales contra las plagas y enfermedades, la mayoría de productores coincidió en que no existe una plaga o enfermedad que dañe a las especies que participan en los sistemas agrosilvícolas estudiados. Por

ello también no se habla de emplear algún fungicida o plaguicida, pues no tiene a quien combatir; solo un productor de la comunidad de Cuartel Tercero habló del Gusano del aguacate, el cual provoca daños en la fruta pues se la come y los frutos salen dañados durante la cosecha.

6.1.7. Práctica cultural de poda

Las podas son hechas en los frutales de ciruela después de la cosecha total, principalmente en los meses de octubre y noviembre, con la finalidad de generar nuevos brotes de ramas y mejorar la producción del fruto. Las ramas que son despojadas del ciruelo, las utiliza el productor como leña beneficiándose por este hecho.

Cuadro 9: Práctica cultural de podas.

Cultivo	Época	No. de veces	Jornales (No. ha ⁻¹)	Costo (\$ ha ⁻¹)
Ciruela	Octubre- Noviembre	1	75	7 500
Aguacate	No	Ninguna	Ninguno	-----

En el Cuadro 9 se muestra que los árboles de aguacate no se podan, ya que en este estudio la mayoría de los productores no lo hace; solo coincidieron en realizar esta práctica cultural, dos de ellos. Para tal caso emplean las tijeras podadoras y el machete como herramientas para esta práctica cultural; efectuándola antes del invierno.

Al no realizar esta práctica cultural, los árboles, desarrollan sus ramas (Figura 8) hasta una altura de 5.0 m, ocasionando mal manejo de éste, y la cosecha se dificulta por que se tiran los frutos al suelo maltratándolos; además, su sombra afecta el desarrollo del maíz (que está debajo del árbol), ya que la radiación solar no penetra y las plantas del maíz no logran tener sus horas luz para su desarrollo.



Figura 8. Árbol de aguacate en la comunidad de Cuartel Segundo.

6.1.8. Cosecha y venta de la producción, en los sistemas bajo estudio

Cabe mencionar que unos tres días antes de la cosecha se doblan las cañas secas de maíz para una mejor recolección de las mazorcas, facilitada por el uso del pixcolli.

La cosecha en los sistemas agrosilvícolas se realiza de forma manual. Para el caso del maíz se efectúa en los meses de septiembre y octubre (Cuadro 10); para esto se emplea la aguja o pixcolli que hace más fácil y rápida la extracción de la mazorca, dejando la caña seca; posteriormente, las mazorcas se guardan en canastas hechas de caña seca (con capacidad de 20 kg) que llevan los productores cargando a sus espaldas, mientras recorren los surcos de la parcela; una vez que se han llenado las canastas, se vacían en un costal de ixtle con capacidad de 50 a 70 kg que sirve para trasladar la cosecha de maíz hasta los hogares del productor.

Cuadro 10. Características de la cosecha en los sistemas agrosilvícolas, por cultivo.

Cultivo	Periodo	Instrumentos	Método
Maíz	Septiembre-Octubre	Canastas y costales	Manual
Ciruela	Julio- Agosto	Rejas y garrochas	Manual
Aguacate	Julio- Agosto	Rejas y garrochas	Manual

En la zona, las mazorcas de maíz tienen dimensiones que van desde 15 hasta 30 cm de longitud, con un grosor desde 7 hasta 12 cm.

La mayoría de las plantas de maíz producen una mazorca, pero al momento de sembrar. El productor coloca tres semillas por orificio, obteniendo tres plantas por mata; es por ello que en cada mata se cosechan hasta tres mazorcas, siendo el promedio de dos mazorcas por mata.

Para el caso de los frutales, la cosecha se lleva a cabo en los meses de julio y agosto, periodo en el que el cultivo de maíz se encuentra aun en desarrollo sin causar perjuicio alguno durante esta labor cultural.

Para cosechar los aguacates y las ciruelas se emplean garrochas hechas por los productores, y los frutos se colocan en cajas de madera, resguardados con papel periódico.

De la cosecha de maíz el 95% de esta se utiliza en los hogares de los productores, pues es un cultivo básico para su dieta alimenticia, pues con esta elaboran masa y a la vez tortillas, comunes en la dieta de los mexicanos. El 5% restante lo comercializan con personas de la misma localidad que no tienen terreno donde producir este cereal.

En el caso de los frutales, son cosechados para su venta posterior, empleando para su autoconsumo 10% de dicha cosecha, tanto de ciruelas como de aguacates (Cuadro 11).

Cuadro 11: Porcentaje de autoconsumo y venta de los productos obtenidos

Cultivo	Autoconsumo (%)	Venta (%)
Maíz	95	5
Ciruela	10	90
Aguacate	10	90

El precio del aguacate comercializado en cajas de 20 a 25 kg oscila entre \$ 30.00 y \$ 40.00 MN (moneda nacional); mientras que la caja de ciruela, con capacidad de 25 kg, la venden en \$ 50.00 MN.

Los lugares de destino de esta producción son las centrales de abastos de las ciudades de Puebla y México; así como los mercados de Tehuacán, Puebla y Xalapa, Veracruz.

También se observó que comercializan estos frutales a orilla de la carretera federal Jalacingo - Altotonga, colocando puestos improvisados donde ponen a la vista las ciruelas y los aguacates, y los automovilistas que transitan por ahí se paran para comprarles. En esos puestos el precio de un kg de aguacate oscila entre \$7.00 y \$10.00 MN; mientras que las ciruelas las venden entre \$5.00 y \$10.00 MN.

6.2. Evaluación económica de los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela

Se observó que la superficie plantada por productor con ciruela varía desde 0.13 hasta 4.0 ha y desde 0.13 hasta 2.0 de aguacate; de maíz, la superficie sembrada por productor osciló desde 0.13 hasta 10 ha.

Por otro lado los costos por insumos, principalmente del fertilizante, van desde \$350.00 MN a \$ 1,850.00MN; esto porque el bulto de Urea (46-00-00) con un peso de 50 kg oscila de \$400.00 a \$700.00 MN y el fertilizante llamado en las localidades como “negro”, con fórmula 17-17-17, tiene un costo de \$700.00 MN.

Entre los implementos y equipo utilizado por los productores, la mayoría de ellos emplean azadones, bombas para asperjar, garrochas para cortar los frutos y rejas para transportar los productos cosechados.

Para el caso de los rendimientos, por ejemplo la ciruela varía desde 0.5 hasta 2.0 t ha⁻¹, mientras que se obtienen de 1.0 a 7.0 t ha⁻¹ de aguacate y, para el caso del maíz van desde 0.3 a 2.4 t ha⁻¹.

De los datos anteriores, se obtuvo el promedio para cada uno de los cultivos; resultando para el caso del maíz un rendimiento promedio de 0.8934 t ha⁻¹; para el cultivo de ciruela 1.0869 t ha⁻¹ y en el caso del aguacate fue de 2.7 t ha⁻¹.

6.2.1. La relación Beneficio/Costo (B/C)

Para obtener la relación beneficio costo se tomaron en cuenta los costos de los insumos requeridos durante el proceso de producción de los sistemas agrosilvícolas y los costos totales por mano de obra (jornales de trabajo) de cada productor encuestado, considerando que el jornal en la zona es pagado aproximadamente entre \$80.00 MN y \$120.00 MN, ya sea que efectúe la preparación del terreno, realice la siembra, deshierbar, fertilizar, o cosechar.

Posteriormente se sumaron todos esos costos para obtener los costos totales de producción durante el año que dura el ciclo productivo y, a la vez, teniendo los

beneficios totales obtenidos por la venta de la producción, tanto del maíz de los frutos, sabiendo que la tonelada de maíz se paga a \$ 2,387.91 MN, la tonelada de ciruela a \$ 1,800.00 MN y el aguacate es pagado a \$ 6,500.00 MN la tonelada, se realizó una división de los beneficios totales entre los costos totales de producción en el sistema agrosilvícola que cada productor maneja durante un año.

La relación beneficio costo fue >1.0 en todos los sistemas estudiados; es claro que todos los productores encuestados tienen buena relación con las cadenas de comercialización, pues durante el recorrido por las parcelas se observó gran interés por los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela; aunque los productores comentaron que la falta de asesoría técnica para manejar más eficientemente sus sistemas agrosilvícolas.

Se observa que en la comunidad de Cuartel Tercero se encuentra el promedio más bajo (de 1.1), esto posiblemente por la cercanía a la cabecera municipal, ya que existe trabajo para los hijos de los productores pues se encuentran las maquiladores textiles, y no les dan prioridad a los trabajos del campo. Mientras que en la comunidad de Cuahutamingo (Cuadro 12), existe el promedio más alto con 3.7 (claro sin considerar el dato 19, pues se dispara muy por arriba de los demás), siendo que esa localidad tiene fama de tener a productores exitosos por sus producciones de ciruela.

Cuadro 12. Relación beneficio costo (B/C) de las diferentes parcelas visitadas.

Costos Totales	Beneficios Ciruela	Beneficios Aguacate	Beneficios Maíz	Total Beneficios	Relación B/C	Localidad
3 950	7 826	-	21 335	29 161	<u>7.3</u>	CUAHUTAMINGO Promedio:6.7 * Promedio:3.7
6 390	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.1</u>	
7 930	7 826	-	21 335	29 161	<u>3.6</u>	
10 090	7 826	-	21 335	29 161	<u>2.8</u>	
2 650	7 826	21 365	21 335	50 527	<u>19.0</u>	
5 400	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.3</u>	ORILLA DEL MONTE Promedio: 1.4
5 400	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.3</u>	
7 930	7 826	-	8 534	16 36	<u>2.0</u>	
5 700	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.2</u>	
3 900	1 173	6 409	1 280	8 864	<u>2.2</u>	
7 920	3 913	-	4 267	8 180	<u>1.1</u>	HIDALGO Promedio: 2.2
5 100	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.4</u>	
4 400	7 826	-	10 668	18 494	<u>4.2</u>	
2 340	645	3 525	704	4 875	<u>2.0</u>	
4 490	5 869	-	17 068	22 938	<u>5.1</u>	
3 850	782	4 273	853	5 909	<u>1.5</u>	SANTA ANITA Promedio: 2.8
4 250	782	4 273	853	5 909	<u>1.3</u>	
10 090	7 826	-	21 335	29 161	<u>2.8</u>	FCO. BARRIENTOS Promedio: 1.8
5 400	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.3</u>	
1 790	254	1 389	277	1 920	<u>1.1</u>	
6 450	978	5 341	1 067	7 386	<u>1.1</u>	CUARTEL TERCERO Promedio: 1.1
2 200	782	4 273	853	5 909	<u>2.6</u>	
9 790	7 826	-	10 668	18 494	<u>1.8</u>	CUARTEL SEGUNDO Promedio: 2.2

*Se obtuvo quitando el dato 19.0 ya que es muy lejano a los demás.

Por otro lado al observar los resultados por sistema, se encuentra que las interacciones agroforestales de maíz-ciruela, son más rentables, ya que arroja un promedio de 3.41, mientras que el sistema maíz-aguacate-ciruela resulta 2.74 (Cuadro 13). Vemos que es más rentable económicamente el sistema maíz-ciruela, y a primera vista se recomienda mantenerlo, pero de la misma forma el sistema maíz-aguacate-ciruela, ya que ofrece al productor más diversidad de producción.

Cuadro13. La relación beneficio costo por sistemas agrosilvícolas

Localidad	Costos Totales	Beneficios Ciruela	Beneficios Aguacate	Beneficios Maíz	Beneficios Totales	Relación B/C	Sistema
Cuahutamingo2	6390	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.1	MAÍZ-AGUACATE-CIRUELA
Cuartel Tercero1	1790	254.35	1388.73	277.36	1920.45	1.1	
Francisco B.1	4250	782.61	4273.04	853.41	5909.07	1.3	
Orilla del Monte1	5400	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.3	
Cuartel segundo1	2200	782.61	4273.04	853.41	5909.07	2.6	
Orilla del Monte2	5400	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.3	
Santa Anita3	3850	782.61	4273.04	853.41	5909.07	1.5	
Francisco B.3	5400	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.3	
Cuahutamingo5	2650	7826.09	21365.21	21335.45	50526.76	19	
Cuartel Tercero2	6450	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.1	
Orilla del Monte4	5700	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.2	
Hidalgo1	3900	1173.91	6409.56	1280.12	8863.61	2.2	
Hidalgo3	5100	978.26	5341.3	1066.77	7386.34	1.4	
Santa Anita1	2 340	645.65	3 525.26	704.07	4 874.98	2	
						2.74	
Cuahutamingo1	3950	7826.09	-	21335.45	29161.54	7.3	*MAÍZ-CIRUELA
Cuahutamingo3	7930	7826.09	-	21335.45	29161.54	3.6	
Cuahutamingo4	10090	7826.09	-	21335.45	29161.54	2.8	
Santa Anita2	4490	5869.57	-	17068.36	22937.93	5.1	
Orilla del Monte3	7930	7826.09	-	8534.18	16360.27	2	
Francisco B.2	10090	7826.09	-	21335.45	29161.54	2.8	
Cuartel segundo2	9790	7826.09	-	10667.72	18493.82	1.8	
Hidalgo2	7920	3913.04	-	4267.09	8180.13	1.1	
Hidalgo4	4400	7826.09	-	10667.72	18493.82	4.2	
						3.41	PROMEDIO

*En el sistema maíz-ciruela no hay beneficios de aguacate, por no estar presente.

Es claro que todos estos productores tienen una buena relación con las cadenas de comercialización, pues durante el recorrido por estas parcelas se logró observar gran interés aunque ellos comentaron que les falta asesoría técnica, para poder obtener mejores cosechas.

6.3. Interacción ecológica observada en los sistemas agrosilvícolas

Las interacciones ecológicas puede ser positivas (benéficas) o negativas (perjudiciales) (Krishnamurthy, 2010). A continuación se mencionan para las interacciones cultivo-árbol:

El cultivo de maíz se beneficia de los árboles de aguacate y ciruela (sistema maíz-aguacate-ciruela), así también del árbol de ciruela (sistema maíz-ciruela), en la práctica agroforestal, debido a:

➤ **Adiciones de nutrientes:**

Materia orgánica. La hojarasca de los árboles, proporcionan nutrientes al suelo.

➤ **Conservación del agua:**

Materia orgánica. La materia orgánica que los árboles agregan al suelo (hojarasca, raíces) aumenta la habilidad del suelo para absorber y retener el agua.

Rompevientos. Entre y durante las temporadas del cultivo de maíz, los árboles actúan como rompevientos y por lo tanto reducen la tasa de evaporación causada por vientos elevados y secos.

Sombra. Las copas de los árboles, al proporcionar sombra al suelo descubierto, reducen las pérdidas de evaporación entre las temporadas del cultivo de maíz.

➤ **Conservación del suelo:**

Los árboles de ciruela y aguacate distribuidos en las parcelas, actúan como estructura física y reducen la erosión del suelo y el escurrimiento del agua.

Las hojarascas sobre la superficie del suelo, así como la protección por la copa de los árboles, disminuye la fuerza con la cual las gotas de lluvia golpean el suelo. Esto da por resultado cantidades más grandes de infiltración de agua y disminuye la erosión del suelo por corrientes de agua.

La barrera rompevientos proporcionada por los árboles de ciruela y aguacate reduce la velocidad del viento a través del campo del cultivo de maíz, reduciendo así la cantidad de suelo erosionado por el viento.

➤ **Control de malezas:**

Ya que se permite el crecimiento de las copas de los árboles y estos están entre el cultivo de maíz, la sombra que se origina suprime el crecimiento de malezas.

Los árboles de aguacate y ciruela se benefician del cultivo de maíz en los sistemas agroforestales (maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela) porque:

- Las plántulas de especies arbóreas establecidas con el cultivo de maíz, tienen altas tasas de sobrevivencia y desarrollo por que reciben la misma atención dada al cultivo.
- Son deshierbados junto con el cultivo de maíz.
- Hacen uso del fertilizante que se mueve por debajo del nivel de las raíces del cultivo de maíz.

Por otra parte las interacciones negativas (perjudiciales) observadas dentro de los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela son:

- Competencia por el agua, durante los primeros meses de haber sembrado el cultivo de maíz.
- Competencia por nutrientes al abonar el cultivo de maíz, ya que los árboles de aguacate y ciruela absorben nitrógeno, fósforo y potasio para sus funciones esenciales.
- Existe competencia por luz, ya que los árboles frutales con su copa impiden que algunas plántulas del cultivo de maíz, reciban la luz del sol necesaria para su desarrollo.

6.3.1. Arreglo encontrado en la mayoría de los sistemas agroforestales.

En las comunidades bajo estudio, los sistemas agrosilvícolas más comúnmente encontrados corresponden al arreglo mixto/zonal, porque los árboles de aguacate y ciruela estaban dispersos dentro del cultivo de maíz. También se pudo observar la disposición dispersa, ya que los árboles de ciruela y aguacate en algunas parcelas están en hileras lejos unos de otros (Figura 9 y 10, respectivamente).

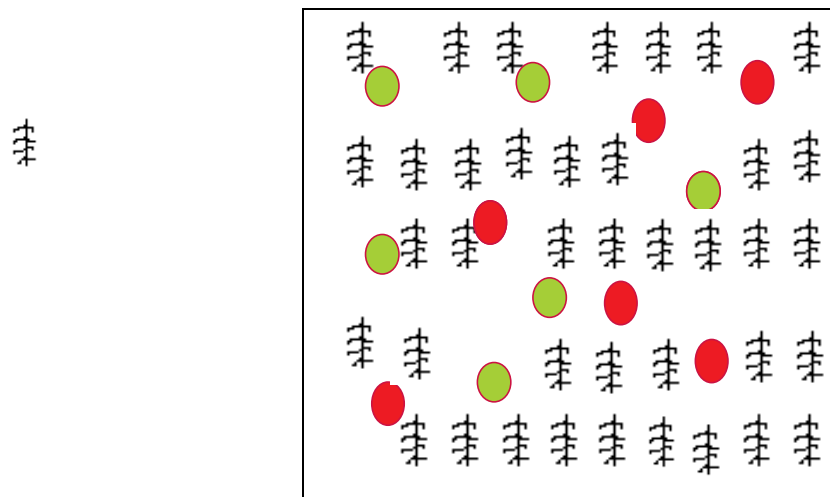


Figura 9. Arreglo mixto o zonal y disposición dispersa en los sistemas agrosilvícolas maíz-aguacate-ciruela.



Figura 10. Arreglo mixto o zonal y disposición dispersa, en los sistemas agrosilvícolas maíz-ciruela.

Desde otra perspectiva, los sistemas estudiados corresponden a un arreglo Intermitente o Interpolado, pues el componente leñoso que son los árboles de ciruela y aguacate están siempre presentes y el componente no-leñoso como lo es el maíz, está presente sólo durante ciertos periodos, ya que es un cultivo de temporal (Figura 11 y 12).

Simbología:

- -> CIRUELA
- -> AGUACATE

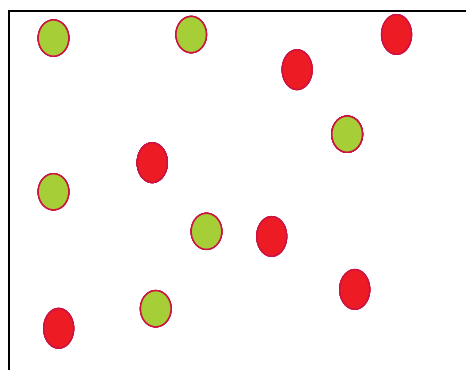


Figura 11. Arreglo intermitente o interpolado en los sistemas maíz-aguacate-ciruela.

Simbología:

● -> CIRUELA

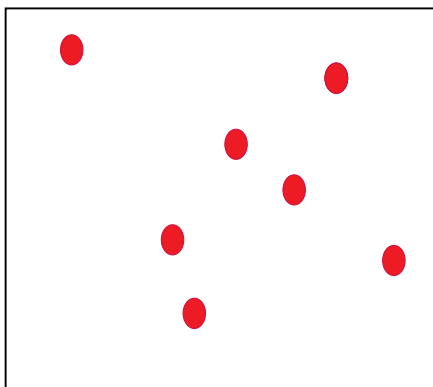


Figura 12. Arreglo intermitente o interpolado en los sistemas agroforestales maíz-ciruela.

6.3.2. Mano de obra en los sistemas agroforestales

La mano de obra utilizada en los sistemas agroforestales bajo estudio, son en primer lugar los productores, en segundo lugar las esposas y en tercer lugar los hijos del productor (estos últimos apoyan en el trabajo por las tardes luego de asistir a la escuela y en temporada de vacaciones).

A pesar de que la industria maquiladora textil en el municipio, genera beneficios económicos en algunos jóvenes de la población (con edades de catorce años en adelante); los productores sustentando sus sistemas agroforestales, obtienen incentivos a raíz de la venta de sus productos y, a la vez su producción le alcanza para consumo local sin tener que salir a adquirirlos fuera del municipio, mientras tanto para aquellas familias que no cuentan con tierras los pueden adquirir a bajo costo en el mercado local-municipal o directamente con los productores.

6.4. Problemas específicos para los sistemas agroforestales en la zona de estudio

Además de los problemas generales que afectan al campo mexicano, están presentes en la zona de estudio los riesgos climáticos y la inequidad en los

canales de comercialización. A estos problemas habría que sumar los específicos del área; de acuerdo con los productores entrevistados, los principales problemas que los afectan son los siguientes:

6.4.1. Lluvias ácidas

Existe la creencia casi generalizada entre los productores del área de que la geotérmica “Los Humeros” (Figura 13), ubicada en la parte sur del Municipio de Jalacingo, cerca de los límites del municipio de Perote, y el estado de Puebla, provoca lluvias ácidas, en ello coincidieron las personas que fueron entrevistadas en las comunidades de Orilla del Monte, Plan de Hidalgo, Francisco Barrientos, Cuahutamingo y Santa Anita, mismas que se ubican en las cercanías de dicha geotérmica, considerando que los gases emitidos a la atmósfera desde la planta provocan acidez en la lluvia, que transportada por el viento a sus comunidades afecta a los ecosistemas y desde luego daña los cultivos agrosilvícolas.



Figura 13. Geotérmica “Los Humeros” desprendiendo gases contaminantes.

La geotérmica “Los Humeros” genera energía eléctrica para la ciudad de Puebla; sin embargo se desprende vapor de agua de sus ocho unidades turbogeneradoras de electricidad (Figura 14), por usar una tecnología sencilla a contrapresión, en las que el vapor se descarga directamente a la atmósfera después de que se le ha hecho pasar por la turbina (Maya y Gutiérrez, 2007).



Figura 14. Vista de una planta (en total son ocho), en la Geotérmica “Los Humeros”.

En dicho vapor también lleva el ácido sulfhídrico y bióxido de carbono (Maya y Gutiérrez, 2007), y a la llegada de los vientos, estos elementos químicos son llevados y depositados en los suelos que sustentan los sistemas agrosilvícolas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

En la Figura 15 se observa el paisaje donde se ubican las plantas generadoras de electricidad, que son importantes por su desempeño para obtener electricidad, pero que posiblemente estén causando daños irreversibles a los suelos de la zona, que sustentan diferentes sistemas agrosilvícolas.



Figura 15. Paisaje en la geotérmica “Los Humeros”. En la parte sur del municipio de Jalacingo, colindando con el Valle de Perote, Veracruz. México.

6.4.2. Heladas

Otro problema que se presenta en la zona y afecta a los cultivos, son las heladas, las cuales posiblemente se generan por la cercanía al Cofre de Perote, (volcán apagado) y los productores carecen de técnicas de prevención contra este fenómeno atmosférico. Éste constituye uno de los aspectos de la falta de asesoría a los agricultores para prevenir y en lo posible evadir los daños causados por eventos de esta naturaleza, mejorando el cuidado de sus cultivos, en este caso de sus sistemas agrosilvícolas.

Aspectos como éste deben aplicarse, como parte de las políticas al campo para evitar la migración, pues ya existe escasez de mano de obra para trabajar en la agricultura del municipio, debido a que muchas personas emigran, principalmente a los Estados Unidos buscando más oportunidades de desarrollo.

6.4.3. Canales de comercialización

Durante los recorridos, y especialmente a través de la comunicación con los productores entrevistados, se observó que, como en muchos otros lados, los canales de comercialización son inequitativos, pues los productores trabajan todo el año y corren los riesgos climáticos, para que al final, ellos sean los que alcanzan el menor margen de ganancia, pues los acaparadores del municipio se quedan con las ganancias económicas al vender las cosechas de estos sistemas agrosilvícolas, principalmente de los frutales de aguacate y ciruela.

Según la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en su capítulo II De la Coordinación para el Desarrollo Rural Sustentable, en su artículo 22, fracción IX, inciso d) establece que se apoyará la comercialización agropecuaria por parte del sistema nacional, y en el municipio de Jalacingo, Veracruz, tiene esta responsabilidad la COMUDERs (Comisión Municipal de Desarrollo Rural Sustentable), quien de forma organizada debe buscar un mayor impacto de apoyo a estos productores. Sin embargo, existe desinterés y desvío de recursos para actividades políticas.

En la zona, el productor vende las cajas de ciruela en \$36.00 MN (moneda nacional) la de 20 kg y en \$45.00 MN la de 25 kg, es decir a \$1.8 MN/kg; mientras que la caja de aguacate con 20 kg se vende en \$130.00 MN y con 25 kg en \$162.50 MN, esto es, a \$6.48 MN/kg, mientras que el acaparador las vende en las centrales de abasto de la región a precio más alto. De esta manera, los acaparadores se llevan las ganancias reales del trabajo de los productores; éstos solo por el hecho de contar con un vehículo para transportar las frutas se aprovechan de aquéllos.

6.4.4. Insumos de gobierno

Otro aspecto que también se aprecia como problema que afecta a los productores bajo estudio, es la ausencia de apoyos por parte de los gobiernos

Estatad y Municipal para mantener sus sistemas agrosilvícolas; por el hecho de sustentar estos sistemas se está haciendo una gran labor a favor del medio ambiente, pues lo conserva para mantenerse tal y como es actualmente, para futuras generaciones.

Con los árboles frutales se está deteniendo, en alguna medida, la erosión del suelo, pues se encuentra protegido por las raíces, permitiendo que este arraigado. Así mismo, estos árboles sirven de descanso para las aves durante sus vuelos por la zona, aspectos que contribuyen a mejorar las condiciones ecológicas, y cierto nivel de ecodesarrollo en las localidades estudiadas, promovido por los productores al sustentar los sistemas agrosilvícolas de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela. Pero desafortunadamente estas prácticas no parecen ser del interés para las autoridades, que se interesan más en otros asuntos, tales como el caso del estadio de futbol que fue inaugurado en 2009 (Figura 16) en la cabecera del municipio por el Gobernador, junto con la presidenta municipal de Jalacingo.



Figura 16. Gobernador del Estado de Veracruz y Presidenta Municipal de Jalacingo, inaugurando el Estadio de futbol “Los Pinos”.

Es claro que es importante el deporte en el municipio, pero como se observó durante este estudio, hace falta más apoyo al campo.

6.5. Discusión sobre la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y Sustentabilidad

Los productores de la zona de estudio requieren mucha asesoría técnica, para poder llevar a buen fin los sistemas agroforestales que aquí predominan y lleguen a ser exitosos, tal y como lo marca la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en su Título tercero “Del fomento Agropecuario y de Desarrollo Rural Sustentable”, en su primer Capítulo: “Del fomento a las Actividades Económicas del Desarrollo Rural”, en su artículo 32 menciona que el Estado “...impulsará las actividades económicas en el ámbito rural”. Además sigue mencionando en la fracción VIII con más detalle y de manera más puntual los tipos de actividades que promoverá es: “El fomento a los sistemas familiares de producción”, recayendo los sistemas que se están estudiando en esta tesis.

Por ende la política de desarrollo de la región en estudio, para priorizar estos sistemas agroforestales, debe ser en primer lugar: local, ésta la debe impartir el Departamento Municipal de Desarrollo Rural, por el Regidor de Fomento Agropecuario y la COMUDERs (Comisión Municipal de Desarrollo Rural Sustentable); estando coordinado con el Gobierno del Estado y acorde con las políticas Nacionales y, como lo marca el Plan Nacional de Desarrollo para el Campo, en su estrategia 7.3 que a la letra dice: “Integrar a las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.” Esto “mediante la suma de acciones interinstitucionales se promoverán proyectos que detonen el desarrollo económico y social de las comunidades rurales...ubicadas en las zonas de alta y muy alta marginalidad”. Por tanto se debe mantener la entrega directa de apoyos al productor, tal como se especifica en la ley, ya que en muchas ocasiones no llega a él.

Por otra parte la sustentabilidad de un sistema de producción rural corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades de la humanidad, sin afectar y de ser posible, mejorar el recurso base del que depende el sistema. Es por ello que la hipótesis de esta tesis, se comprueba y se refleja con los resultados, ya que de las entradas de la producción (aplicando los insumos que requieren los cultivos) y al obtener la producción, se observa que las cosechas alcanzan para el consumo del productor, así también para comercializar un porcentaje de su producción y obtener un recurso económico; y como se sigue manteniendo de esta forma, las generaciones futuras pueden disfrutar de estos productos sin dañar los ecosistemas y evitando la pérdida del suelo y captando agua.

6.6. La Resiliencia en los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela en la zona centro del estado de Veracruz, México.

Los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela forman un ecosistema bien establecido en el cual existen interacciones ecológicas para sustentar la biodiversidad genética de maíz y frutales (aguacate y ciruela), siendo de raza autóctona que se está guardando de forma interna; y que a pesar de la existencia de agentes externos como por ejemplo la llegada de la Geotérmica los Humeros en la zona para producir energía eléctrica para la zona, dichos sistemas son resilientes, por que siguen perdurando en el tiempo, en su momento con una alteración visto en la disminución de la producción, que se recupera poco a poco.

Por otro lado y a pesar de la carencia de insumos gratuitos por parte del gobierno, los productores de la zona aceptan de forma social y cultural el seguir conservando sus cultivos, son resilientes ante este fenómeno, resistiendo y buscando nuevas formas y tecnologías que por ley les es negada para producir.

Ellos vuelven a sus tecnologías tradicionales empleando equipos elaborados por ellos mismos con materiales de la misma zona, y organizándose de tal forma

obtengan frutales y maíz para autoconsumo y venta a familias que carecen de tierras para poder producirlo.

A demás los frutales son resilientes a las heladas ocasionadas por el cofre de Perote, Veracruz, ya que se encuentra muy cerca de estos y que en época invernal realizan en sus tejidos la autoprotección llamada latencia para evitar su muerte y puedan seguir produciendo los siguientes años.

VII. CONCLUSIONES

Con base en la información anteriormente presentada y bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, se concluye lo siguientes:

1. En las comunidades de este estudio se encontraron sistemas agroforestales con asociaciones de maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela bien establecidos; esto por las condiciones climáticas en la zona y por redituables económicamente y de subsistencia a los productores pues les otorgan varios productos, en este caso frutales y el maíz.
2. La interacción ecológica favorable en los sistemas agroforestales antes mencionados es marcada, ya que ayudan a la retención del suelo por las raíces largas de los árboles y con ello reducen la erosión de los suelos de la zona.
3. Por su estructura, los sistemas agrosilvícolas mencionados corresponden a la forma **espacial mixta** y dentro de ésta a la de **árboles en tierras de cultivo**. Además dichos sistemas se desarrollan con un arreglo o disposición agroforestal **mixto o zonal**, ya que los diferentes componentes no están geométricamente arreglados, sino que se distribuyen de manera irregular.
4. Según la clasificación general de sistemas agroforestales, los aquí estudiados muestran una disposición agroforestal **dispersa**, pues los árboles están lejos unos de otros, y como este componente está siempre presente, pero no así el estacional, se definen estos sistemas también como **concomitantes**.
5. En general los productores del municipio de Jalacingo, Veracruz, efectúan prácticas culturales comunes y sencillas con el empleo de herramientas locales básicas (siembra, fertilización, deshierbe, cosecha y comercialización), manteniendo con ello sus sistemas agroforestales.
6. La rentabilidad económica de los sistemas agroforestales desarrollados con buen trabajo y empleando la experiencia en la zona centro del estado de Veracruz, México, es aceptable, como lo demuestran los resultados de la Relación Beneficio Costo de los encuestados.

7. La Resiliencia en los sistemas maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela es expresada en la resistencia a las lluvias ácidas, a las heladas de la zona y a la inexistencia de apoyos gubernamentales.

VIII. RECOMENDACIONES

Se requiere de asesoría técnica dirigida a los productores de la zona de estudio, para potenciar los sistemas agroforestales que aquí se plantean y lleguen a ser más resilientes de lo que hasta ahora han sido. Para ello se recomienda:

- Realizar talleres y cursos dirigidos a los productores sobre temas de agroforestería, principalmente sobre podas de árboles frutales, que ayuden a generar calidad en la producción y de la forma de comercialización de sus productos; de tal forma se den cuenta de la riqueza que realmente están generando.
- Asesorar a los productores de la zona para que visualicen y, a la vez, implementen una cooperativa, que ellos mismos manejen de forma organizada y se auto gestionen, logrando el reparto de las ganancias de forma igualitaria, durante el proceso de producción en los sistemas agroforestales maíz-aguacate-ciruela y maíz-ciruela.

Además de gestionar recursos en las instancias de gobierno que por ley deben gozar. Por eso se recomienda también:

- Instrumentar apoyos que permitan incentivar la alternancia de cultivos de un ciclo a otro, para aprovechar la capacidad instalada, mejorar el ingreso promedio del productor y conservar el suelo agrícola.
- Establecer apoyos para los productores conjuntamente con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para que participen en los programas de conservación de suelos que les permitan reorientar las actividades agropecuarias hacia un uso más adecuado de los suelos conforme a su capacidad productiva y ecológicamente viables.
- Tener mayor eficiencia en el uso de los recursos fiscales destinados al apoyo directo al productor, que permitan una distribución más equitativa entre los productores, a través de establecer montos máximos de apoyos por productor.

Por otra parte, con relación a la probable incidencia de lluvia ácida causada por la geotérmica de la zona, se recomienda:

- Realizar estudios actualizados sobre la lluvia ácida que ocasiona la geotérmica denominada “Los Humeros”, pues se encuentra en las cercanías de la zona de estudio y afecta a los suelos, y a los árboles derribándoles la densidad de floración y, con ello, disminuye considerablemente la producción de ciruela y aguacate.

IX. LITERATURA CITADA

- AGUSTI, M. 2004. **Fruticultura**. Edit. Mundi-Prensa. Madrid. 493 p.
- BARTOLINI, R. 1989. **El maíz**. Edit. Mundi-Prensa. Madrid. 277 p.
- BECERRA, M. 2007. **La educación ambiental en las carreras que imparte la Universidad Autónoma Chapingo**. Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 184 p.
- CALABRESE, F. 1989. **El aguacate**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 249 p.
- CAMPOS, R.E. et al. 2008. **Diversidad del género *Persea* y sus usos**. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. 60 p.
- CARIDE, J. A. y P.A. Meira. 2001. **Educación ambiental y desarrollo humano**. Editorial Ariel, S.A. Barcelona. 269 p.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS. 1980. **El Cultivo de maíz en México**. México, D.F. 148 p.
- EQUIPO DE EXPERTOS AGRÓNOMOS DVE. 1998. **El gran manual moderno del fruticultor**. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona. 284 p.
- FABREGAS, R. J. 1975. **Cultivo del ciruelo. Clima y terreno**. Multiplicación-Plantación. Injerto-Poda. Enfermedades y Enemigos. Editorial Síntesis S.A. Las Fronts de Tarrasa. Barcelona. 92 p.
- FOLADORI, G. 2005. **Una tipología del pensamiento ambientalista**. En: Foladori, G. y Naína P. (Coord.) *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. Primera edición. Conocer-Porrúa. México. 217 p.
- INEGI, 2003. **Anuario estadístico. Veracruz de Ignacio de la Llave Tomo II**. Aguascalientes, Ags. México. 731 p.
- INSTITUTO LATINOAMERICANO DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL. 1973. **Guía para la presentación de proyectos**. México, D.F. Siglo XXI. 230 p.

- KRISHNAMURTHY, L. 2003. **Alternativas productivas. Introducción a la agroforestería para el desarrollo rural.** SEMARNAT. Centro de educación y capacitación para el desarrollo sustentable. México. 105 p.
- KRISHNAMURTHY, L. 2010. **Agroforestería para el ecodesarrollo.** XIX Curso Internacional de Entrenamiento Otoño Invierno. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 327 p.
- LEFF, E. 2004. **Racionalidad ambiental.** La reapropiación social de la naturaleza. Edit. Siglo XXI. México. 509 p.
- LITTLE, E.L. 1967. **Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.** Edit. UPR. Puerto Rico. 432 p.
- LÓPEZ, L., V. M. 2006. **Sustentabilidad y desarrollo sustentable. Origen, precisiones conceptuales y metodología operativa.** Instituto Politécnico Nacional. México. 283 p.
- LUNDGREN, B. 1987. **ICRAF's first ten years.** Agroforestry systems 5: 197-217.
- MIRANDA, F. 1963. **Los tipos de Vegetación de México y su clasificación.** Edit. Colegio de Posgraduados-SARH. Chapingo, México. pp. 38-43
- NAIR, P.K.R. 1985. **Classification of Agroforestry Systems.** Agroforestry systems 3: 97-128.
- RODRÍGUEZ, S.F. 1982. **El aguacate.** México, D.F. AGT EDITOR S.A. 167 p.
- RZEDOWSKY, J. 1978. **Vegetación de México.** México. Edit. Limusa. 432 p.
- SHANER, W.W. Philipp, P.F. and Schmehl, W.R. 1982. **Farming Systems Research and Development, Guidelines for developing countries.** Westview Press. Boulder, Colorado. 414 p.

- TÉLIZ, D. 2000. **El Aguacate y su manejo integrado**. México. Edit. Mundi-Prensa. 219 p.
- TORQUEBIAU, E. 1990. **Conceptos de agroforestería: Una introducción**. Folleto. Centro de Agroforestería Para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 92 p.
- TORRES, C. G. 1999. **Hacia una crítica de la Ecología política (¿enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre?)**. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 28 p.
- VON CARLOWITZ, P.G. 1986. **Multipurpose tree yield data-their relevance to agroforestry research and development and the current state of knowledge**. Agroforestry systems pp. 291-314
- YOUNG, A. 1988. **Agroforestry in the control of soil erosion by water**. Agroforestry Abstracts. pp. 39-48
- YOUNG, A. 1989. **Agroforestry for soil conservation**. Science and practice of agroforestry, 4. Wallingford, UK: CAB International and Nairobi: ICRAF. 276 p.

Otras referencias

- ❖ Anónimo. 2001. Situación actual de la ciruela en México. Revista Claridades Agropecuarias 206: 3-19.
- ❖ Axayácatl, J. 2010. Domesticación inicial del maíz: Evaluación experimental de algunos móviles. Presentación 8. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México. México.
- ❖ Enciclopedia de los municipios de México. 2000. Estado de Veracruz: Jalacingo.
www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/mpios/3007.htm
- ❖ Guevara, S. 2009. Antecedentes del paisaje Iberoamericano I. El intercambio de cultivos. Presentación 33. XI Máster en medio natural, cambio global y sostenibilidad socio ecológica. Universidad Internacional de Andalucía. Palos de la Frontera. Huelva. España.
- ❖ Ley de Desarrollo Rural Sustentable. 2007. Cámara de Diputados de H. Congreso de la Unión. Secretaria General. Secretaria de Servicios Parlamentarios. Centro de documentación, Información y Análisis. www.camaradediputados.gob.mx
- ❖ Maya G., R.; Gutiérrez N., L. 2007. Recursos geotérmicos para generar electricidad en México. Revista Digital Universitaria 8(12): 5.
- ❖ Presidencia de la República. Plan nacional de desarrollo 2007-2011. México. www.presidencia.gob.mx
- ❖ SIAP-SAGARPA Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2004.
www.snidrusver.gob.mx/cartografia/perennes2004/ciruela.pdf
- ❖ Silva G., J.A.; Fuentes T., F.J.; Richter H., G.; Álvarez G., A.; Sanjuán D., R. 1999. Estructura de la madera de *Persea americana* var. *Guatemalensis* Mill (Hass) 51: 53-59.
- ❖ Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. (SIACON-SIAP 2006). www.siap.sagarpa.gob.mx/

ANEXO 1: NÚMERO DE ENCUESTAS POR COMUNIDAD

Comunidad	No. de encuestas
Cuahutamingo	5
Orilla del Monte	4
Plan de Hidalgo	4
Fco. Barrientos	3
Sta. Anita	3
Cuartel Segundo	2
Cuartel Tercero	2
Total	23

ANEXO 2: HERRAMIENTAS/EQUIPOS AGRÍCOLAS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS AGROSILVÍCOLAS MAÍZ-AGUACATE-CIRUELA Y MAÍZ-CIRUELA EN JALACINGO, VERACRUZ.

Yunta.- Fuerza de tracción animal en base a un par de bueyes, unidos a través de un yugo, un timón y un arado tipo egipcio. La reja o el arado metálico se compran en las tlapalerías, el timón y el yugo es manufacturado por el yuntero usando madera de encino o de pirúl.

Azadón.- Es el instrumento agrícola más utilizado en la agricultura de producción rural en México, por la facilidad en su manejo. La parte metálica se compra en ferreterías, y el mango es fabricado por cada campesino, usando principalmente madera de encino, madroño o de pirúl.

Coa o cavador.- Herramienta prehispánica que se emplea para hacer pequeñas perforaciones en la tierra, para estacas en cercos y sobre todo se utiliza para la siembra del cultivo de maíz.

Pala.- Se utiliza en la apertura de cepas donde se plantarán los árboles frutales de aguacate y ciruela.

Aguja, gancho o pixcolli (pizcador).- Es un clavo de metal grande o un pedazo de ocote (madera de pino) seco en forma de aguja, que perfora las hojas de la mazorca durante la cosecha del maíz y de esta forma se facilita su extracción.

Hoz.- Usado para cortar los tallos o caña del maíz cuando está seca para incorporarla al suelo como materia orgánica.

Machete.- Para el chapeo o corte de hierbas y arbustos, antes del uso de la yunta, así como el corte de la caña de maíz para incorporarla al suelo como sustrato orgánico hasta su desintegración.

Petates.- Son alfombras hechas con caña seca. Su uso es para la cosecha del maíz durante el desgrane, se colocan las mazorcas sobre éstos (miden dos por

tres metros) y se golpean con un palo hasta que se van desprendiendo los granos de maíz del olote que los contiene.

Mochilas aspersoras.- Para aplicar fungicidas en los frutales de ciruela.

Tijeras podadoras.- Se emplean para podar los árboles de ciruela principalmente para llevar un control de la planta.

Garrochas cosechadoras.- Se utilizan para cosechar las ciruelas y los aguacates; son fabricadas de caña seca por los mismos productores, a las cuales le colocan en su punta, una bolsita (de 30 cm por 30 cm) de plástico hecha manualmente con un gancho de fierro, para poder enganchar las frutas y se queden en dicha bolsa sin que sufran la caída al suelo.

Rejas.- Son hechas de madera, para albergar y a la vez vender la cosecha de aguacate y ciruela. Tienen una capacidad de 20 a 25 kg de fruta.

Canastas.- Son hechas de caña seca-dura, de forma cilíndrica con un lazo de tela ajustado de tal forma se cuelgue a las espaldas del cosechador. Sirve para albergar de 20 a 25 kg de mazorcas en la cosecha del maíz.

Costales.- Son hechos de ixtle (tiras de maguey delgadas) con forma cilíndrica, para guardar y poder trasladar la cosecha de mazorcas de maíz; tienen una capacidad de 50 hasta 70 kilogramos.

ANEXO 3: CUESTIONARIO UTILIZADO EN LAS ENTREVISTAS.

GUÍA SEMIESTRUCTURADA PARA CARACTERIZACIÓN AGROSILVÍCOLA.

1. DATOS GENERALES

1.1 Nombre del productor:

1.2 Ubicación de la parcela:

1.3 Superficie de la unidad de producción:

4.4 Años de establecida la unidad:

2. PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

2.1 Componentes agrícolas.

Cultivo	Especie	Plantas/ha	Ciclo de producción

2.2 Personas involucradas en el sistema (hombres y mujeres):

2.3 Peones de tiempo completo:

2.4 Peones de tiempo temporal:

3. PRÁCTICAS CULTURALES DEL SISTEMA AGROSILVÍCOLA

3.1 Prácticas culturales (Podas).

Componente	Época	No. de veces	Jornales/ha	Costo (\$) *MN

*MN (moneda nacional).

Observaciones:

3.2 Prácticas culturales (Deshierbe).

Componente	Época	No. de veces	Método	Jornales/ha	Costo (\$) *MN

*MN (moneda nacional).

Observaciones:

3.3. Prácticas culturales (Siembra).

Componente	Fecha	Especie y variedad	Método/jornales/ costo (\$) *MN	Kg. de semilla/ha	Origen y precio (\$) *MN

*MN (moneda nacional).

Observaciones:

3.4 Prácticas culturales (Fertilización).

Componente	Tipo de fertilización	Origen y precio	Veces al año	Fecha	Cantidad/ha	Costo(\$)*MN jornales/ha

*MN (moneda nacional).

Observaciones:

3.5 Plagas, enfermedades y control.

Componente	Plaga o enfermedad	Frecuencia	Etapa de crecimiento	Producto	Dosis/ha	Jornales / ha

Observaciones:

3.6 Heladas

Componente	Fechas	Técnicas de combate	Costo de combate (\$)*MN

*MN (moneda nacional).

Observaciones:

3.7 Cosecha.

Cultivo	Periodo	Método /Instrumentos	Rendimiento/ha	Venta/caja	Autoconsumo

Observaciones:

3.8 Almacenamiento.

Especie	Total cosechado	Costo (\$)*MN	Autoconsumo (%)	Venta (%)

*MN (moneda nacional).

Observaciones:
