

01674



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

27

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

**PRIMER CICLO DE EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DEL
AGROECOSISTEMA DE TENANGO DEL VALLE, ESTADO DE MEXICO:**

APLICACIÓN DEL MARCO MESMIS EN DOS SISTEMAS DE ESTUDIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

CÉSAR ISRAEL VILLA MÉNDEZ

T U T O R E S :

**CARLOS M. ARRIAGA JORDÁN
CARLOS E. GONZÁLEZ ESQUIVEL
ADOLFO ÁLVAREZ MACÍAS**

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ABRIL 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

La presente tesis esta dedicada a los académicos Dr. Carlos M. Arriaga Jordán, Dr. Carlos E. González Esquivel y Dr. Adolfo Alvarez Macías, quienes integraron un comité tutorial siempre dispuesto a orientar y mejorar la calidad del trabajo, impulsándome en todo momento a cumplir con la meta establecida y brindándome no solo su asesoría sino también su paciencia y su confianza.

Esta tesis también esta dedicada a mi madre y hermanos, quienes me han apoyado tanto moral como económicamente para llevar a buen termino la presente y para llegar a obtener el grado de Maestro en Ciencias, dando un paso más en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

En primer termino quiero agradecer a todas y cada una de las personas que laboran en el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias por permitirme sus instalaciones y proporcionar los medios de transporte para el trabajo de campo, así como el equipo de computo necesario para el análisis y redacción de esta tesis. Así mismo agradezco también las facilidades que se me dieron para la consulta de material bibliográfico.

Agradezco también a los señores Salomón Israde, Crecencio Sebastián, Delfino Herrera, Cosme Sánchez y Jaime Avila, por su valiosa participación en el desarrollo de la presente tesis y por la amabilidad y hospitalidad que mostraron a lo largo de los once meses de trabajo de campo.

También quiero agradecer a los académicos Dr. José Luis Dávalos Flores y Dr. Carlos González Rebeles por dedicar parte de su tiempo en la revisión de la presente tesis, así mismo por aceptar formar parte del jurado en el examen de grado.

Finalmente quiero agradecer a Dios por permitirme terminar esta tesis y por darme el coraje para no darme por vencido a pesar de las dificultades que se presentaron durante el desarrollo del presente trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
3. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1. El Desarrollo sustentable	4
3.2. Objetivos y Características del desarrollo sustentable	5
3.3. La agricultura sustentable	7
3.4. Evaluación de sustentabilidad	10
3.4.1. Definición de agroecosistema	10
3.4.2. Métodos de evaluación de sustentabilidad	14
3.5. El método de evaluación de sustentabilidad MESMIS	18
3.5.1. Indicadores de sustentabilidad	21
3.5.2. Casos de estudio con el método MESMIS	23
4. MARCO CONTEXTUAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
4.1. Descripción contextual del área de estudio	27
4.1.1. Recursos naturales, económicos y sociales de la comunidad	28
4.1.2. Actividades agropecuarias	29
4.1.3. Actividades comerciales	30
4.2. Características generales de las unidades productivas de la comunidad	30
4.3. Descripción del sistema de referencia	33
4.4. Descripción del sistema alternativo	35
5. HIPÓTESIS	39
6. METODO DE TRABAJO	40
7. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN	45
7.1. Diagnóstico de situación de las unidades productivas de estudio	45
7.1.1. Sistema de referencia	45
7.1.2. Sistema alternativo	46
7.2. Descripción de las relaciones atributo, punto crítico y criterio de diagnóstico para la construcción de indicadores de los sistemas de estudio	48
7.3. Resultados del seguimiento de los indicadores de sustentabilidad por atributo-indicador	54
7.3.1. Productividad	54
7.3.1.1. Rendimientos	54
7.3.1.2. Márgenes por venta de productos hortícolas	58
7.3.1.3. Márgenes por venta de productos ganaderos	61
7.3.2. Estabilidad, resiliencia, confiabilidad y Adaptabilidad	61
7.3.2.1. Calidad de suelos de cultivo	61
7.3.2.2. Aplicación de estiércol en tierras	65
7.3.2.3. Diversidad de cultivos	66
7.3.2.4. Renta de tierras	68
7.3.2.5. Volúmenes de venta por temporada hortícola	69
7.3.2.6. Volúmenes de venta de leche	71
7.3.2.7. Estrategias de venta y canales de comercialización	72
7.3.2.8. Cambios en formas de uso de suelo	73
7.3.2.9. Influencia del comercio establecido sobre el agro	74
7.3.3. Autodependencia (autogestión)	74
7.3.3.1. Precios a intermediario y consumidor	74
7.3.3.2. Aplicación de fertilizantes	77
7.3.3.3. Aplicación de plaguicidas	79
7.3.3.4. Uso de alimentos concentrados	80
7.3.4. Equidad	81
7.3.4.1. Acceso a recursos, servicios y educación	81

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3.4.2. Uso de mano de obra familiar	83
7.3.4.3. Uso de mano de obra externa	83
7.4. Integración de los resultados en la AMIBA	85
8. DISCUSIÓN GENERAL	91
8.1. Discusión comparativa de los sistemas de referencia y alternativo	91
8.2. Discusión por atributo-indicador	92
8.3. Discusión metodológica	96
9. CONCLUSIONES	100
9.1. Conclusiones acerca del agroecosistema para el primer ciclo de evaluación	100
9.2. Conclusiones finales acerca del Marco MESMIS	100
10. BIBLIOGRAFÍA	102

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Formas de uso y tenencia de la tierra identificadas en Tenango del Valle de 1996-1997	28
Cuadro 2. Rendimientos promedio (kg/ha) durante la década de los noventa en Tenango del Valle	29
Cuadro 3. Principales hortalizas cultivadas en Tenango del Valle	33
Cuadro 4. Número total de cabezas y volúmenes de producción por unidad productiva en el año 1997	36
Cuadro 5. Composición de las dietas de los bovinos lecheros a lo largo del año 1997	37
Cuadro 6. Indicadores de sustentabilidad utilizados para la evaluación en los sistemas de estudio de Tenango del Valle.	53
Cuadro 7. Rendimientos de los cultivos producidos (kg/ha) por unidad productiva en el año 2000	54
Cuadro 8. Costo (\$/ha) de los principales cultivos durante el año 2000	59
Cuadro 9. Ingresos brutos (\$/ha) obtenidos por la venta de productos hortícolas en el año 2000	60
Cuadro 10. Márgenes por venta de productos agrícolas para el ciclo 2000	60
Cuadro 11. Márgenes (\$/año) obtenidos por la venta de productos ganaderos durante el año 2000	61
Cuadro 12. Calidad del suelo en besana (B) y parcela (P) de los sistemas de estudio durante el año 2000	62
Cuadro 13. Número y uso de hectáreas adquiridas por renta por productor en el 2000	69
Cuadro 14. Porcentajes de venta de productos agrícolas en los sistemas de estudio durante el año 2000	70
Cuadro 15. Relación entre producción y venta de leche fluida en el sistema alternativo en el 2000	71
Cuadro 16. Precios a intermediario y consumidor en los principales productos de los sistemas de estudio durante el 2000	75
Cuadro 17. Cantidades (lt o kg/ha), tipos y toxicidad de los plaguicidas usados en horticultura	79
Cuadro 18. Incrementos de los costos de producción (\$/ha) de la horticultura por el uso de agroquímicos	80
Cuadro 19. Cantidades y costos anuales de alimentos concentrados usados en la dieta de bovinos durante el año 2000	81
Cuadro 20. Total de personas (P) y jornales externos (J) por ha por cultivo en el ciclo 2000	84
Cuadro 21. Comparación y clasificación de la información de los indicadores para integrar la AMIBA	86

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la construcción de indicadores	20
Figura 2. Proceso cíclico del método MESMIS	21
Figura 3. Uso del suelo en el municipio de Tenango del Valle, durante 1986	27
Figura 4. Uso de suelo en el municipio de Tenango del Valle, durante 1989	27
Figura 5. Diagrama general de flujos de los sistemas de estudio en Tenango del Valle	32
Figura 6. Calendario para la producción de diferentes hortalizas en el año 2000	34
Figura 7. Interacción de las actividades agrícolas y ganaderas en el sistema alternativo de estudio	36
Figura 8. Volúmenes de leche producida/hato/mes durante el ciclo 2000	55
Figura 9. Volúmenes de leche producida/vaca/mes durante el ciclo 2000	57
Figura 10. Porcentaje de materia orgánica en los sistemas de estudio para el año 2000	64
Figura 11. Número de cultivos obtenidos/unidad productiva en los sistemas de estudio durante el ciclo 2000	67
Figura 12. Temporadas de venta de los principales productos hortícolas a lo largo del año	70
Figura 13. Cantidades de fertilizante usadas en Kg/ha en la unidad productiva	77
Figura 14. Diagrama de AMIBA para los sistemas de referencia y alternativo.	89
Figura 15. Papel del Forraje en el equilibrio de los sistemas agrícola y ganadero	95

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

En México, el modelo de desarrollo agropecuario ha generado deterioro en los niveles de vida de los habitantes rurales y degradación de los recursos naturales. Por lo que es necesario buscar alternativas más sustentables que minimicen los daños ambientales sin alterar negativamente la productividad. Para lograrlo se debe considerar a la sustentabilidad concentrándose en la forma operativa de los conceptos y en los métodos para medir dicha sustentabilidad. En este trabajo se utiliza el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), tomando como estudio de caso a 5 productores participantes de Tenango del Valle, México. Los resultados corresponden tanto al proceso de aplicación y análisis del método, como al primer ciclo de evaluación del agroecosistema local. En donde se caracterizó a la **horticultura** como sistema de referencia y a la asociación **horticultura-ganado lechero** como sistema alternativo. A partir de siete atributos generales, se identificaron los puntos críticos de ambos sistemas, derivándose los Criterios de Diagnóstico que determinaron los Indicadores de Sustentabilidad. Estos fueron monitoreados y analizados bajo las condiciones locales durante el año 2000 y se integraron en un diagrama de AMIBA de donde se identificaron los puntos débiles en la sustentabilidad de cada sistema. El estudio también reveló seis desventajas de operación del MESMIS, que deben dar paso a la búsqueda de propuestas de mejoramiento del proceso metodológico. Además, se identificó que ambos se basan en un alto uso de agroquímicos, presentan rendimientos altos y tienen una producción destinada más al mercado que al autoconsumo, por lo que son altamente sustentables desde el punto de vista económico pero tienen desventajas desde el punto de vista ecológico.

Palabras clave: Agroecosistemas, Ganado lechero, Horticultura, MESMIS, Sustentabilidad

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. INTRODUCCIÓN

En México, en los últimos años el modelo de desarrollo ha sido vinculado al crecimiento económico y fortalecimiento del mercado. Esto ha generado algunas consecuencias negativas, sobre todo para las poblaciones rurales, en donde cada vez con más fuerza se manifiesta una aguda crisis económica que deteriora su nivel de vida (Larrea, 1995). De igual forma se ha promovido la degradación de los recursos naturales.

El problema ha sido tradicionalmente vinculado con los sistemas agropecuarios, debido a la forma en que son utilizados los recursos dentro de dichos agroecosistemas. A pesar de que ciertamente el agroecosistema va a generar un daño debido a sus procesos dinámicos, el problema principal radica en las formas de explotación, ya que muchas veces sobrepasan la capacidad de renovación de los recursos (Carabias, 1995). Así mismo, el crecimiento económico visto sólo como la acumulación de riquezas por parte de algunos sectores trae como consecuencia una distribución inequitativa de los recursos económicos, lo que conduce a una marginación de muchos sectores de la sociedad y al crecimiento de la pobreza (Gutiérrez, 1999).

En tal virtud, en México se ha retomado la importancia de los sistemas productivos como parte del desarrollo integral (socioeconómico y ecológico) a nivel nacional. Esto debido a que por un lado son la principal fuente generadora de alimentos para la población, además generan ingresos que fortalecen a la microeconomía, manifestándose a tres niveles que son familiar, comunitario y regional; por otro lado los daños ecológicos inherentes a la producción de dichos sistemas siempre serán menores a los ocasionados por el sector industrial.

Para alcanzar estas metas se debe no solo conocer el sistema productivo, sino también se deben evaluar las estrategias, niveles e impactos de los procesos productivos sobre el ambiente y sobre la sociedad en sí, aspectos que son considerados dentro de la sustentabilidad de un agroecosistema. Por esto, las discusiones se deben centrar en la forma operativa de los conceptos y en la forma (métodos) de medir la sustentabilidad de los agroecosistemas (Larrea, 1995), sin olvidar que todos los procesos productivos del agroecosistema, son resultado de acciones humanas y que dichas acciones son a su vez producto de metas determinadas tanto por intereses personales de los productores como por las dinámicas de cooperación y competencia de las actividades sociales y económicas Conway (1990).

En este sentido surge la inquietud de realizar un trabajo que se enfoque en la cuestión operativa, es decir en hacer una evaluación de un sistema productivo, para lo cual se tomó como estudio de caso la comunidad de Tenango del Valle, teniéndose como principal objetivo el aplicar un método de evaluación, con la finalidad de observar sus alcances y limitaciones desde el punto de vista operativo.

Por tanto este trabajo se compone de dos secciones, la primera aborda los aspectos vinculados con el proceso de evaluación de la sustentabilidad, realizando un primer ciclo de evaluación del agroecosistema de Tenango del Valle. La segunda partió de la hipótesis de que el método denominado *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo*

Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), es una herramienta flexible y confiable en los estudios de evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas, por tanto dicha sección se enfocó al análisis del comportamiento del método MESMIS, en virtud de sus alcances y limitaciones operativas. El orden de las secciones responde a que fue necesario realizar un primer ciclo de evaluación para detectar las posibles debilidades de dicho método.

Para iniciar el proceso de aplicación del MESMIS se retomó su base conceptual, considerando que los principales atributos de un agroecosistema son: Productividad, Confiabilidad, Estabilidad, Resiliencia, Adaptabilidad y desde el punto de vista del método MESMIS, se consideraron también la Autodependencia y la Equidad. (Conway, 1990; Ruiz, 1995; Masera, et al. 1999). Así mismo, se consideró un agroecosistema de estudio compuesto por dos elementos productivos (agricultura y ganadería), definiéndose dos sistemas productivos contrastantes, uno denominado *Sistema de Referencia*, y otro llamado *Sistema alternativo* (Masera, et al. 1999).

Dichos sistemas son necesarios para aplicar el MESMIS, esto es debido a que resulta insuficiente realizar evaluaciones de sustentabilidad *per se* ya que los resultados obtenidos, no responderían lo favorable y desfavorable del sistema, además de que no existen sistemas totalmente sustentables o netamente no sustentables. Para evitar esta subjetividad el MESMIS propone realizar una evaluación de la sustentabilidad integrando los resultados obtenidos del sistema de referencia y alternativo en un diagrama de AMIBA, realizando una comparación entre ambos, con el fin de visualizar las debilidades y fortalezas de cada uno (Masera et al., 1999).

Finalmente en el presente trabajo se incluyen los resultados de la construcción y seguimiento de 19 indicadores en cinco casos de estudio, de los cuales dos son del sistema de referencia y tres del sistema alternativo, resaltando que aparentemente no existen grandes diferencias en cuanto a la sustentabilidad de ambos sistemas, ya que ambos son rentables y altamente productivos, pero tienen un alto uso de insumos externos y generan presiones sobre los componentes ecológicos y sociales. Además se discuten algunas limitaciones de operación del MESMIS que dificultaron su aplicación bajo las condiciones de la comunidad de estudio, proponiéndose algunas sugerencias para un segundo ciclo de evaluación.

2. OBJETIVOS

En el presente trabajo se considera que el objetivo general es el siguiente:

El aplicar y analizar el método MESMIS bajo las condiciones de dos sistemas de estudio de Tenango del Valle, obteniendo los resultados de un primer ciclo de evaluación de sustentabilidad e identificando los alcances y posibles limitaciones operativas de dicho método.

Además, se consideran cuatro objetivos específicos, los cuales son:

1.- Definir dos sistemas de estudio contrastantes, identificando en ambos sistemas los puntos críticos y definiendo los indicadores de sustentabilidad específicos para su estudio.

2.- Monitorear y analizar la información de los indicadores de sustentabilidad para los dos sistemas de estudio, realizando un primer acercamiento al grado de sustentabilidad de cada sistema.

3.- Identificar las fortalezas y debilidades de los sistemas de estudio por medio de un análisis comparativo en un diagrama de AMIBA.

4.- Sugerir posibles alternativas de solución a las limitaciones del método MESMIS, identificadas en el presente trabajo.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. El Desarrollo Sustentable

El concepto de *Desarrollo Sustentable* nace en 1987 dentro del informe “Nuestro futuro común”; sin embargo fue hasta 1992 cuando dicho concepto comenzó a tomar fuerza, formando parte de los discursos políticos de los jefes de estado, extendiéndose así por todas partes del mundo, promoviendo un esfuerzo para estudiar los fenómenos, integrando las dimensiones económicas, sociales y naturales y reconociendo que los problemas actuales son producto de varias causas que se pueden relacionar con una o varias de las tres dimensiones (González, 1995).

El Desarrollo Sustentable es un proceso complejo que de acuerdo con el reporte final de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas y otros autores, se define como la capacidad de las sociedades para aprovechar los recursos naturales, económicos y sociales para satisfacer sus propias necesidades, pero sin comprometer la disponibilidad de dichos recursos para las generaciones futuras (W.C.E.D. 1987 citado por Carabias, 1995; Gibbon et al., 1999).

Esta definición tan genérica en realidad no es capaz de explicar completamente la finalidad del desarrollo sustentable. Por tanto a partir del enfoque de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), Villa (1999) realizó un análisis donde se destacó que la finalidad de dicho proceso no debe solo limitarse a la protección del ambiente y conservación de recursos naturales (principalmente energéticos), ya que también involucra aspectos sociales como el incremento de los niveles de vida de la población, combatiendo la marginación y la pobreza.

Masera et al. (1999) también menciona que el desarrollo sustentable pretende no solo satisfacer las necesidades materiales, sino que también incluye a las necesidades espirituales (aspectos culturales) de una sociedad. De igual forma dentro del fin último del desarrollo sustentable, se pretende no solo conservar recursos sino también mejorar las condiciones tanto ambientales como sociales del entorno donde se encuentran.

En este contexto el mal manejo de los recursos no solo ha afectado a la naturaleza, ya que también ha generado una fuerte concentración de la riqueza en pocos sectores de la población, lo cual lógicamente ha favorecido que se incrementen los niveles de pobreza en la mayoría de los sectores sociales, incluso a nivel mundial. Es decir, los países ricos son cada vez más ricos y los países pobres se empobrecen aun más conforme el tiempo avanza (Larrea, 1995).

Al respecto Arias (1995), menciona que el abuso que se hace cuando solo se explotan los recursos ha ocasionado un grave deterioro en los ámbitos social, económico, tecnológico y ambiental, incluso menciona que esta visión simplista (explotar recursos) ha contribuido en gran manera a la erosión del suelo y la pérdida de recursos naturales.

Arias (1995) también dice que en realidad los recursos no se pierden en su totalidad y que siguen presentes en la tierra; sin embargo enfatiza que dichos recursos están presentes

en forma de desechos, que no pueden ser aprovechados y que se convierten en un problema ya que no se sabe como eliminarlos y/o manejarlos. Todo esto, concluye, ha conducido a la pobreza tanto de recursos naturales como del nivel de vida de la sociedad.

Ante este panorama se tiene la imperiosa necesidad de ofrecer a la totalidad de la población un mejor nivel de vida, no solo en nuestro país, sino en toda América Latina ya que es claro que las condiciones de vida se han deteriorado seriamente por las crisis recientes. El reto es que el modelo productivo sea capaz, no solo de incrementar la oferta de bienes y servicios, sino también de extender sus beneficios a toda la población, aunado a esto se debe también evitar el deterioro del ambiente, aspectos que solo pueden alcanzarse bajo un modelo de desarrollo conocido como **Desarrollo Sustentable** (Carabias, 1995).

3.2. Objetivos y Características del Desarrollo Sustentable

El concepto de Desarrollo Sustentable surge como una respuesta al proceso de globalización de la economía y de la problemática ambiental, pero debido a la gran cantidad de interpretaciones y enfoques que se le ha dado, se ha incluso considerado que indirectamente colabora para garantizar la seguridad alimentaria y la soberanía en los países latinoamericanos. Además contribuye también a la solución de algunos de los problemas de vital importancia en estos países; tales como pobreza, escasez de alimentos, deterioro ecológico, derechos humanos y erosión cultural e incluso la desintegración social (González, 1995; OCDE, 1997).

Menezes (1995) destaca que de entre todos los problemas, la pobreza es el principal reto a vencer, sobre todo en las regiones rurales de los países latinoamericanos. Según explica este autor, se debe a que el modelo de producción agrícola (base de la economía de la población rural) está siendo afectado por el modelo económico de tal forma que resta importancia a los aspectos sociales y de destrucción ambiental.

De igual modo, Carabias (1995) menciona que el desarrollo sustentable se distingue porque sitúa en un mismo nivel de prioridad la superación de la pobreza y la preservación del ambiente. Además, manifiesta que la calidad ambiental del desarrollo es parte de la propia calidad de vida. Es decir, que además de las adecuaciones ecológicas y de los procesos sociales, contempla una estrategia o modelo múltiple para la sociedad. También manifiesta que en un contexto regional el desarrollo sustentable debe seguir un camino que está marcado por cuatro directrices, que a su vez se transforman en los principales principios de este proceso. Dichas directrices son las siguientes:

- 1.- Ecológicamente armónico
- 2.- Económicamente eficiente
- 3.- Localmente autosuficiente
- 4.- Socialmente justo

Lo que se busca con estas cuatro directrices es que en cada región los sistemas de producción guarden en mayor o menor grado un equilibrio y estabilidad entre los factores económicos, ecológicos y sociales, en dependencia de las condiciones particulares que se tengan. Cabe resaltar que la tarea de integrar las dimensiones sociales, económicas y

ambientales no resulta sencilla, ya que existen aspectos antagónicos o contradictorios que no son fáciles de asumir por las diferentes sociedades. Además están involucrados aspectos culturales que son también muy difíciles de cambiar. Sin embargo para intentar solucionar este tipo de “barreras,” Carabias (1995) propone los siguientes pasos para tratar de encontrar una sustentabilidad de los sistemas de producción:

- 1.- Identificar los procesos de manejo y problemas sociales del sistema local
- 2.- Identificar los elementos ecológicos en términos de composición, estructura y función
- 3.- Identificar las interacciones productividad-ambiente y el manejo de las oportunidades de aprovechamiento
- 4.- Caracterizar los patrones de producción considerando los aspectos culturales de cada región.

Por otro lado, en los últimos años se ha comentado en infinidad de congresos y foros de discusión sobre desarrollo sustentable, principalmente enfocado al estudio de sistemas complejos (agroecosistemas), que existen dos aspectos claves en la búsqueda de la sustentabilidad, que al mismo tiempo son un mecanismo de retroalimentación tanto para los investigadores como para los actores involucrados en el sistema productivo regional. Dichos aspectos son:

a).- Asegurar la participación de la sociedad en la toma de decisiones: Esto es de vital importancia debido a que es la propia ciudadanía la encargada de realizar la parte operativa del modelo de producción; además si a fin de cuentas todas las acciones que se realicen son en beneficio de la sociedad, es necesario considerar la opinión de esta última ya que será quien sufrirá los problemas o gozará de los beneficios de las decisiones tomadas en la resolución de los problemas tanto sociales (pobreza) como ambientales (contaminación y depredación). Es necesario también aceptar que nadie conoce mejor los problemas de la relación sociedad-naturaleza que la misma sociedad que los padece (Larrea, 1995; Sevilla, 1999).

b).- Se debe pensar globalmente pero actuar localmente: Esto se refiere a una visión integral de los problemas y de los sistemas productivos es decir, el entender que los problemas ambientales no solo son aquellos que involucran a la naturaleza, sino que en estos hay influencias directas o indirectas de aspectos sociales, económicos y lógicamente ecológicos. Clayton y Radcliffe (1996) proponen “La teoría general de sistemas” para evitar que las propuestas de desarrollo o de solución de los problemas dejen fuera dichas influencias, ya que se considera que todo agroecosistema forma parte de un ecosistema mayor en donde hay interacciones entre factores sociales, económicos y ecológicos.

La frase “actuar localmente” según una revisión y análisis del concepto de Desarrollo Sustentable realizada por Villa (1999) se refiere a que resultaría imposible buscar una solución que se pueda aplicar a todas las condiciones y problemas de las diferentes sociedades del mundo, país, estado o región donde se busque cumplir con los objetivos del desarrollo sustentable. Es decir, que no se puede concebir que las organizaciones académicas, no gubernamentales (ONG's) o gubernamentales, tengan un impacto global.

Por tanto, es de vital importancia encontrar primero las alternativas de solución a problemas integrales en una región específica, a través estudios que involucren a la sociedad, evaluando los resultados obtenidos de dichos estudios, identificando las debilidades y replanteando las propuestas originales. Una vez concluido este proceso se debe de promover la integración de los estudios realizados en diferentes regiones (Mäser et al., 1999).

A partir de esto, en los sistemas productivos se comienza a retomar una serie de estrategias encaminadas a satisfacer los objetivos planteados por el desarrollo sustentable, principalmente enfocadas al sector agrícola, dando origen a lo que se conoce como **Agricultura Sustentable**.

3.3. La Agricultura Sustentable

Antes de tratar de definir el concepto de agricultura sustentable es necesario establecer de donde nace esta idea y por qué se implementa. En primer término se debe de considerar el concepto de agricultura tradicional. A este respecto, Mendoza (1996) menciona que la agricultura tradicional fue impulsada hace algunos años con la finalidad de incrementar la producción de alimentos y de elevar el nivel de vida de los agricultores, trabajando con pocos insumos externos.

Posteriormente se generó lo que se conoce como agricultura convencional, representada por la *revolución verde*, que consiste en la especialización y la mecanización de la agricultura tradicional, por lo que se requirió de la utilización de insumos externos (principalmente agroquímicos) con la finalidad de incrementar la producción. En décadas pasadas este modelo se difundió en las comunidades rurales como el único camino para salir de la crisis del sector agropecuario (Olea, 1995).

Sin embargo, en aquel momento no se consideraron los efectos negativos que se generaron, tales como la degradación del suelo y la exagerada utilización de recursos energéticos. También se descuidó el costo ecológico provocado por el desplazamiento de la agricultura por parte de la industria, lo que en nuestros días ha contribuido a generar una menor disponibilidad de las tierras y además una mayor contaminación de los suelos y mantos acuíferos usados para la agricultura (Martínez, 1996).

Estas omisiones en el largo plazo solo ocasionaron una mayor crisis del sector agrícola. Sin embargo, a partir de estos daños se comenzó a comprender que no se puede generar un desarrollo duradero de la agricultura si se descuida la conservación de los recursos naturales, principalmente suelo y agua, lo que comenzó a generar un cambio de visión para dicho sector (Martínez, 1996). Incluso actualmente la atención se ha centrado en calcular el costo económico de la explotación y depredación de la naturaleza (Correa, 2001).

Este cambio ha consistido en un rescate de la agricultura tradicional sobre todo desde el punto de vista del bajo uso de insumos externos, pero sin sacrificar rendimientos de cultivo (Altieri, 1994). A este cambio de pensamiento se le ha denominado *cultura agrícola*, el cual además incluye el uso racional de las tecnología apropiada e incluso el

apoyo de algunas sustancias inorgánicas para favorecer el incremento de la producción. Todo esto forma parte de lo que se conoce como *conciencia de la sustentabilidad*, en donde no sólo se contemplan los aspectos ambientales, ya que también se busca el incremento de los niveles de vida de la sociedad y la repartición equitativa de los beneficios generados por el sector (Pretty , 1995).

Al respecto Mendoza (1996) menciona que se debe buscar que la agricultura convencional se convierta en sustentable, a través de realizar investigaciones precisas para implementar algunas estrategias de la agricultura tradicional, principalmente aquellas que favorezcan una reducción del uso de energéticos fósiles pero sin castigar los niveles de productividad. Para lograr todo esto es necesario que la generación de nueva tecnología se planeé considerando las condiciones tanto ecológicas como sociales de las regiones donde se aplicará ya que de otra manera estas tecnologías serán rechazadas por los propios agricultores.

En todo este contexto nace la idea de **Agricultura Sustentable**, de la cual aún no se puede establecer una definición concreta. Sin embargo en la mayoría de los casos se relaciona con una oposición a la agricultura mecanizada, moderna o también llamada de altos insumos; Sin embargo, si hay consideraciones o características propias de la agricultura sustentable que buscan una integración entre las técnicas orgánicas con algunas técnicas convencionales. Esta integración permite entender más concretamente que la agricultura sustentable busca una disminución de las implicaciones negativas (daño ecológico) ocasionadas por la aplicación del modelo de la revolución verde (Pretty, 1995).

Esta situación hace que la agricultura sustentable sea considerada como sinónimo de agricultura orgánica, agricultura regenerativa y agricultura natural o biológica; lo cual no es necesariamente cierto ya que la condición principal de la agricultura sustentable es tratar de impulsar la conservación y administración "racional" de los recursos e insumos internos y externos, mientras que la agricultura orgánica y demás tipos solo pretenden evitar la degradación y contaminación del suelo, así como la conservación de los recursos naturales (Pretty, 1995; Hansen, 1996).

Además, la agricultura sustentable pretende establecer alternativas de recuperación de nutrientes de los suelos y de mejoramiento de los niveles de vida de los agricultores, a través de una serie de prácticas específicas para cada región entre las que se contemplan asociaciones de cultivos, disminución de los usos de maquinaria y agroquímicos e implementación de sistemas animales, todo esto en dependencia de la disponibilidad de los recursos naturales, humanos y económicos de cada región (Pretty, 1995).

Además, debe involucrar una integración entre ciencia y empirismo, la primera determinada por agrónomos, ecólogos e investigadores del sector agropecuario; mientras que la segunda esta representada por los campesinos quienes tienen conocimientos de la complejidad de los agroecosistemas así como de las alternativas de manejo y aprovechamiento de los recursos locales (Ferrera y Quintero, 1992). Algunas prácticas agrícolas que comúnmente se relacionan con la agricultura sustentable son las siguientes:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- **Asociación de cultivos:** Que se basan en la asociación de una planta que sea leguminosa y otra planta que sea gramínea. El sentido de esta asociación consiste en que la leguminosa es capaz de fijar nitrógeno al suelo para que la gramínea pueda disponer de este N sin necesidad de erosionar el suelo, cabe resaltar que los efectos positivos de esta asociación no son visibles en un corto plazo, además de que el nitrógeno no es el único nutriente importante en el suelo (Solomon y Flores, 1992).
- **Rotación de cultivos:** En la cual se pretende evitar el desgaste continuo del suelo y favorecer la recuperación de los nutrientes perdidos en un ciclo agrícola pueden alternarse cultivos de granos básicos con forrajes y hortalizas. Una variante de la rotación de cultivos es llamada “Ley Farming”, que involucra a la producción animal en pastoreo de praderas de ciclo corto, para después establecer cultivos agrícolas en la misma superficie, esta técnica se usa en zonas trópicas y subtropicales, donde los suelos no son muy fértiles (Shultze-Kraft, 1996¹). Como ejemplo están los estudios de Martínez y Cantú (1996) en el altiplano semiárido del estado de Nuevo León, en donde se concluyó que para lograr una sustentabilidad de los sistemas de producción predominantes en las zonas áridas, se requiere de disponer de grano y forraje en las áreas agrícolas, lo cual es posible con el manejo de escorrentías y la diversificación de cultivos, todo esto con el fin de disminuir la presión del ganado sobre los agostaderos locales, evitando así su deterioro.
- **Labranza de conservación y Cero labranza (cero tillage):** Estas estrategias consisten en realizar mínimo o ningún manejo mecanizado en la preparación de la cama de cultivo a nivel de parcelas. Lo que se pretende es evitar la pérdida de humedad y materia orgánica así como retrasar el desgaste de la capa superior del suelo. Un ejemplo de esto lo constituye un estudio comparativo realizado por Gameda y Dumanski (1995), quienes concluyeron que la labranza de conservación es más sustentable que la agricultura convencional.

Cabe resaltar que las dos primeras estrategias pueden involucrar a la producción animal, ejemplos de esto son estudios realizados por Arriaga et al. (1997) en donde se establecen praderas asociadas entre ballico y trébol blanco (leguminosa). En este caso los beneficios fueron protección de los suelos contra la erosión, un incremento de su fertilidad y un ahorro de recursos monetarios, ya que con el efecto de la leguminosa y el aprovechamiento de los desechos de los animales como fuente de abono natural ayudan a disminuir la cantidad de fertilizante comprado.

En resumen, para alcanzar una agricultura sustentable se retoma a Pretty (1995), quien menciona que un factor básico es hacer un mejor uso de los recursos disponibles aunado a una disminución en el uso de los insumos externos, estimulando la generación de insumos propios, que pueden ser usados en la producción. En este sentido, cualquier

¹Schultze-Kraft (1996) define al “ley-farming” como un sistema de uso de tierra en el cual fases de cultivos arables se alternan con fases de una vegetación que se usa para alimentación animal en donde una porción de tierra se siembra con leguminosas; lo que genera dos grandes ventajas, por un lado se produce forraje de alto valor nutritivo para la alimentación animal, mientras que por otro lado se contribuye a mantener o restituir la fertilidad del suelo con un proceso de fijación de nitrógeno.

sistema de producción agropecuaria que pretenda enmarcarse como sustentable debe tratar de alcanzar las siguientes metas.

- 1.- Incorporación de procesos naturales al interior de los procesos productivos, tales como ciclos de nutrientes, fijación de nitrógeno y depredadores de plagas.
- 2.- Reducción en el uso de recursos externos y recursos naturales no renovables.
- 3.- Acceso más equitativo a los recursos usados en la productividad y oportunidades de progreso.
- 4.- Un alto uso del potencial biológico y genético de las plantas y especies animales locales.
- 5.- Establecer un sistema de producción con énfasis en la integración de las actividades de la unidad productiva, así como en la conservación de los recursos suelo, agua, y energéticos.

El cumplimiento de las metas anteriores indicaría que una estrategia o sistema de manejo considerado como sustentable no necesariamente será compatible con un modelo capitalista. Es decir, si se pretende **conservar** la base de recursos naturales es necesario **sacrificar** en alguna medida el potencial económico de los mismos, lo cual obedece a que los principales beneficios de la sustentabilidad no solo involucran la acumulación de dinero sino que generan estabilidad y sobre todo equidad social (Challenger, 1995).

Ante este panorama surge una pregunta interesante: ¿Cómo se puede saber si una estrategia o sistema de manejo podrá cumplir con las metas de la sustentabilidad? Para tratar de contestar dicha pregunta es necesario "evaluar", de ahí surge lo que se conoce como "evaluación de la sustentabilidad" que es un proceso que se describe a continuación.

3.4. Evaluación de Sustentabilidad

En primer lugar se debe partir de que muchos de los factores mencionados por Pretty (1995) también han sido contemplados por varios autores en la determinación del concepto de **agroecosistema**. Para realizar la evaluación de sustentabilidad es necesario partir de la base teórica de dicho concepto, por lo tanto a continuación se realiza una revisión bibliográfica sobre el agroecosistema.

3.4.1. Definición de agroecosistema

Un agroecosistema es un ecosistema manipulado por el hombre en donde se involucra a la agricultura y a la ganadería, pero desde un punto de vista ecológico, reconociendo que tiene un potencial que involucra factores sociales, económicos y tecnológicos, todo con la finalidad de producir satisfactores para el ser humano que puedan ser mantenidos en el largo plazo (Conway, 1990; Ruiz, 1995; Sevilla, 1999). Para encontrar una definición del concepto se pueden considerar los componentes de la palabra agro-ecosistema, los cuales según Ruiz (1995) se definen como:

AGRO: indica campo es decir se involucra tanto a la tierra (agricultura) como al ganado (ganadería) definiéndolos como un medio de producción.

ECO: se remite a la palabra ecología, en donde se considera el estudio de los seres vivos en interacción con su medio.

SISTEMA: Este término puede dar un enfoque de sistemas, es decir referirse a un enfoque holístico; dentro del cual se visualiza como una porción de la naturaleza constituida por organismos vivientes (incluido el hombre) y sustancias inertes que actúan recíprocamente intercambiando minerales y otros componentes por medio de flujos y relaciones socioeconómicas y socioculturales.

El concepto además de ubicar una perspectiva ecológica representa también la actividad agropecuaria *per se*, por lo que el término puede estar situado en varios campos de estudio, lo que facilita que sea utilizado por ecólogos, agrónomos, veterinarios y otros; dándole enfoques biofísicos y socioeconómicos muy acordes a la visión e intereses de cada disciplina (Ruiz, 1995; Mariaca, 1995).

En virtud de lo anterior se han desarrollado dos enfoques del concepto agroecosistema. El enfoque **analítico** que se basa principalmente en una mecánica de *causa-efecto* para explicar las interacciones del interior del agroecosistema, lo que conduce a realizar un análisis de cada factor o fenómeno en forma aislada para luego explicar el total uniendo las explicaciones individuales (Ruiz, 1995). Este enfoque tiene la ventaja de estudiar detalladamente cada fenómeno que compone el agroecosistema, lo que permite realizar estudios experimentales con resultados alentadores en el mejoramiento de uno o varios de sus componentes.

Sin embargo el riesgo principal es no considerar en su totalidad las integraciones e influencias tanto externas como internas de los factores socioeconómicos (incluido el factor humano) y ambientales, que comúnmente componen un agroecosistema, además de que se puede tener una visión parcial del papel que juegan dichos factores al interior del agroecosistema, lo que al final puede llevar a enmascarar la realidad. Cuando esto sucede las consecuencias en la toma de decisiones con respecto a estrategias (introducir una nueva tecnología) para mejorar el funcionamiento interno del agroecosistema, pueden no ser las esperadas a pesar haber obtenido resultados exitosos en un estudio previo (Mariaca, 1995).

Otro enfoque es el **sistémico**, que define que cada parte o fenómeno es a su vez parte de un fenómeno más grande. Este enfoque también es sintético, y trata de explicar los fenómenos en virtud de las interacciones que tienen con el todo de tal forma que se considera que la causa no es lo único que conduce al efecto, dando por hecho que hay influencias tanto internas como externas, las cuales en combinación con la causa generan el efecto (Carbajal y Estrada, 1976; Mass y Martínez, 1990, citados por Ruiz, 1995).

La mayor ventaja de este enfoque es que contempla un panorama real de las interacciones entre los fenómenos de un agroecosistema, lo que permite entender que la problemática se vincula con gran cantidad de factores, además el impacto de los problemas puede ser también sobre varios factores. Todo esto permite analizar de una manera más metódica y hasta calculadora, las posibles estrategias de mejoramiento, incluso muchas de estas estrategias nacen de la opinión de los actores principales (familias y productores), lo que facilita su adopción (Larrea, 1995; Mariaca, 1995).

Sin embargo, la mayor limitación consiste en que para entender y estudiar cada fenómeno o subsistema del agroecosistema se necesita de un especialista de cada área

(social, económica y ecológica) que deberá integrarse en un equipo de investigación multidisciplinario que tardará cuando menos un año en entender el funcionamiento real del agroecosistema, lo que también involucra un incremento en el tiempo y los costos de operación del estudio, además de las dificultades para establecer consensos entre los integrantes del equipo (Conway, 1985).

Por otro lado, la función del agroecosistema es proveer de satisfactores a la sociedad. Sin embargo para que se logre llegar a esta meta también es necesario conservar y administrar los recursos de los agroecosistemas, es entonces cuando se requiere de “algo o alguien” que cumpla con dicha tarea que debería recaer en las autoridades locales (Mariaca, 1995; Sevilla, 1999).

Cabe resaltar que en la mayoría de los casos las autoridades locales prestan poca atención al cuidado y administración de los agroecosistemas. Entonces las familias que se benefician del agroecosistema han mantenido (desde el origen del hombre mismo) una dependencia de la relación entre los factores agroecosistema-satisfactores-familias, lo cual obliga a que sean estas últimas quienes conduzcan la administración e indirectamente la conservación de sus fuentes de recursos, las cuales siempre formarán parte del agroecosistema (Hernández, 1985).

Para llevar a cabo un análisis de agroecosistemas se debe considerar en primer lugar que la estructura de este último es totalmente variable, debido a la naturaleza dinámica de sus procesos y funciones, así como de los recursos y del espacio donde se ubiquen; *considerando también los factores culturales de las familias que los administran* (Hernández, 1985; Merino, 1991).

En segundo término se debe identificar la función del agroecosistema, así como sus interacciones (internas y externas) y entre que elementos se llevan a cabo, también se deben identificar las fuentes y flujos de energía y finalmente que productos finales se obtendrán de la interacción de sus elementos (Ruiz, 1995).

Una consideración más en el estudio de los agroecosistemas son las propiedades de que esta constituido, ya que estas tienen diferentes formas de medición y estudio. En este sentido, Conway (1985) y Ruiz (1995) coinciden en que las principales propiedades de un agroecosistema son las siguientes:

Productividad: Esta se define como la capacidad de la unidad productiva para generar uno o varios productos en un ciclo productivo, aprovechando sus recursos disponibles y procurando mantener dicha capacidad productiva el mayor tiempo posible sin necesidad de usar grandes cantidades de insumos externos o incrementar los costos.

Dentro de esta propiedad se involucra también lo que es la **producción** que se define como la cantidad de material biológico o biomasa que generan dichas especies en una o varias unidades de tiempo, ambos conceptos son considerados como la razón de existencia de un sistema agropecuario.

Conway (1994) y Masera et al. (1999) coinciden en que la productividad y producción

del agroecosistema se vinculan con la propiedad o atributo de sustentabilidad denominado **Eficiencia**. En este sentido se debe considerar que los elementos medibles que permiten determinar el grado de eficiencia de un agroecosistema son: *Rendimientos* de los productos generados en el agroecosistema, Los *ingresos* obtenidos por la venta de dichos productos y las *relaciones existentes entre la cantidad de productos y la cantidad de insumos utilizados* en su producción.

En primer término **los rendimientos** determinan la cantidad de productos obtenidos en las actividades productivas y pueden ser medidos por unidad animal o por unidad de superficie (hectárea, parcela, vaca, gallina y otros) pero deben de ser expresados en medidas de peso o volumen de producto (litros de leche, kilos de grano, huevo, carne y otros). La importancia de los rendimientos es que permite conocer el potencial productivo del agroecosistema.

Los ingresos, son obtenidos por concepto de las ventas de los productos generados dentro de la unidad productiva, éstos son principalmente determinados en unidades monetarias. Cabe resaltar que los ingresos dependen casi totalmente de los canales de comercialización y las variaciones de precio en el mercado. A pesar de esto la importancia de los ingresos radica en permitir definir la rentabilidad o no rentabilidad de las actividades productivas de un agroecosistema.

En cuanto a las relaciones **insumo-producto** del agroecosistema, es necesario conocer que se necesita y en que cantidad para generar el producto deseado, ya que se considera que si en un agroecosistema es necesario el uso de grandes cantidades de insumos (principalmente externos) para mantener la productividad en niveles deseables, es un agroecosistema ineficiente, en donde hay un alto riesgo de perder el equilibrio, aunado a que sus actividades productivas pueden no ser rentables (Masera, et al, 1999).

Estabilidad: Para definirla se considera que la productividad puede incrementarse, disminuirse o mantenerse constante durante el transcurso del tiempo. Es decir, siempre se tendrán variaciones de la productividad; entonces la estabilidad consiste en mantener a las variaciones de la productividad bajo cierto rango predeterminado, por lo que puede servir como herramienta para medir el comportamiento del agroecosistema. Para medir la estabilidad se considera el *coeficiente de productividad* (expresado en porcentaje) que nos indica las alzas o bajas de la productividad en la unidad de producción. La forma en que se puede expresar la estabilidad es en forma binomial (si y no).

Resiliencia: La sustentabilidad de un agroecosistema contempla la habilidad que este tiene para resistir a las fuerzas perturbadoras que puedan causar caídas de su productividad o variaciones en su equilibrio interno. También Masera et al. (1999), la definen como la capacidad del sistema para retornar a su estado de equilibrio después de haber sufrido una o varias perturbaciones graves (estrés o shock).

Así mismo Masera et al. (1999) destacan la importancia de la **equidad**, entendida como la capacidad del sistema para distribuir de manera justa los costos y beneficios relacionados con el manejo de los recursos y la producción. En otras palabras todos los

involucrados directa o indirectamente en el proceso productivo (steakholders) deben compartir tanto beneficios como responsabilidades, de esta forma se contribuye a la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Las propiedades del agroecosistema guardan mucha similitud con lo que Masera et al. (1999) definen como atributos de la sustentabilidad. Dichos atributos son la base teórica para realizar evaluaciones de sistemas productivos, es por esto que para el presente trabajo se hace alusión al agroecosistema, centrándose en las actividades agrícolas y ganaderas, considerando los impactos de estas actividades en los aspectos sociales y económicos de una comunidad de estudio. Ante este panorama resulta necesario realizar una semblanza de ¿cómo hacer una evaluación de sustentabilidad? Esto se describe a continuación.

3.4.2. Métodos de Evaluación de Sustentabilidad

Inicialmente se debe tomar en cuenta que el concepto de Sustentabilidad es ampliamente discutido e incluso aun no está bien definido, es decir, forma parte del lenguaje común de académicos, organizaciones no gubernamentales (ONG's), agricultores, planificadores de desarrollo y gobernantes; sin embargo cada quien le da una interpretación muy diferente por lo que pareciera solo una moda o en el mejor de los casos solo un deseo de buena voluntad (González, 1995).

Al respecto Toledo (1998) enfatiza que la sustentabilidad es más un proceso que un conjunto de metas específicas, reconociendo también que debe tener ciertos preceptos básicos como son la diversidad, autosuficiencia, un control que incluya una participación local y una cierta autonomía en la toma de decisiones.

Por otro lado, existen dos riesgos (sesgos) comunes que se presentan al definir el concepto de sustentabilidad. Uno es tratar de encontrar soluciones verticales a los problemas de agricultura y desarrollo que se pretenden resolver (Schaller, 1993). El otro es aun más grave, ya que consiste en mezclar el concepto en los conflictos de poder, usándolo como una herramienta de control entre grupos o sectores sociales, en otras palabras es pasar de un concepto políticamente neutro a un instrumento de manipulación política (Toledo, 1998).

Por todo esto, el concepto de sustentabilidad debe analizar la integración de una serie de factores sociales, económicos y ecológicos, entendiendo plenamente que existe una constante interacción directa e indirecta entre dichos factores, por lo que no es posible solucionar los problemas de una forma única. Consecuentemente, las decisiones que se deberán tomar en la búsqueda de un equilibrio entre dichos factores tomando como base el ecosistema donde se desenvuelven, estarán cambiando constantemente (CEPAL/PNUMA, 1990; Gligo, 1990; Edwards et al., 1993).

En tal virtud se debe entender a la sustentabilidad no como un concepto rígido y universal, sino como un marco flexible y adaptable a las condiciones particulares de cada región, tomando en cuenta toda la serie de interacciones complejas que son propias de cada sistema. Toledo (1998) destaca también la variabilidad de formas en que los individuos o

sociedades controlan su sistema productivo, por lo que propone la idea de una sustentabilidad de escala comunitaria.

El concepto de sustentabilidad pretende alcanzar objetivos específicos, tales como minimizar en lo posible la devastación de los recursos naturales, procurar una distribución equitativa de los beneficios e incrementar la generación de insumos aprovechables (Autogestión). De este modo las discusiones se centran en la forma operativa de los conceptos y en la forma de medir la sustentabilidad de los agroecosistemas, la cual se mide en términos físicos seleccionando los componentes claves y tomando en cuenta las diferentes entradas y salidas de los agroecosistemas estudiados (Masera, et al., 1999).

Para lograr medir la sustentabilidad del agroecosistema se tienen contempladas una serie de métodos en donde la medición se interpreta como una evaluación del papel que juegan los componentes del agroecosistema en sus procesos productivos, así como en la interacción de dicho agroecosistema con los factores externos (Ferrer, 1993).

La importancia de evaluar sustentabilidad, radica también en la necesidad de hacer propuestas de producción que integren de manera más concreta los aspectos sociales, económicos y ecológicos, con la premisa de que dichas propuestas puedan ser mejoradas continuamente (Hernández y Rodríguez, 2000). Por esto Müller (1995) y González (1998) mencionan que la primera etapa para realizar de manera concreta y práctica una evaluación de sustentabilidad, es realizar una definición de los límites y dimensiones tanto temporales como espaciales (diagnóstico contextual) de los agroecosistemas a evaluar .

Para llevar a cabo la evaluación después de haber realizado el diagnóstico contextual del objeto de estudio, también es necesario definir ¿Cómo hacerlo? En este sentido se cuenta con una serie de métodos que pueden utilizarse para tal fin; por tanto a continuación se exponen los métodos más comunes usados para la evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas.

a).- El análisis de las relaciones causa-efecto del sistema: Esto se lleva a cabo verificando por medio de matrices si el sistema de estudio tiene o no la capacidad de generar sus propios recursos, visualizando los efectos que tiene sobre los factores ambientales de la región donde se desarrolla. Con base en dicha capacidad se hace el análisis de *costo-beneficio*, tomando en cuenta que si los beneficios (superación de pobreza, generación de recursos o producción de satisfactores) son mayores que los costos (deterioro ambiental, consumo de recursos, generación de residuos y contaminación) se puede decir que el agroecosistema es sustentable (Conesa, 1997).

Este método tiene tres grandes debilidades. Primeramente el análisis causa-efecto, requiere de asignar un peso específico a las variables de estudio con el fin de incluirlas en la matriz de análisis, lo que genera en la mayoría de los casos una parcialidad vinculada con la visión del investigador, es decir, un biólogo dará mayor importancia a las variables ambientales, no así un sociólogo o un agrónomo.

En segundo lugar existe un problema aún mayor que consiste en la idea de que una causa genera un efecto, siendo que en la realidad se necesitan varias causas para producir

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

un efecto, además de que varias causas pueden también estar involucradas en la sucesión de varios efectos ya sea al mismo o a diferente tiempo (Clayton y Radcliffe, 1996).

Finalmente, la tercer desventaja involucra al análisis costo-beneficio, en el cual todo se analiza desde criterios de índole económico, menospreciando el contexto sociocultural y dejando de lado el impacto ambiental generado por la producción. En otras palabras, las variables económicas se sitúan por encima de los impactos sociales y ambientales generando confusiones. Por ejemplo, es común pensar que la gente pobre contribuye a la degradación ambiental por que **usa** y no **conserva** los recursos naturales (Barkin, 1998) .

b).- Uso de modelos matemáticos: Para Hodgson (1996) los modelos son un diseño abstracto de la representación de la realidad de manera simplificada que son construidos por medio de ecuaciones matemáticas que representan los componentes biológicos y financieros de un sistema de estudio. Al respecto Castelán (1996), menciona que la mayor ventaja de los modelos es que permiten tener en poco tiempo diferentes escenarios de los sistemas de estudio, comparables entre sí, lo que facilita la búsqueda de las estrategias más acordes con las condiciones y necesidades locales. Por esto, en los últimos años los modelos han sido utilizados para realizar evaluaciones, principalmente en sistemas agrícolas, ya que permiten entender la amplitud de las variables del sistema.

Sin embargo, la desventaja del uso de los modelos matemáticos es que muchos de estos son diseñados en forma de ecuaciones lineales, lo que genera gran dificultad para evaluar la serie de interacciones que existen entre las variables de estudio. Cabe denotar que los agroecosistemas siempre son de estructura muy compleja y diversa, además de que constantemente experimentan cambios. Además la precisión del modelo para simular los diferentes escenarios depende en gran medida de la calidad y detalle de la información con que son alimentados, por lo que se requiere de personal especializado para entenderlos y manejarlos.

c).- Índices de productividad: Es un método usado para evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas complejos, que consiste en realizar mediciones de variables cuantitativas tanto biofísicas como económicas del agroecosistema de estudio, para después agruparlas en forma conjunta, de tal manera que primero se evalúen aquellas que se relacionen con los insumos externos y después las que se relacionen con los insumos internos asignándole un valor a cada variable que afecta al agroecosistema (uso de maquinaria, fertilizantes, agua, egresos e ingresos y otros). Al final del proceso se conjuntan todos los valores para obtener un valor final que se puede ser denominado **Factor total de productividad (TFP)**, el cual indicará el grado de sustentabilidad del agroecosistema de estudio (González, 1998).

La desventaja de este tipo de evaluaciones es que siempre existen variables cualitativas a las que difícilmente se le puede poner un valor, ya que muchas veces el valor de cada variable depende de la visión del investigador, aunado a que se tiene una visión interdisciplinaria, que dificulta el establecimiento de consensos, por tanto los resultados finales pueden no expresar la situación real en que se encuentra el agroecosistema de estudio.

Además existe una desventaja mayor, ya que si bien es cierto que se obtiene un valor de sustentabilidad (casi siempre expresado en porcentaje) con este método no es posible saber que componentes del sistema afectan negativamente a la sustentabilidad del mismo y que componentes la fortalecen. Por tanto solo se conoce un valor subjetivo que no explica el papel real de los diferentes elementos en el funcionamiento del sistema evaluado.

d).- Indicadores de sustentabilidad: Los métodos donde se incluye a indicadores, generalmente parten de un diagnóstico de situación en donde se define el área de estudio y las metas a alcanzar, para posteriormente determinar los indicadores específicos a utilizar en la evaluación, éstos son medidos con detalle y analizados en cuanto a su importancia en los procesos del sistema. En términos generales los indicadores deben ser de índole económico, social y ambiental, tratando de que muestren un panorama integral de los efectos positivos y negativos ocasionados por los procesos dinámicos de los agroecosistemas.

La principal ventaja del uso de indicadores radica en que permiten realizar descripciones detalladas acerca de las funciones, las interacciones y los elementos que permiten la viabilidad de los procesos productivos del agroecosistema, permitiendo también identificar las debilidades y fortalezas del mismo. Con esto, al final es posible proponer alternativas de mejoramiento de los sistemas evaluados y determinar las estrategias de evaluación de dichas alternativas (Maserá et al., 1999; von Wiren-Lehr, 2001).

En México existe un creciente interés principalmente de ONG's en realizar evaluaciones de sustentabilidad de agroecosistemas por medio del uso de indicadores de sustentabilidad. Uno de los métodos que actualmente se está probando en la evaluación de sustentabilidad de sistemas complejos es un marco de evaluación, conocido como **MESMIS**, que toma en cuenta dos sistemas productivos contextualmente iguales, pero contrastantes en cuanto a prácticas de manejo de recursos, de los cuales se derivarán los indicadores de sustentabilidad (Maserá et al., 1999).

Dicho marco ha sido utilizado tanto en el extranjero como en México, donde se ha utilizado en la evaluación de sistemas que involucran recursos naturales y agricultura, en diferentes áreas geográficas del país. Sin embargo, aún no se tienen experiencias en sistemas que involucren horticultura y ganado lechero, tampoco se ha trabajado este método bajo las condiciones del Valle de Toluca. Lo cual es un primer aliciente para utilizar el MESMIS en el presente trabajo.

Otra razón del uso del MESMIS en este trabajo es contribuir al fortalecimiento de la validación de dicho método por medio de nuevos casos de estudio que ejemplifiquen su uso y adaptación en diferentes condiciones de manejo a nivel nacional. Lo anterior tiene la finalidad de fortalecer y enriquecer al MESMIS, para ser tomado como base metodológica, en el estudio de la sustentabilidad de agroecosistemas.

Una última razón de tomar el MESMIS como base del presente trabajo, se desprende de la serie de discrepancias que ha generado el método, en virtud de su aparente falta de precisión y subjetividad en cuanto a los resultados obtenidos y la forma de

integrarlos, considerando que el MESMIS busca ser un apoyo en la toma de decisiones. Por tanto resulta de gran interés aplicarlo y adaptarlo, con la prioridad de identificar sus limitaciones de operación y al mismo tiempo realizar un esfuerzo integral que permita tener resultados del primer ciclo de evaluación de los sistemas de estudio. En tal virtud a continuación se realiza una descripción detallada de la base teórica del marco MESMIS.

3.5. El Método de evaluación de sustentabilidad MESMIS

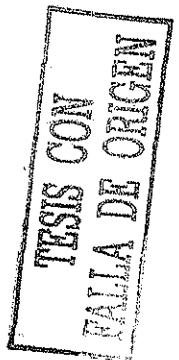
El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), se deriva del Marco para la Evaluación del Manejo Sustentable de la Tierra o Framework for Evaluation of Sustainable Land Management "FESLM" (Dumanski et al., 1998). El MESMIS es una herramienta metodológica que permite evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo, dando un énfasis especial a los productores campesinos y proponiendo un **proceso de análisis y retroalimentación**, en el cual se deben entender de manera integral las limitaciones y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo, considerando también que hay una intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico (Masera et al., 1999).

Dicho método considera que es necesario tener dos sistemas de manejo contextualmente iguales, pero contrastantes en cuanto al manejo de los recursos. Dichos sistemas son llamados **Sistema de Referencia** y **Sistema Alternativo**. En segundo término requiere de herramientas de investigación participativa y presenta una estructura flexible para adaptarse a diferentes escenarios. Así mismo debe entenderse que el MESMIS es un método que permite organizar y no agotar las discusiones tanto de la sustentabilidad como de la forma operativa del concepto (Masera et al., 1999).

El método está encaminado a ser usado en proyectos agrícolas, forestales y pecuarios que se lleven a cabo en forma colectiva (interdisciplinaria) y estén encaminados a la investigación y al desarrollo rural. El MESMIS tiene una orientación práctica que promueve la discusión y retroalimentación tanto de evaluadores como de evaluados, para evitar que se tome un enfoque meramente calificador, pero también parte de la búsqueda de una respuesta concreta a tres preguntas que son:

- 1).- ¿Que elementos componen la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de manejo a nivel local?
- 2).- ¿Como se puede llevar a cabo esta evaluación?
- 3).- ¿En que forma se integrarán y reportarán los resultados para mejorar las condiciones que así lo requieran en los sistemas de manejo analizados?

En respuesta a estas preguntas, el MESMIS incluye un enfoque interdisciplinario que busca englobar las interacciones tanto sociales como económicas y ecológicas que pudieran existir en los sistemas de manejo (sistemas de referencia y alternativo) evaluados (Masera et al., 1999). Dichos sistemas son estrictamente necesarios para aplicar el MESMIS, debido a que resulta insuficiente realizar evaluaciones de sustentabilidad *per se*, ya que los resultados obtenidos en este tipo de evaluaciones no responderían con claridad ¿Que es lo bueno o malo del sistema? Además, no existen sistemas totalmente sustentables



o no sustentables. Para evitar esta subjetividad de los resultados, el MESMIS propone realizar una evaluación en forma comparativa del sistema alternativo con respecto al sistema de referencia. (Masera et al., 1999).

Así mismo Conway (1985) identifica algunas propiedades de los agroecosistemas, que sirvieron de base para que Müller (1995) y Masera et al. (1999), definieran que una vez establecidos los sistemas de estudio y delimitada el área de trabajo se deberá considerar que existen cuatro **Atributos** generales propios de los agroecosistemas sustentables, como son: **Productividad, Estabilidad, Resiliencia y Equidad**. Además Masera et al. (1999) anexan a la **Adaptabilidad** y a la **Autodependencia** (autogestión). Todos estos atributos deberán ser contemplados dentro de las dimensiones económica, social y ecológica, las cuales son básicas en la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Dichas dimensiones comúnmente han sido abordadas del modo siguiente:

- **Económica:** Es comprendida como administración y generación de recursos monetarios, cuya prioridad es la rentabilidad del sistema, contemplando la idea de incrementar la producción y las ventas de productos pero a bajos costos, lo que puede representar una disminución del uso de insumos externos o bien un incremento en los precios de los productos.
- **Ecológica:** Es entendida como la disminución en las tasas de uso de recursos naturales, dependencia de insumos externos y generación de desechos, acompañada con un incremento de las tasas de reciclaje. Con esto lo que se busca es disminuir en lo posible el deterioro del medio donde se desarrolla el agroecosistema.
- **Social:** Es la menos delimitada y estudiada, comprende el acceso a los recursos y la distribución de los beneficios de una manera equitativa y compatible con los valores éticos y culturales, para garantizar el incremento en la calidad de vida de las sociedades involucradas con el agroecosistema. También incluye las diferentes formas de organización que se tengan en el sistema de estudio, así como lo que Toledo (1997) denomina **cosmovisión** de los productores rurales. Este concepto consiste en tratar de entender la forma en que los productores rurales conciben, utilizan y manejan su entorno ambiental, de tal forma que pueden existir diferentes formas de apropiación de la naturaleza.

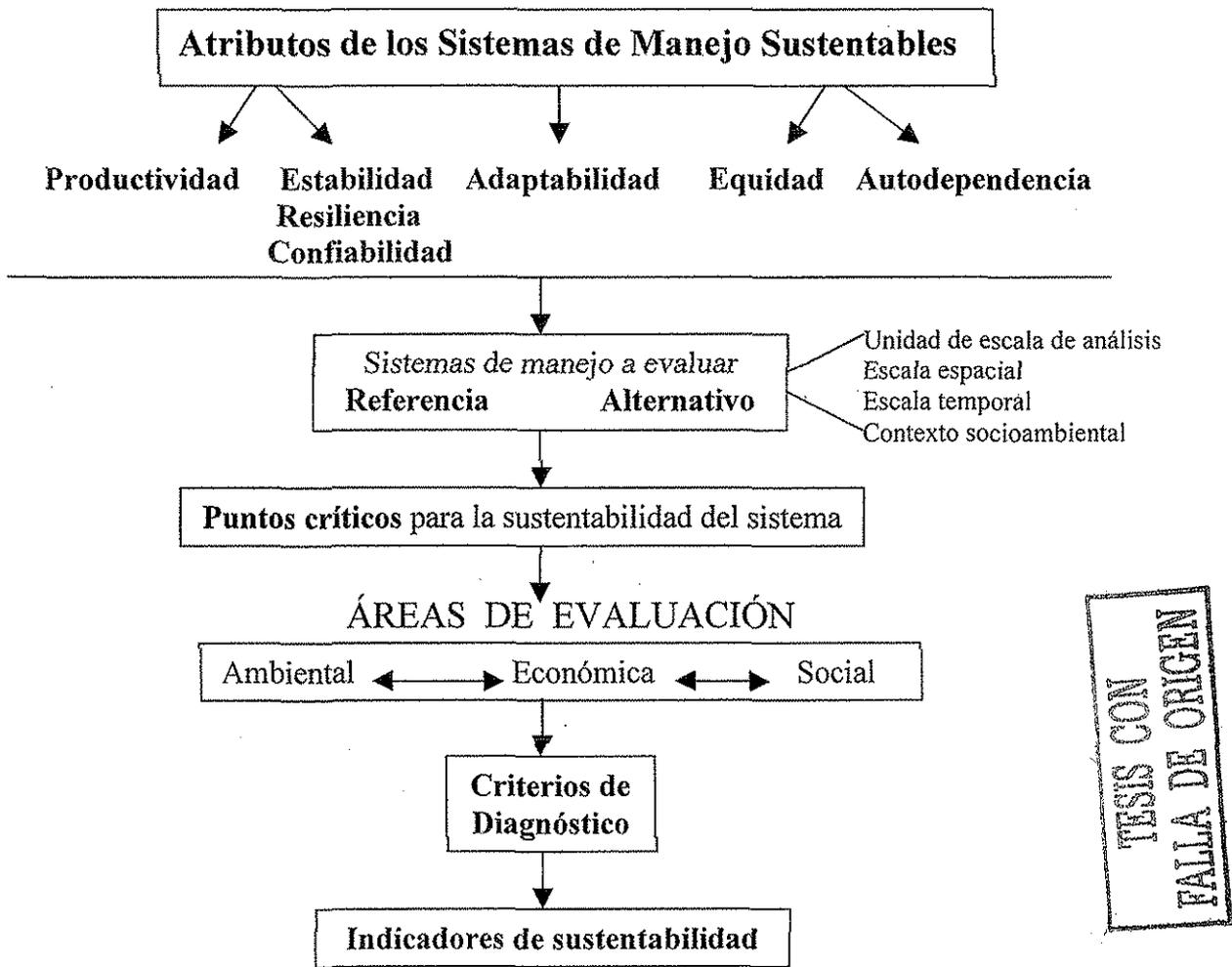
Una vez definidos los atributos se deben tomar en cuenta los **Puntos Críticos**, que son características vitales que alteran en forma positiva o negativa el funcionamiento del sistema y que pueden estar influenciados por aspectos sociales, económicos y ecológicos. En forma operativa es recomendable que la determinación de dichos puntos se realice a través de discusiones entre el equipo interdisciplinario, lo que evita sesgos disciplinarios de los investigadores. También se debe tomar en cuenta la opinión de los propios productores, ya que el enfoque de estos últimos está más vinculado con las condiciones reales del área de estudio. (Masera et al., 1999).

Posteriormente es necesario definir los **Criterios de diagnóstico** que son las formas en que se puede relacionar la **subjetividad** inicial de los atributos generales de la sustentabilidad con la **objetividad** de los puntos críticos y de los indicadores, tratando de generar un vínculo entre atributos, puntos críticos e indicadores de sustentabilidad. En otras palabras es pasar de lo **teórico** a lo **práctico**, definiendo con precisión el rumbo de las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

actividades a realizar en la investigación (Masera et al., 1999). A partir de estos criterios se determinan los **Indicadores de sustentabilidad** para cada sistema (referencia y alternativo). Para ejemplificar el proceso de construcción de indicadores, éste se muestra de forma esquemática en la Figura 1.

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES



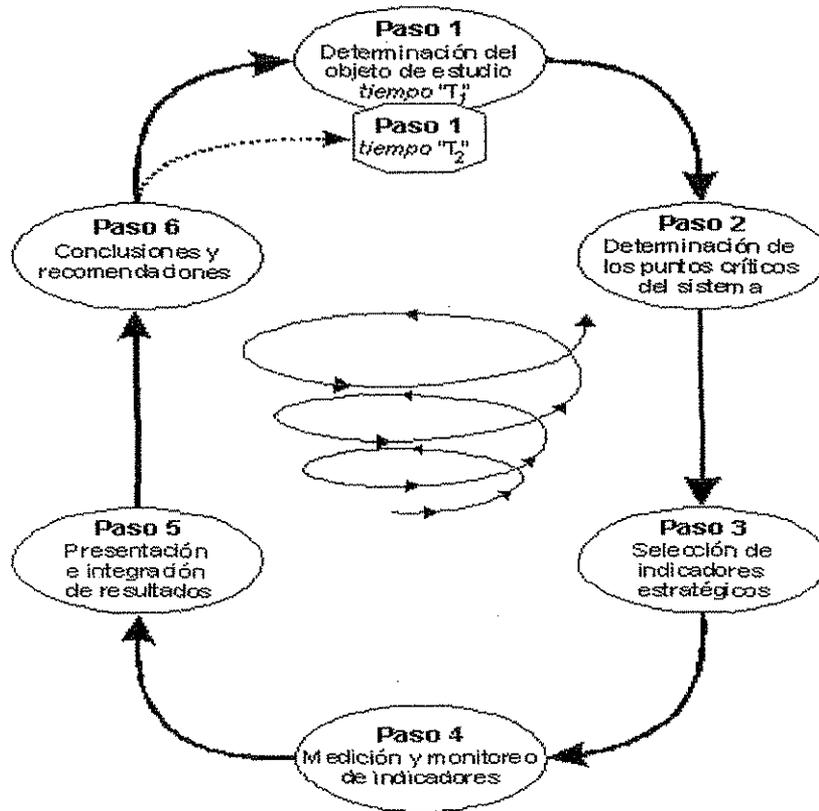
Tomado de Masera et al. (1999)

Los indicadores pueden estar compuestos por una o varias variables de estudio. De hecho los indicadores económicos y sociales están compuestos por varias variables, cuya importancia radica en la medición, ya que el seguimiento de los indicadores se realiza por medio de la medición de las variables que los componen.

Los indicadores deben ser enlistados para después depurarse y escoger los indicadores que realmente se involucren con los atributos, puntos críticos y criterios de diagnóstico, lo que evita que se tengan listas interminables de indicadores que complicarían el análisis y la evaluación (Masera et al., 1999).

Por otro lado, Masera et al. (1999) también mencionan que el método MESMIS contempla un proceso cíclico (similar al método científico), que se desarrolla durante uno a cinco años y que incluye un proceso de retroalimentación que permite que las estrategias o los grados de sustentabilidad obtenidos en cada medición (periodo de un año), puedan ser comparables a lo largo del tiempo, teniéndose más herramientas para formular un juicio al final de la evaluación. Dicho proceso cíclico se muestra en la Figura 2.

FIGURA 2. PROCESO CÍCLICO DEL MÉTODO MESMIS



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tomado de Masera et al. (1999)

Las implicaciones que se desprendieron de la aplicación de este ciclo en el área de estudio se retoman en el capítulo 8 de este trabajo.

Para complementar la revisión del método de estudio, resulta necesario hacer una descripción acerca de los indicadores de sustentabilidad, con el fin de tener una idea más clara y tratar de responder a las preguntas ¿Qué es un indicador? y ¿Como se obtiene?. Dicha descripción se presenta a continuación.

3.5.1. Indicadores de Sustentabilidad

Masera et al. (1999) definen a los indicadores de Sustentabilidad como aquellas características o parámetros (numéricos) representativos que pueden ser medibles y que

describen un proceso específico o proceso de control, por lo que sirven como base para la toma de decisiones en la integración de los sistemas al medio ambiente. Los indicadores pueden no ser únicos para un agroecosistema, pero el papel que cumplen a su interior si es específico, en tal virtud no pueden existir indicadores universales que se puedan utilizar en todos los casos de evaluación de sustentabilidad.

Zadek y MacGillivray (1997) mencionan que en una evaluación existen diferentes tipos de indicadores, que pueden ser de índole económico, ecológico o social y que permiten simplificar o cuantificar los componentes de la estructura de los fenómenos complejos, facilitando su manejo y entendimiento. Cada indicador se relaciona con uno o varios atributos generales de sustentabilidad (productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión), así como con una o más variables de los sistemas de estudio. Por lo que se dice que un indicador es **integrador** (Masera et al., 1999). Las características principales de un indicador son:

- Deben ser libres de condicionamientos personales y fáciles de medir.
- Deben ser integradores, es decir, que brinden información condensada sobre varios atributos importantes del sistema.
- Deben ser medibles y dar posibilidades para repetir las mediciones del indicador
- Su definición debe permitir la participación de los diferentes sectores sociales
- Deben ser fáciles de entender por los usuarios de la información
- Deben centrarse en aspectos prácticos y claros

Así mismo para Noss (1990), los indicadores ideales para llevar a cabo una evaluación, deben ser sensibles y flexibles a los cambios del sistema estudiado, también deben ser adaptables a diferentes fines, diferentes escalas (unidad de producción, comunidad, región, o país) y diferentes áreas geográficas. Esta situación ha favorecido que en México se generen listas interminables de indicadores sociales, económicos y ambientales (INEGI, 2000).

Sin embargo, sólo algunos de estos son aplicables a los estudios de evaluación de agroecosistemas, ya que pocos pueden ser ubicados en los contextos reales del campo y observados periódicamente (monitoreados), aspectos que permiten visualizar la serie de tendencias que determinan la sustentabilidad o no sustentabilidad del agroecosistema (Noss, 1990).

En evaluaciones de agroecosistemas que involucran a la agricultura y ganadería los indicadores pueden estar situados tanto a nivel comunitario como a nivel unidad de producción ya que el agroecosistema mantiene relaciones vitales con factores externos (migración, comercialización, etc.) propios de la comunidad de estudio y que contribuyen a la sustentabilidad del agroecosistema (Villa, 1997).

En resumen, la importancia de un indicador radica en que permite identificar los niveles de sustentabilidad de las distintas variables del sistema, como son: Uso de recursos e insumos para la producción, rendimientos y estrategias de manejo entre otros,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

permitiendo a su vez desarrollar alternativas para mejorar aquellas variables poco sustentables.

Para ilustrar de manera práctica todo lo dicho sobre el método MESMIS se realizó una revisión bibliográfica sobre los casos de estudio, tratando de observar detenidamente como se va realizando cada paso del método. Esta revisión también tiene la finalidad de retomar estas experiencias como una referencia para la realización de este trabajo.

3.5.2. Casos de estudio con el método MESMIS

El MESMIS se ha podido aplicar en casos de estudio llevados a cabo en diferentes áreas geográficas y con diferentes bases de recursos, evaluando diferentes sistemas productivos y diferentes estrategias de manejo. A continuación se describen algunos de los casos de estudio del MESMIS, donde el método es aplicado a sistemas donde la base productiva del agroecosistema se basa en actividades agrícolas o ganaderas; por lo que son de particular interés para el desarrollo del presente trabajo.

a).- Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de café orgánico en la unión de ejidos “Majomut”, en la región de los altos de Chiapas

En este caso el área de estudio se ubica en la porción central del estado de Chiapas, caracterizada por ser una zona montañosa, cuya base de la economía es la producción cafetalera de los campesinos locales (indígenas). En esta región Pérez-Grovaz (2000), utilizó el MESMIS como una herramienta para evaluar el cultivo de café orgánico en virtud de que los sistemas de producción de café locales generaban una alta degradación del medio ambiente, además de tener problemas de precio y canales de comercialización .

En este caso el **sistema tradicional** (de referencia) fue la producción de café convencional, mientras que el **sistema alternativo** fue la introducción de un sistema de producción orgánico, cuya prioridad fue incluir prácticas de conservación de suelo. La construcción de indicadores inició tomando en cuenta una modificación de los atributos establecidos por MESMIS, que consistió en el uso de la productividad, *rentabilidad, conservación del ambiente, seguridad contra riesgos y aceptabilidad, como atributos e incorporando a la organización social como criterio de equidad.*

Después se determinaron los puntos críticos, particulares para cada sistema y se definieron los indicadores más acordes a la problemática local, considerando también que fueran fáciles de medir. Los resultados se presentaron en dos secciones, una que expone los resultados por indicador y otra que integra toda la información realizando un diagrama de AMIBA. En este caso el MESMIS inició con una prioridad ecológica y en menor grado económica, sin embargo permitió identificar en la región que aspectos sociales que no habían sido considerados con anterioridad (políticos y de organización) y que juegan un papel determinante en el sistema, incluso influyen directamente en la toma de decisiones.

La conclusión final fue que el sistema de café orgánico desplazaría en el corto plazo a la de café tradicional, en virtud de su mayor sustentabilidad ambiental y sus precios altos al consumidor. Sin embargo para Moguel (1997) los factores culturales y las demandas del

mercado propias de las regiones cafetaleras de México también juegan un papel determinante en los sistemas de producción, lo que ocasiona que difícilmente puedan ser sustituidos por el sistema orgánico, ya que este último requiere de una difusión y aceptación (pagar más por quintal) por parte de los consumidores.

b).- El diseño de sistemas sustentables de Maíz en la región Purhépecha

El área de estudio se ubica en la cuenca alta del lago del Zirahuén dentro de la región purhépecha del estado de Michoacán, cuyo sistema principal es la agricultura de *año y vez* incluyendo un sistema ganadero con base en la tenencia y engorda de bovinos. En este caso Astier et al. (2000) concentraron su interés en la búsqueda de alternativas que fortalecieran las prácticas de manejo de los recursos en el sistema tradicional de *año y vez*, por medio del rescate de algunos cultivos prehispánicos como frijol y amaranto; así como la introducción de forrajes mejorados como avena y vicias, sin dejar de lado el aprovechamiento de los agostaderos naturales. Todo esto para diversificar la agricultura local y mejorar la calidad del suelo.

Para el estudio se definió como **sistema de referencia** a la agricultura *año y vez* y como **sistema alternativo** a un sistema propuesto de diversidad de cultivos cuyo fin principal era el mercado, por lo que la primera modificación del método *es denominar a dicho sistema como sistema comercial*. La identificación de los puntos críticos e indicadores partió de reuniones con productores, observaciones en campo y discusiones entre el equipo de evaluación. Los resultados son presentados primeramente por cada indicador, para después integrarlos en un diagrama de AMIBA, en donde la mayoría de los valores óptimos fueron tomados de las experiencias locales.

En las conclusiones del caso de estudio es interesante resaltar dos cosas, en primer lugar el trabajo tocó pocos aspectos del sistema ganadero, solo lo menciona como parte de las estrategias de manejo de los productores incluso da un mayor peso a su uso como fuerza de trabajo. En segundo, concluye que el MESMIS sirvió para identificar los puntos cruciales del sistema de estudio, los cuales son prioridad en la determinación de sistemas alternativos de manejo de recursos. Así mismo los autores aceptan que el sistema de manejo actual (*año y vez*) es cada vez más insostenible por lo que han propuesto cambiarlo por un sistema más basado en la diversidad de cultivos.

c).- Evaluación de la sustentabilidad de sistemas maíz-mucuna en el sureste de México

En este caso el área de estudio fue más extensa que en los anteriores. Este fue un proyecto colectivo de trabajo entre instituciones académicas y ONG's que seleccionaron ocho comunidades de estudio, ubicadas en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Yucatán. Para este trabajo Guevara et al. (2000) utilizaron el método MESMIS para evaluar el efecto que tenía el uso de abonos verdes y cultivos de cobertura (AVCC) en el sistema agrícola de las regiones de estudio; destacando que el objetivo principal era comprobar que el uso de AVCC es una estrategia apropiada para hacer más sustentables los sistemas campesinos locales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el trabajo, la definición de los sistemas de estudio se redujo al uso o no uso de AVCC, por tanto el **sistema de referencia** fue aquel que no usaba AVCC, mientras que el **sistema alternativo** fue aquel que si lo usaba, de hecho en el propio trabajo se define que *en realidad se evaluó una estrategia de manejo (uso de AVCC) y no un sistema*, este cambio fomento que se hiciera un cambio con respecto a los atributos generales, el cual consistió *en incluir a la Adopción (entendida como el nivel de uso y aceptación de una estrategia por parte de los productores) y no considerar a la equidad dentro del trabajo*; los atributos restantes si fueron considerados.

En este caso, la mayor desventaja que se tuvo fue *el abarcar una región de estudio tan amplia con marcadas variaciones contextuales en las comunidades de estudio*, esto al final dificultó y limitó el seguimiento de los indicadores, incluso para algunos de los mismos se tuvo que retomar información existente en la literatura, lo que no permitió realizar una adecuada integración de resultados.

Por tanto la presentación de los resultados se llevó a cabo solo con base a la descripción del comportamiento de los indicadores, principalmente aquellos que denotaban el comportamiento ecológico y hasta cierto punto económico de los AVCC en el sistema local. Sin embargo no se tuvo mucha claridad en virtud de los factores y repercusiones sociales en las comunidades de estudio. En conclusión los autores aceptan que la estrategia de estudio maíz-mucuna no resultó ser tan sustentable como pensaron en un principio

d).- Evaluación del sistema “VACA-CRÍA” en el sur de Sinaloa

En este estudio Perales et al. (2000) usaron el MESMIS con el fin de mejorar el manejo de los recursos suelo y vegetación, por medio de una adopción de tecnología compatible con principios ecológicos (principalmente conservación) y sociales, también se pretendió que el sistema introducido en las comunidades de estudio tuviera una viabilidad económica, todo esto con el fin de resolver la problemática que afecta al sistema agrosilvopastoril local.

El estudio se concentró en la zona sur de Sinaloa, en donde los principales sistemas de producción se basan en la producción agrícola, pecuaria y forestal, cuya base local es el sistema agrosilvopastoril. En este sentido *se definió que el sistema de referencia, fue el sistema agrosilvopastoril local y para el sistema alternativo se seleccionó el mismo sistema, pero con algunas innovaciones realizadas por el equipo de investigación, como son: Labranza de conservación, fertilización nitrofosfórica, ensilaje y uso de nuevas variedades de semillas.*

En este caso se concluyó que el sistema tradicional o de referencia es totalmente insostenible desde el punto de vista ecológico por la gran cantidad de insumos externos que requiere mientras que el sistema alternativo muestra notables ventajas, sin embargo en este caso se propuso un nuevo ciclo de evaluación debido a nuevas situaciones de estudio que no fueron consideradas en principio, tales como los altos costos ambientales y económicos generados por la introducción de su sistema alternativo, la poca disponibilidad de semillas de leguminosas, las infestaciones de plagas, la necesidad de profundizar en el análisis de los

suelos y problemas de adopción del sistema alternativo, ya que no era conocido por los productores locales.

La relevancia de estos casos de estudio en virtud del presente trabajo radica no sólo en el hecho de que incluyen aspectos agrícolas y ganaderos en diferentes regiones del país, sino también en que las condiciones regionales de cada caso motivaron una serie de ajustes y cambios para adaptar el método. Estas variaciones se centran principalmente en los atributos básicos y en la logística del trabajo de campo.

A pesar de los ajustes realizados en cada caso al MESMIS, sólo el caso de abonos verdes contempla un análisis de las debilidades de aplicación del método, mientras que los otros se centran en los sistemas analizados, dando por hecho que el método tiene pocas limitaciones que ninguno menciona. Sin embargo, Masera y López-Ridaura (2000) reconocen que el método aun requiere de ser probado, estudiado y perfeccionado por medio de más casos de estudio realizados en diferentes sistemas y condiciones a las que a la fecha se han analizado.

En este sentido se hace hincapié en el interés de realizar el presente estudio, en donde la aplicación del método MESMIS en un sistema tan complejo y dinámico como el sistema horticultura-Ganado Lechero de Tenango del Valle pretende contribuir a la validación y perfeccionamiento del método por medio de la identificación de sus posibles puntos débiles y de sus alcances como herramienta de evaluación. Para tal fin este trabajo inició con la realización de una serie de ajustes o cambios (adaptaciones) realizadas al MESMIS, las cuales se describen en el capítulo 6.

4. MARCO CONTEXTUAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

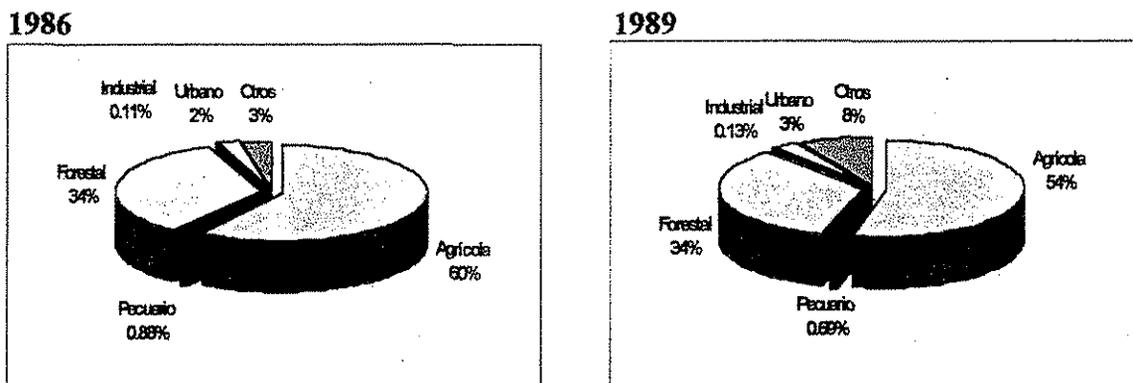
En virtud de la secuencia del método de evaluación que se utilizó para este trabajo (MESMIS) y de la escala espacial del trabajo fue necesario realizar un **Diagnóstico de situación** de la comunidad. En este sentido se expone a continuación el marco contextual de la comunidad de estudio (Tenango del Valle), para lo cual se retomó parte de la información recopilada por Villa (1997), en un estudio realizado en la comunidad durante los años 1996-1997.

4.1. Descripción contextual del área de estudio

Tenango del Valle es un municipio situado al sur de la ciudad de Toluca, dentro del Distrito de Desarrollo Rural I. Esta constituido por 20,888 ha, distribuidas en 23 comunidades. La cabecera municipal es Tenango de Arista, la cual es más conocida como Tenango del Valle. Esta comunidad se ha desarrollado como zona urbana, contando con un total de 2, 623 viviendas (Gobierno del Estado de México, 1993; Orozco *et al.*, 1999). El clima de la región se clasifica como Cb (W2)(W) es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de 12-18° C, así como una precipitación pluvial anual no mayor a 1000 mm. La textura del suelo se clasifica como Migajón-arenosa, en época de secas tiene alta capacidad para la retención de humedad y la suficiente permeabilidad para evitar la formación de fango en época de lluvias (Dominguez, 1993).

En las últimas décadas, el desarrollo urbano del municipio ha sido acelerado. La población total pasó de 29, 901 en 1970 a 45, 592 en 1990, de los cuales en zona rural existen 10, 077 habitantes y en zona urbana 35,875. Por otra parte, el número de unidades de producción rural ha disminuido notablemente, pasando de 4,074 en 1970 a sólo 3,220 en 1991 (Gobierno del Estado de México, 1993). El uso del suelo a nivel municipal se muestra en las Figuras 3 y 4. Cabe resaltar que no se encontraron datos con respecto al uso del suelo para el año 2000, por lo que se muestran los datos presentados por el Gobierno del Estado de México (1993) en los años 1986 y 1989.

FIGURAS 3 y 4. USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE TENANGO DEL VALLE



Elaborados con datos reportados por el Gobierno del Estado de México (1993)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los cuadros anteriores se resalta que la agricultura que ocupa 11, 275.2 ha de las cuales 8 429 ha son de maíz (incluido el elote), 1 777.6 ha de hortalizas y 126.5 ha de forrajes, observándose una superioridad con respecto la ganadería, que ocupa 144.7 ha (Gobierno del Estado de México, 1993).

Así mismo, para finales de los noventa en el estudio realizado por Villa (1997), se determinó que en una muestra de 30 productores locales las formas de uso y tenencia de la tierra, para los años 1996-1997, las cuales se muestran en el Cuadro 1. Para el año del presente estudio (2000) el manejo de las tierras comunales, se llevó a cabo como si fueran propiedad privada. Es decir, que después de pagar una cuota anual que haciende a \$30, el productor que tenga el registro de "Comunero" puede disponer de dichas superficies de tierra.

CUADRO 1. FORMAS DE USO Y TENENCIA DE LA TIERRA IDENTIFICADAS EN TENANGO DEL VALLE EN 1996-1997

Tenencia de tierra	% de tenencia de la tierra	Uso de la superficie de terreno
Privada	77%	Actividades agrícolas y vivienda
Comunal	7%	Actividades agrícolas
Rentada	13%	Actividades agrícolas

Fuente: Tomado de Villa (1997)

Con respecto a la cabecera municipal (área central de este estudio), esta se sitúa dentro de los límites del Valle de Toluca, encontrándose a unos 25 km al sur de la ciudad de Toluca. Se localiza entre los paralelos 18° 59' 07" y 19° 08' 29" latitud norte y los meridianos 99° 31' 37" y 19° 45' 00" longitud oeste, del meridiano de Greenwich (Lechuga, 1999). A una altura de 2,300 msnm, en la planicie y zona urbana y 3,000 msnm, en la cima de los cerros (Gobierno del Estado de México, 1993).

Al respecto Villa (1997) también encontró que en la comunidad la base de recursos naturales y las principales actividades agropecuarias, económicas y sociales son las siguientes:

4.1.1. Recursos naturales, económicos y sociales de la comunidad

Desde el punto de vista ecológico y productivo, Tenango del Valle está compuesto por cuatro zonas, distribuidas tanto alrededor de la cabecera municipal como en las áreas circunvecinas; dichas áreas son:

- **Zona boscosa:** Es una zona relativamente pequeña, situada en las porciones más altas de los cerros que rodean a la cabecera municipal. El aprovechamiento de esta zona es solamente a través de la venta de "tierra para macetas", que se vende en zonas urbanas, principalmente en la ciudad de Toluca, cabe denotar que en ocasiones hay un aprovechamiento de leña que aun no ha sido cuantificado.
- **Zonas pastoriles:** Están localizadas en las porciones altas de los cerros, fuera de los bosques, estas zonas se utilizan principalmente para la explotación ovina.
- **Zona agrícola de la loma:** Esta se localiza en las pendientes de los cerros, en donde predomina la producción de maíz; sin embargo en estas porciones es necesaria la fuerza de animales para laborar las tierras, ya que no es posible utilizar tractores, por esto es

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

común que en estas tierras se cultiven con maíz (*Zea-maiz*) variedad cacahuazintle que es destinado para la producción de elotes.

- **Zona agrícola de planicie:** Es una zona que se encuentra en los alrededores de la cabecera municipal y en todas las superficies planas, el tipo de cultivos es muy variado y puede ir desde maíz hasta hortalizas, por lo que es la zona de producción agrícola más intensiva.

Además desde el urbano, la comunidad cuenta con dos zonas principales, que son:

- **Zona arqueológica:** Está localizada en la porción alta del cerro, no tiene importancia productiva, pero si turística; se consideran vestigios de la cultura matlazinca, además de ser una fuente de ingreso económico para el municipio.
- **Zona urbana:** Comprende toda la cabecera municipal, es importante debido a que aquí se desarrolla todo el comercio del municipio, además es la zona en donde se presenta la mayor producción lechera, ya que la mayoría de las unidades de producción se localizan en esta zona.

Cabe resaltar que para la realización del presente estudio solo se trabajó en dos zonas. La producción hortícola se lleva a cabo en la zona agrícola de planicie, mientras que la producción de leche se lleva a cabo en la zona urbana.

4.1.2. Actividades agropecuarias

En la comunidad se practica una agricultura intensiva, basada en la producción hortícola. Entre las hortalizas más comunes que se producen están: chícharo, zanahoria, papa y lechuga; además de otros cultivos tales como betabel, acelga, haba, rábano, coliflor, calabaza, cilantro y algunos forrajes como avena y alfalfa. También se genera una fuerte producción de maíz, sin embargo este cultivo tiene la particularidad de que no es utilizado exclusivamente para la producción de grano, ya que se contempla una producción de elotes, usando semilla de la variedad *Cacahuazintle*.

Por otro lado para destacar la importancia de la horticultura, en el Cuadro 2, se muestran los rendimientos anuales desde 1989 hasta 1998 reportados por Gámez et al. (2000) para los principales cultivos de Tenango del Valle.

CUADRO 2. RENDIMIENTOS PROMEDIO (Kg/Ha) DE LOS CULTIVOS DE TENANGO DEL VALLE DURANTE LA DECADA DE LOS NOVENTA

Año	Lechuga	Chícharo verde	Elote	Maíz (grano)	Avena
1989	24 714	3 500	10 238	2 200	15 000
1990	18 000	3 500	9 668	2 200	15 000
1991	25 000	3 580	11 444	3 300	13 349
1992	15 448	3 580	9 125	3 300	13 349
1993	9 000	3 500	10 987	3 590	15 000
1994	28 000	3 500	11 194	3 590	15 000
1995	25 000	3 500	6 457	3 590	15 000
1996	15 000	3 500	8 000	3 590	15 000
1997	18 000	3 500	10 906	4 600	7 907
1998	15 000	3 610	8 056	-	-

*Rendimiento reportado a nivel estado de México.

Fuente: Elaborado con datos tomados de Gámez et al. (2000)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se observa en el cuadro los rendimientos de chícharo, maíz y avena han seguido un patrón constante durante la década de los noventa, mientras que la lechuga y elote han tenido mayor variación de un año a otro. Sin embargo estos cinco cultivos aunados a otros como zanahoria, cilantro, betabel, calabaza, rábano, coliflor, espárrago y alfalfa han convertido a Tenango del Valle en una de las zonas más importantes del sur del Valle de Toluca en cuanto a producción de hortalizas y forrajes, incluso el INEGI (1994) reporta que la principal función de la producción agrícola de Tenango es satisfacer el mercado local y nacional.

Por otro lado, la ganadería (principalmente la ganadería lechera de tipo familiar), juega un papel muy importante, ya que de las 2 358 cabezas reportadas por el INEGI (1994), el 73.4% son vientres dedicados a la producción de leche y de doble propósito, obteniendo un promedio de producción de leche de 5 449 litros diarios. Esta situación permite a los productores obtener altos ingresos (en efectivo) diariamente que destinan para satisfacer los gastos del día. Así mismo en la comunidad también existen varios corrales de ganado de engorda, que junto con las otras actividades agropecuarias contribuyen a la generación de ingresos para las familias locales y para la comunidad en su conjunto.

A partir del panorama anterior surge por un lado el interés de considerar el potencial productivo y económico de la horticultura de Tenango como un sistema de estudio en cuanto a papel que juega en la sustentabilidad. Además resulta necesario realizar un estudio similar sobre el papel que tiene la ganadería en dicha sustentabilidad. Por tanto en el presente trabajo se definen a ambas actividades como el objeto de estudio sobre el cual se aplicó el método de evaluación MESMIS.

4.1.3. Actividades comerciales

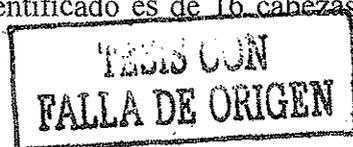
En primer término Villa, (1997) menciona que el mercado de productos agropecuarios se caracteriza por ser tanto a intermediarios (agricultura) como directo a consumidor (ganadería), siendo la Central de Abastos del D.F. la principal salida para los productos agrícolas (horticultura) mientras que el mercado local y de los municipios cercanos es la principal vía para la venta de leche.

Por otro lado, el desarrollo del comercio establecido genera un fuerte ingreso de efectivo, debido a que la ubicación geográfica de Tenango del Valle, lo convierte en un lugar de paso obligado en el camino a sitios más turísticos como Ixtapan de la Sal, Tenancingo y Malinalco. Es común que los viajeros obtengan muchos productos (no agropecuarios y agropecuarios) vendidos en Tenango del Valle.

En los últimos años esta actividad comercial ha crecido en mayor proporción que las actividades agropecuarias, ya que algunas de las familias que cuentan con hatos lecheros o que se dedican a la horticultura, también cuentan con algún negocio propio, además de que en la comunidad existen varios locales comerciales como tiendas de abarrotes, tiendas de alimentos balanceados de tipo comercial, tiendas de agroquímicos, farmacias, videoclubes, boutiques y otros.

4.2. Características generales de las Unidades Productivas de la comunidad

En un estudio realizado por Villa (1997) con 30 unidades de producción se encontró que cada unidad tiene una superficie promedio de terreno de aproximadamente 6 ha, distribuidas en aproximadamente 3.5 parcelas propias u obtenidas por arrendamiento, localizadas en su mayoría de 2 km del domicilio familiar. El tamaño del hato lechero es muy variable, sin embargo el promedio general identificado es de 16 cabezas de ganado.



Dichos hatos son medianamente tecnificados, ya que cuentan con ordeño mecánico e inseminación artificial. Además se localizan tanto en el interior de la zona urbana como fuera de ella.

La producción de hortalizas y leche en las unidades de producción, presumiblemente responde a las necesidades de mercado, por lo que esta influenciada por las variaciones de precios, relaciones oferta-demanda y en el caso de la leche hay una influencia negativa de los periodos vacacionales escolares, ya que en dichos periodos disminuye la venta de leche. Aunado a esto el comercio establecido también tiene un impacto aun no cuantificado sobre las actividades agropecuarias.

Para tener una idea más clara del contexto general de la comunidad de estudio, en la Figura 5 se muestra el diagrama general de flujos para las unidades productivas de Tenango del Valle, resaltando que **la familia** es el eje sobre el que se sustenta todo el sistema.

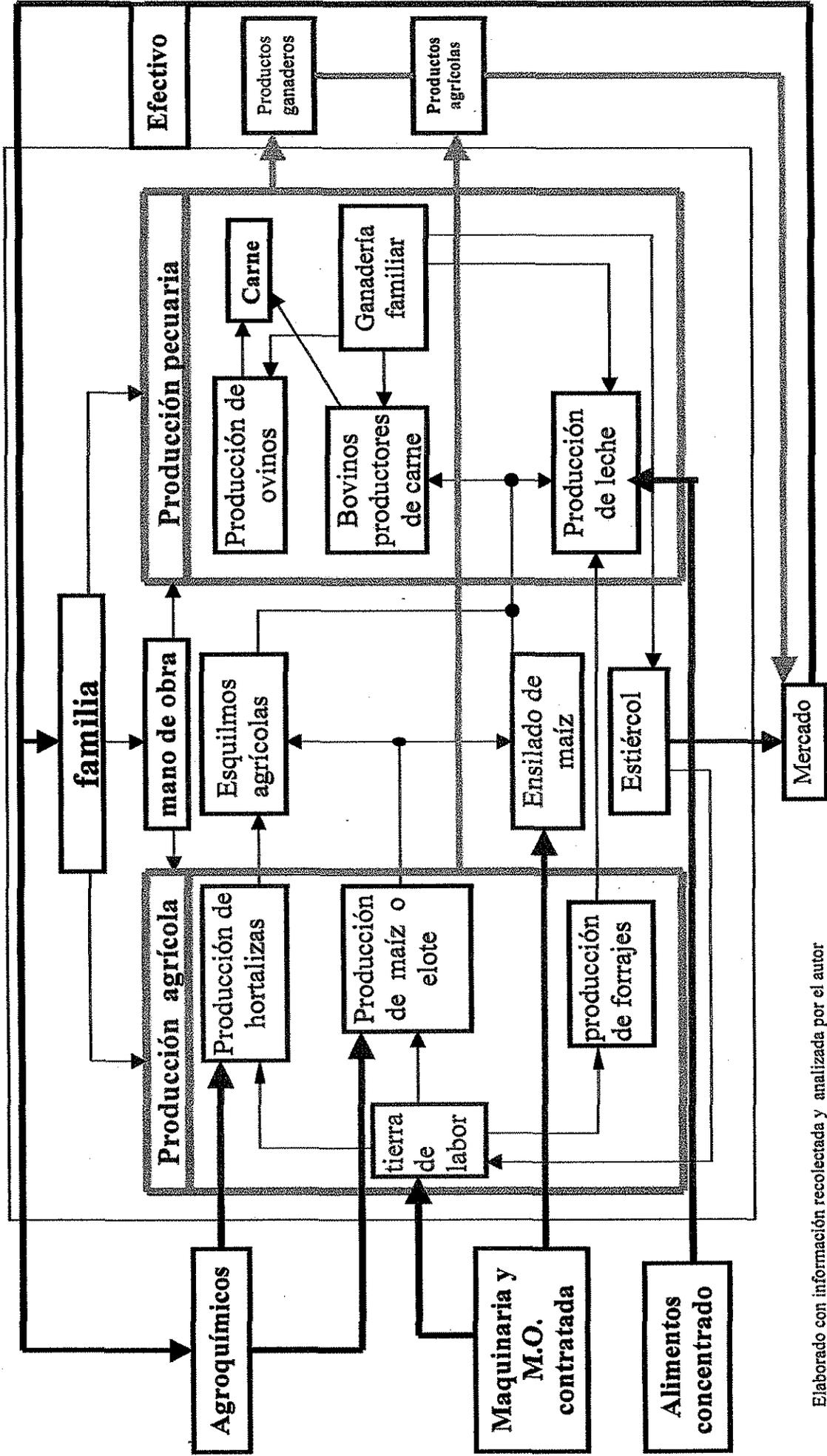
En el diagrama se observa que hay dos principales sistemas. El primero es un sistema agrícola, representado por la producción de hortalizas y forrajes, considerando que la producción de maíz es en un 80% para elotes por lo que se convierte en un cultivo mixto, de donde se obtiene forraje para elaborar ensilado de maíz y producto (elotes) para su venta en el mercado.

El segundo es un sistema Pecuario, que se caracteriza por enfocarse a la ganadería bovina, particularmente de producción de leche y en menor grado a la crianza de ovinos. Como se aprecia en la Figura 5, ambos sistemas están vinculados al mercado de productos y al uso de insumos, pero girando en beneficio o perjuicio de las familias campesinas locales.

Por todo lo anterior, para fines de aplicación del método MESMIS, se aprovechó el diagrama de flujos para diferenciar dos sistemas productivos contextualmente iguales pero contrastantes desde el punto de vista de manejo de recursos, conocidos como sistema de referencia y alternativo, cuya descripción se presenta en los puntos 4.3 y 4.4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 5. DIAGRAMA GENERAL DE FLUJOS DE LOS SISTEMAS DE ESTUDIO EN TENANGO DEL VALLE



Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.3. Descripción del sistema de referencia (horticultura)

El sistema de referencia está representado por la **agricultura**, la cual se ha practicado desde épocas prehispánicas, pero que de 60 años a la fecha se basa principalmente en la producción de hortalizas, caracterizándose por estar más enfocada a la demanda del mercado que al autoconsumo. Entre otras cosas se piensa que la horticultura utiliza altas cantidades de insumos externos, principalmente de agroquímicos que incrementan los costos de producción.

Existe también un sistema de riego que proviene de los canales de aguas negras de la comunidad, el cual sólo se utiliza para el cultivo de la lechuga sembrada en los meses de enero y febrero con la finalidad de favorecer la germinación de las semillas. Cabe resaltar que el riego se suspende una vez que se observan las plántulas en la parcela.

El sistema de referencia se caracteriza por una alta diversidad de hortalizas y por la producción de maíz para elotes, clasificándose como un sistema de **Policultivos**. De este modo la producción de hortalizas se considera como un factor primario en el *modus-vivendi* de algunas familias de Tenango del Valle, ya que de esta actividad se obtienen altos ingresos económicos en diferentes épocas del año.

A partir de las observaciones realizadas por Villa et al. (1998) se muestra en el Cuadro 3, la diversidad de la producción hortícola de la región, así como los periodos en que los productores pueden contar con recursos económicos producto de la venta de sus cosechas.

CUADRO 3. PRINCIPALES HORTALIZAS CULTIVADAS EN TENANGO DEL VALLE

Tipo de cultivo	Clasificación	Epoca de cosecha
Chícharo (<i>Pisum sativum</i>)	Leguminosa	Abril, Mayo y Junio
Haba (<i>Vicia faba</i>)	Leguminosa	Julio y Agosto
Lechuga de temporal (<i>Lactuca sativa</i>)	Hortaliza	Septiembre, Octubre y Noviembre
Lechuga de riego (<i>Lactuca sativa</i>)	Hortaliza	Mayo, Junio y Julio
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Tubérculo	Septiembre y Octubre
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	Tubérculo	Septiembre, Octubre y Noviembre

Fuente: Tomado de Villa et al. (1998)

A partir de lo anterior, se desprende que los productores pueden obtener dos o más cultivos en un mismo año, incluso dichos cultivos se pueden sembrar en una misma superficie de terreno por medio de asociaciones, disponiendo también de otras superficies (propias o rentadas) para producir más hortalizas o forrajes.

El maíz juega también un papel protagónico en la región, incluso se destina la mitad o tres cuartas partes del cultivo para la producción de elote, utilizando semilla de maíz (*Zea maíz*), variedad Cacahuazintle, ya que este tiene mayor aceptación por parte de los consumidores y se vende a mejores precios, mientras que el resto es usado para producción de grano que en la mayoría de los casos es aprovechado como semilla para el siguiente ciclo. A continuación se muestra la Figura 6, en donde se observan los calendarios de actividades para los cultivos de hortaliza más comunes de dicho sistema.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 6. CALENDARIO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIFERENTES HORTALIZAS EN EL AÑO 2000

ACTIVIDAD	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arado y rastra	R				T							
Siembra lechuga												
Riego												
Deshijado												
Deshierbe manual												
Cosecha												
ACTIVIDAD	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arado	E											
Rastra												
Siembra, arado y fertilización												
Escarda												
Corriente y fertilizante												
Fumigación												
Cosecha de elote												
Ensilado de zacate												
Cosecha grano												
Recolección de rastrojo												
ACTIVIDAD	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Arado	CH											
Rastra												
Siembra												
Fumigación												
Cosecha												

R. Lechuga de riego, T. Lechuga de temporal, E. Elote y CH. Chicharo
 Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

A partir del cuadro se observa que los cultivos (excepto la lechuga) tienen ciclos que inician en el mes de diciembre del año anterior al nuevo ciclo (preparación de la cama de siembra) y que los tiempos en que se desarrollan las diferentes actividades duran de dos a tres meses, lo cual es debido a que hay parcelas que se trabajan antes que otras, en dependencia de su distancia y accesibilidad con respecto a la unidad productiva. Así mismo también depende de los intereses y posibilidades de cada productor.

La importancia de los calendarios radica en dos factores. El primero es que permite tener más de un cultivo en la misma superficie, por ejemplo los casos de la lechuga de riego y el chicharo que tienen ciclos cortos muy similares, generan que la tierra se desocupe para el segundo semestre del año, esto es aprovechado por los productores para sembrar otros cultivos de ciclo corto, ya sea lechuga de riego u otros como: zanahoria, papa, espárrago, coliflor o cilantro.

El segundo es la posibilidad de asociar cultivos, por ejemplo en el cultivo del elote, cuyo ciclo es más largo, pero como se observa en el cuadro se siembra a partir de la tercera semana del mes de febrero, se puede sembrar en la misma superficie donde ya se tiene sembrado desde el mes de enero chicharo o lechuga, con lo cual solo se debe tener un poco

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

de cuidado al momento de cosechar el chícharo dejando que el elote cumpla su ciclo completo.

Finalmente, se piensa que el arraigo de la horticultura en la comunidad se favorece por la tenencia de la tierra, y por las condiciones favorables en cuanto a retención de humedad, permeabilidad y fertilidad del suelo de las parcelas de cultivo, así como el acceso a los canales de venta de productos y a factores culturales de los productores (Villa, 1997).

4.4. Descripción del sistema alternativo (horticultura-ganado lechero)

En la región existe un sistema en donde se combinan actividades agrícolas (horticultura y producción de elotes) y ganaderas (principalmente de producción de leche), que involucran diferentes estrategias de manejo y aprovechamiento de recursos en comparación con el sistema de referencia. Este nuevo sistema en virtud de las necesidades que plantea el método de evaluación MESMIS, se denominó **sistema alternativo**.

En forma genérica en Tenango del Valle se ha practicado la ganadería lechera en pequeña escala, la cual según un estudio realizado por Villa, (1997) es considerada como la principal fuente de ingresos para un 53% de las familias con actividad agropecuaria, las cuales obtienen efectivo que les permite satisfacer los gastos diarios.

Además, existe una organización de productores asociados que se dedican a la lechería, conocida como **Asociación Ganadera de Productores de Leche de Tenango del Valle A.C.** compuesta por un total de 50 productores locales, los cuales pueden a través de este aval, solicitar apoyos a instituciones gubernamentales para mantener o incrementar su producción tanto agrícola como ganadera.

El sistema manejo de los hatos lecheros es estabulado, caracterizado por altas necesidades de mano de obra, ya que los productores no solo tienen que ordeñar, sino que también tienen que cortar forraje o transportar ensilado de maíz y esquilmos llevándolos a los comederos de los animales, además en algunos casos se requiere llevar a vender la leche.

Por otro lado, las unidades de producción cuentan con un número variable de animales en dependencia de los intereses y posibilidades de la familia, lo que explica el porqué en muchos casos el tamaño de las instalaciones es muy grande para la cantidad de animales que se tienen. Para tener una idea de la importancia de la ganadería lechera en la comunidad se muestra en el Cuadro 4 el tamaño de los hatos lecheros, así como los promedios de producción de leche, partiendo de un total de 30 unidades de producción.

La presentación del Cuadro 4 resulta importante en virtud de que tanto la producción de leche, como el tamaño del hato pueden ser parte fundamental de la sustentabilidad del sistema alternativo, ya que la toma de decisiones en cuanto a estrategias de administración de recursos, cultivos a producir, necesidades de insumos y las necesidades de participación familiar depende en gran medida del tamaño del hato y de la producción total, así como del ingreso obtenido por la ventas de leche.

CUADRO 4. NÚMERO TOTAL DE CABEZAS Y VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD PRODUCTIVA EN EL AÑO 1997

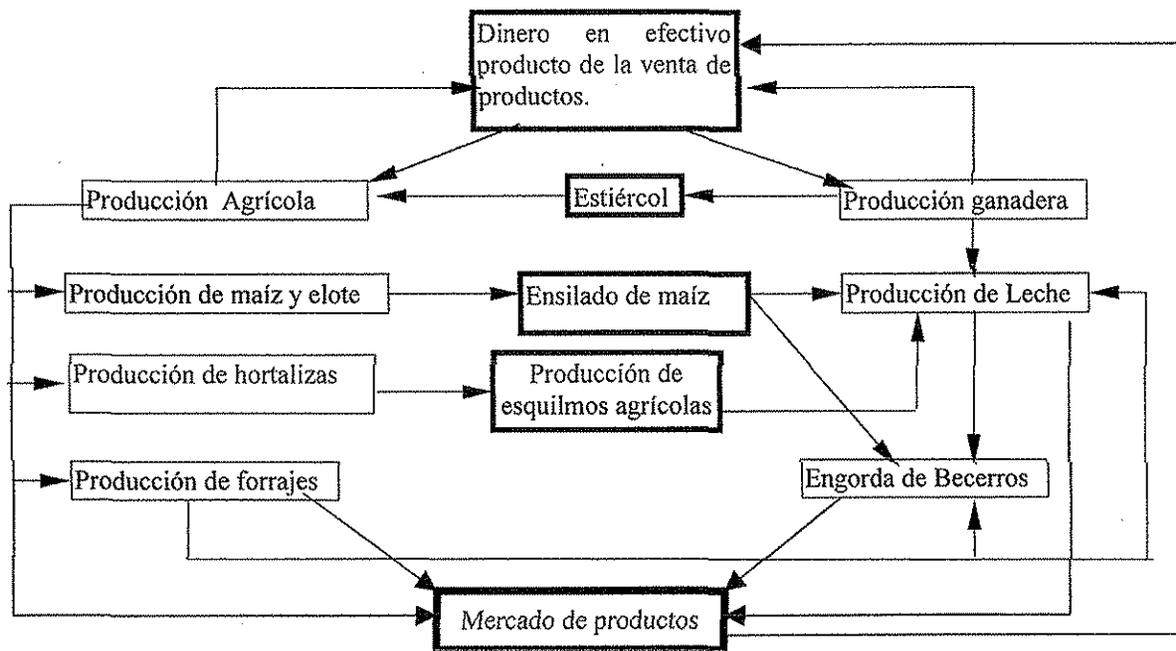
Estratificación de hatos lecheros	Productores por categoría	Promedio de cabezas/hato	Volumen de producción de leche	Prod. Prom. de leche
Hatos de 1-10 Cab.	56.5%	6 Cab.	1-50 l/día	30.1 l/día
Hatos de 10-20 Cab.	30.5%	14 Cab.	51-100 l/día	83.3 l/día
Hatos de 21 o más	13%	28 Cab.	Más de 100 l/día	162.5 l/día

Cab= cabezas de ganado.

Fuente: Cuadro actualizado de Villa (1997)

Por otro lado en el sistema alternativo también se define la integración entre los componentes y necesidades de la actividad agrícola, con los componentes y necesidades de la producción ganadera, lo cual ha generado una simbiosis, en donde se piensa que la actividad agrícola contribuye más al desarrollo de ganadería que la ganadería al desarrollo de la agricultura. Esta integración se muestra en la Figura 7.

FIGURA 7. INTERACCIÓN DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS EN EL SISTEMA ALTERNATIVO DE ESTUDIO



Tomado de Villa et al, (1998)

A partir de la Figura 7 se definen cuatro elementos principales que determinan la relación entre la agricultura y la ganadería, los cuales en orden de importancia para los productores son:

1. Producción de esquilmos agrícolas: Las necesidades de los productores tales como autoconsumo, comercialización y alimentación del ganado lechero determinan en gran medida los patrones de cultivo que se llevan a cabo. El principal patrón de cultivo de la comunidad consiste en la siembra de hortalizas, maíz y forraje (avena o alfalfa). Esta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

diversidad de cultivos permite a los productores tener una buena disponibilidad de alimentos para sus familias, pero además les permite tener una elevada disponibilidad de esquilmos agrícolas que son destinados a la alimentación de sus animales, contribuyendo en gran medida a mantener altos niveles de producción de leche, que destinan principalmente a la venta y en menor grado al autoconsumo.

También, Villa et al. (1998) mencionan que en la comunidad la diversidad de los cultivos que se generan en diferentes épocas del año influye directamente en las estrategias de alimentación de los bovinos lecheros. Es decir, de acuerdo a la disponibilidad de los diferentes esquilmos agrícolas existen variaciones en las dietas de los animales. Dichas variaciones se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS DE LOS BOVINOS LECHEROS A LO LARGO DEL AÑO 1997

Meses del año	Tipo de alimento utilizado
Enero a abril	Ensilado de maíz + concentrado comercial
Mayo y junio	Guía de chícharo + ensilado de maíz + concentrado comercial
Julio	Ensilado de maíz + concentrado comercial + forraje (avena o alfalfa)
Agosto y septiembre	Forraje (avena o alfalfa) + esquilmo de maíz (verde) + concentrado comercial
Octubre y noviembre	Residuos de zanahoria + forraje (avena o alfalfa) + concentrado comercial
Diciembre	Rastrojo de maíz + concentrado comercial + ensilado de maíz

Fuente: Tomado de Villa et al. (1998)

En el cuadro se observa que se pueden utilizar productos agrícolas como la zanahoria (*Duacus carota*) en la dieta de los animales, aprovechando aquellos productos que no llegan al mercado. En otros casos como en el cultivo del maíz se aprovechan las plantas ya sea verdes o secas, además cuando hay un castigo de precios del elote, tanto las plantas como el producto (elote) pueden aprovecharse en la alimentación del ganado.

2. El ensilado de maíz: Su uso es una práctica común entre los productores que cuentan con ganado lechero (sistema alternativo). Los meses para realizar esta actividad son septiembre y octubre, dejando reposar el material ensilado por un periodo que va de 30 a 60 días, permitiendo tener el ensilado disponible durante las épocas de estiaje. El ensilado contribuye a reducir las cantidades de forraje (avena o alfalfa) y de alimento concentrado de tipo comercial usadas en la alimentación del ganado, principalmente en épocas de secas (estiaje). Sin embargo también hay un alto uso de alimento concentrado de tipo comercial.

3. Disponibilidad de Ingresos: La producción de varios cultivos permite a los productores disponer de flujos de efectivo que son producto de la venta de los productos agrícolas principalmente a plazas como la Central de Abastos del D.F. Esta disponibilidad de cultivos se presenta a lo largo del año, ya que los productos son cosechados y vendidos en distintos meses en dependencia de su ciclo agrícola. La ganadería (producción de leche) también contribuye al desarrollo de la agricultura, debido a que se generan ingresos en efectivo por concepto de ventas de leche, venta de animales adultos y/o becerros. Dicho efectivo se destina para satisfacer los gastos de operación de las actividades agrícolas, como pueden ser:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Pago de peones en las cosechas, fumigaciones, fertilizaciones, etc.
- Mantenimiento de la maquinaria agrícola
- Compra de fertilizantes, semillas y fungicidas.

4. Estiércol: Este es utilizado para fertilizar las tierras, con lo que se disminuye la cantidad utilizada de fertilizantes químicos, lo que presumiblemente representa un ahorro para los productores.

Por otro lado, para la aplicación del método MESMIS, se puede partir de que ambos sistemas cuentan con los medios de producción (tierra, capital y mano de obra) y comparten la base de recursos local, además tienen una producción agrícola similar en cuanto al tipo de cultivos (horticultura, maíz y forrajes), diferenciándose sólo por el elemento ganado lechero y sus implicaciones.

Por tanto los principales criterios a considerar en ambos sistemas son generación de productos ganaderos y hortícolas (rendimientos), el potencial económico de cada sistema, los posibles efectos del manejo de cada sistema sobre la base de recursos locales así como sobre los medios de producción y lo equitativo (distribución de beneficios entre los involucrados) que resulta cada sistema, por lo que estos aspectos tendrán prioridad en el proceso de construcción de indicadores.

5. HIPÓTESIS

Para el presente trabajo de investigación se definen a partir del objetivo principal de validar el método MESMIS y de la información contenida en los marcos contextual y teórico las siguientes hipótesis de investigación:

- El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), es un método apropiado para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas situados al sur del Valle de Toluca y que incluyen horticultura y ganado lechero.
- En virtud del monitoreo de indicadores, no existen diferencias en la sustentabilidad del sistema de referencia con respecto al sistema alternativo debido a que ambos sistemas pueden tener puntos débiles y fortalezas en el manejo y administración de sus recursos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. MÉTODO DE TRABAJO

Para la realización de este trabajo se utilizó el *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)*, propuesto por Masera et al. (1999). Dicho método ha sido utilizado en diferentes estudios realizados en los estados de Michoacán, Chiapas, Sinaloa, y Oaxaca (Masera y López-Ridaura, 2000). Por tanto, la principal meta del presente trabajo, es *adaptar* dicho método a las condiciones particulares del sur del Valle de Toluca, con la finalidad de iniciar con el primer ciclo de evaluación de los agroecosistemas horticultura y horticultura-ganado lechero, tomando como base la comunidad de Tenango del Valle.

Para tal fin, se retoma a Masera et al. (1999) quienes mencionan que antes de evaluar un agroecosistema aplicando el MESMIS, se requiere de satisfacer las dos siguientes condiciones:

- Formar un equipo interdisciplinario: La finalidad de este proceso es ubicar en un contexto amplio el objeto de estudio de tal forma que se puedan abarcar de la manera más precisa posible los aspectos económicos, ecológicos y sociales involucrados en la sustentabilidad del sistema.

En este caso *la adaptación inicial del método consistió en formar un equipo compuesto de tres veterinarios, los cuales se centran en los aspectos técnicos y en menor grado ambientales del sistema, un economista, el cual se enfoca a los aspectos económicos (Márgenes, ingresos y egresos) y un sociólogo que contribuye con los aspectos de equidad.* Este equipo fue considerado por la disponibilidad de los recursos humanos para llevar a cabo el estudio. Cabe resaltar que el trabajo de integrar las tres dimensiones de la sustentabilidad y de construir los indicadores específicos del objeto de estudio recayó en el autor, contando con el consenso del grupo.

- Realizar de 1 a 5 ciclos de evaluación, tomando en cuenta que cada ciclo esta fuertemente relacionado con los ciclos agrícolas de estudio y con las épocas de lluvias y estiaje, que son dos etapas de cambio, en donde se genera una adaptación de los productores rurales, por lo que comúnmente se toman ciclos de un año ya que engloban ambas situaciones.

Cabe resaltar que debido a la dinámica de ciclos cortos (horticultura) de Tenango *una segunda consideración para el método es respetar la escala de tiempo de un año, debido a que se piensa que parte de la sustentabilidad de la horticultura radica en la diversidad de cultivos, que a su vez depende en gran medida de la disponibilidad de tierra, la cual puede variar de un año a otro principalmente si se obtuvo por medio de renta, lo que a su vez influye en la toma de decisiones acerca de la optimización de las superficies propias.*

Para llevar a cabo el primer ciclo de evaluación se procedió a realizar los seis pasos establecidos en el MESMIS, los cuales se llevaron a cabo de la forma siguiente:



1.- Se realizó un **Diagnóstico de situación** (caracterización) del agroecosistema de estudio.

Se tomó como sistema de estudio a la comunidad de Tenango del Valle, debido a que localmente en este lugar se identificaron dos sistemas de igual contexto pero con diferentes estrategias de manejo y diferentes necesidades, así como una integración diferente entre los elementos productivos. Además, en un estudio realizado por Villa (1997) existe evidencia que permite definir (al menos en un primer momento) que ambos sistemas *son altamente productivos, aprovechan algunos recursos naturales y generan algunos de sus insumos.*

Por todo esto se puede considerar que los sistemas tienen un grado de sustentabilidad aun no determinado, además tampoco se ha definido las desventajas y los efectos del modelo productivo de los sistemas sobre la comunidad y sobre los medios de producción involucrados, en otras palabras no se ha determinado si realmente estos sistemas tienen viabilidad en el largo plazo. Lo que despertó el interés en estudiarlos para determinar de manera más precisa su sustentabilidad. Además la cercanía de la comunidad y la disponibilidad de los productores para participar en el estudio también contó para seleccionar esta región de estudio.

2.- A partir del Diagnóstico de situación se determinaron dos sistemas de estudio contrastantes, pero contextualmente iguales. Dichos sistemas son denominados **Sistema de Referencia** y **Sistema alternativo**. En este caso no fue necesario introducir a la comunidad ningún sistema nuevo de manejo, sino que solamente se diferenció el sistema alternativo como un sistema adaptado ya establecido, cuyas diferencias con respecto al sistema de referencia radican en las estrategias de aprovechamiento y manejo de los recursos.

Para el estudio, se identificó que una porción de los productores locales eran netamente horticultores y no tenían ganado, lo que provocaba que sus necesidades, estrategias de producción y uso de insumos fueran diferentes a aquellos productores que además de ser agricultores tenían un sistema de producción ganadero (leche). Estas diferencias representaron una segunda adaptación del método en virtud de *considerar como sistema de referencia a las actividades agrícolas (representadas por la horticultura), y como sistema alternativo a la interacción entre agricultura y ganadería (sistema horticultura-ganado lechero) y no introducir un sistema tecnológicamente nuevo o rescatar un sistema a base de cultivos prehispánicos.*

3.- Se realizó la construcción de **Indicadores de sustentabilidad** específicos para ambos sistemas. Para tal fin se realizaron los siguientes pasos:

3.1).- Se determinaron los **Atributos de la sustentabilidad**: Partiendo de que Masera et al. (1999) consideran como atributos de sustentabilidad los siguientes:

Productividad: vista como la capacidad de los sistemas para brindar el nivel requerido de bienes y servicios (rendimientos, ganancias y otros).

Estabilidad: considerada como la capacidad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico, lo que implica mantener los beneficios proporcionados por el sistema (rendimientos aceptables, rentabilidad, mercados, etc.) en un nivel aceptable para los productores y por un periodo de tiempo considerable.



Resiliencia: Es vista como la capacidad del sistema para retomar el equilibrio o mantener el potencial productivo después de una perturbación severa (estado de estrés o shock producto de una catástrofe).

Confiabilidad: Se entiende como la capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios en niveles aceptables (cerca del equilibrio), resistiendo perturbaciones naturales o no graves, tales como variaciones de precios, carencias de agua y caídas moderadas de las ventas de productos.

Adaptabilidad: Es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, generando los mismos beneficios y manteniendo su productividad, aun cuando sea afectado por cambios definitivos o de largo plazo en el contexto donde se desenvuelve; tales como cambios en la condición de suelos, largas carencias de agua y otros recursos, cambios de cultivos e incremento en los precios de insumos y estacionalidad del comercio de productos.

Equidad: Se define como la capacidad del sistema para distribuir de manera justa entre todos los involucrados los beneficios y responsabilidades generadas por las actividades productivas del sistema.

Autodependencia (Autogestión): Es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior, definiendo endógenamente sus objetivos y prioridades.

Cabe mencionar que según Masera et al. (1999) en un sentido práctico se pueden conjuntar los atributos estabilidad, resiliencia y confiabilidad en virtud de que estos tres atributos se relacionan con una condición de seguridad funcional (equilibrio) del sistema de estudio. En este sentido para este trabajo se consideró que también la adaptabilidad representa un estado de equilibrio del sistema, ya que es capaz de responder positivamente a los cambios normales de los sistemas dinámicos. Por tanto, *en virtud de la construcción de indicadores, este atributo se agrupó junto con los tres anteriores en un solo campo de estudio.*

Otro ajuste realizado al método consistió en *brindar mayor importancia al atributo autodependencia*, el cual en este trabajo se relacionó con la capacidad del sistema para responder a influencias externas, entre las que están las estrategias de comercio de productos, las influencias de los intermediarios y de otros aspectos externos particulares de Tenango, como son la presión del urbanismo y comercio establecido.

3.2).- A partir de los atributos se determinaron los **Puntos Críticos** del agroecosistema, los cuales son características que tienen un efecto positivo o negativo sobre el sistema y que según Masera et al. (1999) deben expresarse con un calificativo de alto o bajo en virtud de la magnitud de dicho efecto.

Para identificar los puntos críticos se realizaron observaciones y visitas de campo, consultando con los productores locales, con el fin de tomar en cuenta su perspectiva con respecto a dichos puntos críticos, principalmente aquellos con efecto negativo en el sistema, tales como: Alta dependencia de insumos externos y alta dependencia de la relación oferta-demanda. Así mismo, de las observaciones realizadas en las primeras visitas de campo se derivaron otros puntos críticos como son: Alta eficiencia, Alto daño sobre el ambiente, Alta presión del crecimiento urbano, Alto nivel de vida y Alta distribución de los beneficios.

Para la definición de los puntos críticos también se contó con la asesoría de investigadores externos que han aplicado el MESMIS en diferentes condiciones de manejo. Además para definir cómo ajustar el MESMIS a Tenango y cómo iniciar el primer ciclo de evaluación (prioridades de la investigación), se contó con el apoyo de la literatura tanto de casos de estudio que usaron el MESMIS como de marcos de ordenamiento de información, particularmente el presentado por Mathewman (s/f).

3.3).- Se identificaron los **Criterios de Diagnóstico** para los puntos críticos, cabe señalar que los criterios son todos los elementos relacionados con los puntos críticos y que facilitan la determinación de indicadores concretos y medibles. Tomando en cuenta la definición anterior se planteó la pregunta ¿Qué provoca que exista el punto crítico?. Para responderla se determinó la razón o razones que daban origen a cada punto crítico identificado para este trabajo. Estas razones se tomaron como criterios de diagnóstico.

3.4).- A partir de los puntos críticos y criterios de diagnóstico se definieron los **Indicadores de sustentabilidad**, los cuales son características compuestas por una o varias variables de estudio que tienen inferencia directa sobre el sistema local. Incluso pueden explicar procesos internos y/o interacciones tanto internas como externas.

Para la definición de los indicadores, se planteó la pregunta, ¿Cómo obtener información concreta de cada criterio de diagnóstico?. En otras palabras se necesitaba encontrar la forma de pasar del papel al campo. Para cada criterio de diagnóstico se buscó el punto o los puntos que por un lado se adaptaran a algún mecanismo de recolección de información en campo y por otro proporcionarían una secuencia lógica en cuanto a puntos críticos y criterios de diagnóstico. Estos puntos se enlistaron y se depuraron en virtud de la posibilidad de obtener información confiable de ellos en las unidades productivas de ambos sistemas y de las posibilidades de medirlos, analizarlos e integrarlos para determinar el grado de sustentabilidad de cada sistema. De este modo se definieron como indicadores de sustentabilidad.

4.- Una vez concluida la construcción de indicadores, se realizó la **Medición y monitoreo de los indicadores** tanto en el sistema de referencia como en el sistema alternativo. Para determinar dónde y con quién se realizaría el seguimiento (medición) de los indicadores, se utilizaron técnicas del diagnóstico rural rápido (Theis y Grady, 1993) y diagnóstico participativo (Chambers, 1993). Además partiendo del estudio realizado en los años 1996-1997 por Villa (1997), se seleccionaron siete productores como casos de estudio, de los cuales dos pertenecieron al sistema de referencia y tres al sistema alternativo

La selección de los cinco casos de estudio fue a partir de la muestra obtenida en un estudio previo (Villa, 1997), los criterios actuales de selección se basaron en el sistema de manejo (horticultor puro o ganadero), en la disponibilidad de los productores para participar en la investigación y en menor grado en la ubicación de las unidades productivas.

Para medir y dar seguimiento a los indicadores se utilizaron varias técnicas de recolección de información, tales como mediciones directas, encuestas, registros de actividades (formatos elaborados por el equipo de investigación), cuestionarios y entrevistas tanto con productores como con autoridades locales (Orozco, 1998).

En el caso de los indicadores sobre calidad del suelo se contó con la ayuda del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (IICAMEX), quienes realizaron las determinaciones de pH, materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno en 10 muestras de suelo (dos por productor) de Tenango del Valle, por medio de las técnicas siguientes:

- Los resultados de pH fueron obtenidos por dilución 1:2 en agua.
- La cantidad de materia orgánica se obtuvo por la prueba de "Walkley-Black"
- Las cantidades de fósforo en suelo fueron determinadas por la prueba de "Bray P-1"
- Los valores de potasio fueron obtenidos por la prueba de "Acetato de amonio" 1 N pH 7, determinándose por Absorción atómica.
- Los niveles de nitrógeno en suelo fueron obtenidos en forma matemática a partir de los valores de materia orgánica.

Así mismo, recordando que el objetivo principal fue el aplicar y adaptar el método MESMIS, en el presente trabajo sólo se realizó un primer ciclo de evaluación, en donde el seguimiento de los indicadores se llevó a cabo por un periodo de 11 meses, el cual inició en enero y concluyó en noviembre del año 2000.

5.- Una vez obtenida y procesada la información de los indicadores se realizó la **Integración de resultados**, para tal fin se utilizó una herramienta que permite visualizar el papel que cada indicador juega en los sistemas de estudio (de referencia y alternativo), dicha herramienta es el mapa de sustentabilidad, también llamado **Diagrama de AMIBA**.

La AMIBA permitió hacer un comparativo entre los sistemas de estudio (tomando en cuenta que el grado de aceptabilidad de cada indicador representa el grado de sustentabilidad del sistema de referencia o alternativo), lo que se aprovechó para realizar la identificación de los puntos débiles de ambos sistemas, además permitió proponer algunas alternativas de mejoramiento acordes a las necesidades (puntos débiles) del agroecosistema evaluado. Para realizar la AMIBA, en primer término se determinaron los umbrales ideales de cada indicador, los cuales son representados por la circunferencia mayor del diagrama. Dichos umbrales se obtuvieron tanto de la literatura como de las opiniones de los productores.

6.- Finalmente, se plantearon **las Conclusiones**, las cuales se dividen en dos rubros. El primero es en virtud del primer ciclo de evaluación de los sistemas de estudio (referencia y alternativo), en este sentido se enfatizó en la identificación de los puntos débiles de los sistemas de manejo y también se establecieron algunas **recomendaciones** pertinentes para mejorar dichos puntos. Sin olvidar que a partir de dichas conclusiones y recomendaciones se tendrá que iniciar un segundo ciclo de evaluación de los sistemas de referencia y alternativo. El segundo rubro es con respecto a la aplicación del MESMIS y consiste en expresar las principales limitaciones del método identificadas durante este estudio. Además se incluyen **sugerencias** para tratar de corregir dichas limitaciones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo se divide en cuatro secciones. La primera corresponde a la fase de **Diagnóstico de situación de las unidades de estudio** tanto del sistema de referencia como del sistema alternativo. Posteriormente se presentan los **Indicadores de sustentabilidad**. La tercera sección corresponde a los resultados obtenidos del **Seguimiento y análisis de los indicadores** y finalmente la última sección corresponde a la **Integración y comparación de los resultados**, elaborando el diagrama de AMIBA.

7.1. Diagnóstico de situación de las unidades productivas de estudio

En principio se hace necesario describir una serie de características generales de las unidades de estudio, ya que cada caso en particular contempla diferentes intereses y enfrenta diferentes necesidades y problemas, por lo que utiliza diferentes estrategias de manejo y apropiación de sus recursos disponibles.

7.1.1. Sistema de referencia

En el sistema de referencia se trabajó con dos casos de estudio. Los cuales son descritos en virtud de sus generalidades, su producción hortícola, su uso de insumos y sus estrategias de venta.

Generalidades: El primer caso corresponde al productor **Crecencio Sebastián (C.S.)**, de 57 años de edad, que cuenta con una familia de dos hijos y su esposa. Su unidad de producción cuenta con 2 ha propias repartidas en dos parcelas, así como 3 ha que obtiene pagando una renta anual de \$2000/ha. En este caso todas las parcelas cuentan con riego, cuyo sistema es la punta de riego².

Producción hortícola: Los cultivos que se producen en esta unidad son: Lechuga, avena, betabel y cilantro. El cultivo principal es la lechuga, del cual se aprovecha su ciclo corto con una estrategia de producción que consiste en dos temporadas de siembra, una de riego en los primeros meses del año y una de temporal que se siembra en la segunda mitad del año. Así mismo las parcelas o secciones de parcelas son sembradas a diferente tiempo con la finalidad de que se aproveche este desfase para ir cosechando conforme el mercado va demandando el producto.

Uso de insumos: Se identificó también un alto uso de agroquímicos, no existiendo ninguna asociación de cultivos. El uso de sustancias inorgánicas, consiste en fertilizante (urea y 18/46/00) y dos diferentes tipos de plaguicida, cuyos nombres comerciales son Tamaron y Malation, aplicados hasta seis veces en la lechuga.

Estrategias de venta: La estrategia consiste principalmente en “la venta por viajes”, la cual consiste en cosechar el producto y llevarlo al mercado en camionetas de tres toneladas, cada camioneta se llena con aproximadamente 1500 lechugas. El productor expresa que en ocasiones realiza “la venta por huerta”, que consiste en vender la parcela sin cosechar. La elección de una u otra depende lógicamente de su conveniencia.

Generalidades: El segundo caso de estudio corresponde al productor **Salomón Israde (S.I.)**, quien tiene 61 años de edad, y cuenta con 7 ha propias divididas en tres parcelas, una

² El riego en la comunidad proviene en parte de los canales de aguas negras, por lo que los productores no profundizan en el tema. Sin embargo, se identificó que el riego es utilizado sólo en el cultivo de la lechuga, sembrada en la primera mitad del año y el fin es la germinación de la semilla, por lo que una vez que la planta brota del suelo el riego se suspende.

de 5 ha ubicada a orillas de la carretera (zona agrícola de planicie) y que son las que fueron monitoreadas. Otras dos parcelas de 1 ha que se encuentran en la zona agrícola de ladera. Además también tiene 6 ha que obtuvo pagando una renta de \$2000/ha.

Producción hortícola: La unidad genera una variada cantidad de productos de hortaliza entre los que se encuentran chícharo, haba, lechuga, elote, rábano, además de otros cultivos como avena, alfalfa, girasol, maíz grano y ajo. Este productor también practica la asociación de cultivos, teniendo hasta tres diferentes asociaciones en una sola parcela (4 ha), incluyendo asociaciones del tipo leguminosa-gramínea

Uso de insumos: En la unidad el uso de agroquímicos se limita a fertilizante 18/46/00 a razón de 200 kg/ha de maíz. Para las hortalizas, también aplica estiércol de bovino, ovino y equino, el cual además de ser obtenido por compra u obsequio es tratado con cal antes de su aplicación en la parcela. Además realiza un manejo para el control de plagas que consiste en la fumigación con una mezcla de fresa, uva, ajo, sal y chile, disueltos en 200 lts de agua, aplicado en los cultivos hasta seis veces, lo cual para el productor ha resultado efectivo.

Estrategias de venta: La venta de sus productos puede ser al menudeo o mayoreo, ya que el productor cuenta con un negocio (propiedad de su esposa) en el cual vende productos de sus parcelas (avena y lechuga), otra estrategia utilizada es la "venta en huerta" y finalmente la forma tradicional de cosecha y venta de producto por viajes en camionetas de tres toneladas.

En el sistema de referencia se contaba en principio con otra unidad productiva, la cual durante el proceso de investigación se eliminó debido a una falta de disponibilidad en la recolección de información y el monitoreo de los indicadores.

7.1.2. Sistema alternativo

En el sistema alternativo se contó con tres casos de estudio, en los cuales se dispone tanto de superficie de cultivo como de un establo lechero. Las unidades de estudio se describen a continuación.

Generalidades: El primer caso corresponde al productor **Cosme Sánchez (Co. S.)**, Quien es mayor de 50 años. En esta unidad la superficie de cultivo es de 3 ha, las cuales son obtenidas por medio de un pago anual de \$2000/ha por concepto de renta.

Producción agrícola: En la unidad se destinan 2.5 ha para maíz (elote) y 0.5 ha para avena; además este productor cuenta con 1000 m² más de superficie de cultivo propia que destina a la producción de alfalfa. Cabe resaltar que en esta unidad productiva no se observó ninguna asociación de cultivos; sin embargo se detectó que al momento de salir el cultivo de elote (mes de agosto) se sembró avena en la misma superficie, comenzándose a cortar en el mes de diciembre.

Uso de insumos: En la unidad se usan agroquímicos, principalmente fertilizantes como urea y 18/46/00, así como plaguicidas (Marvel) y herbicidas (hierbamina y gesaprim), además de la aplicación de estiércol. Para el caso del ganado se usan también algunos insumos externos (harinas y granos) para preparar el alimento del ganado.

Producción ganadera: Durante el proceso de investigación el hato lechero de la unidad productiva contó con un rango de 7 a 12 vacas en producción, tomando en cuenta que esta unidad fue afectada por la muerte de seis animales incluyendo una vaca que iniciaba su producción y una vaca en gestación. La alimentación de su ganado se basa en concentrado de elaboración propia, mezclando pasta de coco, salvado y maíz molido, además del uso de

forrajes como avena, rastrojo de maíz y alfalfa. Además cuenta con ordeño mecánico y dos empleados fijos que ayudan a las labores tanto del campo como del establo.

Estrategias de Venta: En esta unidad productiva la venta de la leche es directa al consumidor, con un precio de \$5/litro. Sin embargo el mercado de la leche se ve afectado por las temporadas vacacionales de las escuelas primarias. La venta de productos agrícolas para esta unidad es nula. Sin embargo este productor cuenta con un ingreso mensual no agropecuario que obtiene por concepto de una pensión de jubilación.

Generalidades: El segundo caso de estudio corresponde al productor **Delfino Herrera (D.H.)** de 58 años de edad, cuya familia dependiente de él sólo incluye a su esposa y un hijo soltero de 24 años de edad, quien tiene y ejerce una profesión pero también colabora en lo posible con las actividades productivas. En cuanto a la unidad productiva se cuenta con una superficie de tierra de cultivo de 12 ha propias y una más, obtenida por medio de renta, pagando \$2000 por un año.

Producción agrícola: En la unidad se tienen 5 ha en producción de chícharo, 3 ha en producción de elote, 1 ha en producción de calabaza (no medida en el estudio), 1 ha no sembrada y 6 ha destinadas a maíz grano. En este caso se observó la asociación de chícharo (leguminosa) con maíz (gramínea), la cual responde a la optimización de los trabajos de preparación de la tierra.

Uso de insumos: Se detectó el uso de agroquímicos, principalmente para el cultivo de chícharo en donde según el productor es necesario realizar hasta seis aplicaciones de Bayfolan o foley (plaguicida a base de Paration). Para el caso del maíz se realizó una sola aplicación de Gesaprim 90. También se detectó la aplicación de estiércol en las tierras de cultivo propias y de 18/46/00 en todas las demás.

Producción ganadera: Durante la investigación el hato lechero contó con 3 a 5 vacas en producción; sin embargo en el año 2000 también se contó con 10 terneras de reemplazo, las cuales podían venderse si era necesario, además se introdujeron y vendieron 5 toretes de engorda. La alimentación del ganado en este caso también se basa en una mezcla elaborada con maíz molido, salvado, pasta de coco y pasta de soya. La dieta incluye también avena, ensilado de maíz y esquilmo de chícharo. Este productor también cuenta con ordeño mecánico y un empleado semifijo.

Estrategias de Venta: La venta de la leche es por medio de un intermediario (botero) a un precio de \$3.50/litro. De igual modo la venta de leche se ve influenciada por los calendarios escolares. Con respecto a los productos agrícolas, la venta de chícharo no se realizó por bajos precios de mercado, (se usó como forraje para el ganado), mientras que el elote fue vendido por viaje a la central de abastos del D.F. Además se aprovechó el esquilmo para la elaboración de ensilado de maíz.

Entre otras cosas se identificó que este productor funge como presidente de la Asociación Ganadera de Tenango del Valle y se encarga de representar tanto a agricultores como ganaderos para la gestoría de apoyos gubernamentales como PROCAMPO. Además cuenta con un negocio (estética) propiedad de su esposa.

Generalidades: El último caso de estudio corresponde al productor **Jaime Avila (J.A.)**, de 46 años de edad. La unidad productiva es independiente en los aspectos agrícolas, pero en los aspectos ganaderos se comparten las labores entre tres hermanos. La superficie de labor en esta unidad productiva es de 15 ha propias y 4 ha obtenidas por renta anual.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Producción agrícola: La distribución de la superficie de cultivo consiste en 12 ha sembradas con chícharo, 14 con elote, teniéndose 12 ha de asociación chícharo-elote, además en la segunda mitad del año se sembraron 4 ha con lechuga y 1 ha con espárragos (no medida en el estudio).

Uso de insumos: En este caso también se usan agroquímicos, principalmente para el chícharo y la lechuga, usando los productos comerciales ya mencionados y aplicando de seis a ocho fumigaciones por ha de cultivo, sobre todo para el chícharo. Así mismo se detectó la aplicación de estiércol en algunas parcelas y se aplicó fertilizante 18/46/00 en las hectáreas sembradas de chícharo y elote.

Producción ganadera: En este caso se cuenta con un establo compartido por tres hermanos. Cabe resaltar que J.A. manifiesta que cada uno tiene un número de vacas propias aunque se encuentren en un solo establo. En este sentido durante el monitoreo J.A. contó con 13 a 16 vacas en producción. La alimentación de este ganado se basa en alimento concentrado de tipo comercial, ensilado de maíz y esquilmos agrícolas de chícharo y maíz.

Estrategias de venta: La venta de productos de hortaliza se lleva a cabo tanto en la Central de Abastos del D.F. como en la Central de Abastos de la ciudad de Toluca, la estrategia de venta es por viaje en camioneta de tres toneladas. En el caso de la leche la venta se realiza en forma directa, contando con dos vías de salida. La primera consiste en que su esposa sale a repartir la leche a los consumidores fijos (entregos). La segunda vía consiste en que uno de los hermanos responsables del establo sale a vender la leche a los lugares aledaños a la comunidad. Según el productor en ambos casos el precio de venta es de \$ 4.50 por litro.

Entre otras cosas los productores afirman que J.A. es dueño de una bodega de productos de hortaliza que se ubica en la Central de Abastos de la ciudad de Toluca. Sin embargo no se pudo certificar nada al respecto, ya que J.A. no mencionó nada acerca de dicha bodega durante todo el periodo de seguimiento.

Finalmente cabe resaltar que en principio se contaba con una unidad productiva más perteneciente al sistema alternativo, la cual se eliminó debido a una sobrecarga de trabajo del productor de dicha unidad, lo que limitó la disponibilidad de información y no permitió llevar a cabo de manera satisfactoria el seguimiento de los indicadores.

7.2. Descripción de las relaciones atributo, punto crítico y criterio de diagnóstico para la construcción de indicadores de los sistemas de estudio

Para adaptar el método MESMIS a la comunidad de estudio se tuvo primero que realizar la construcción de los indicadores específicos de sustentabilidad que pudieran estudiarse y medirse con los productores participantes. Este proceso comenzó con la definición de los atributos de sustentabilidad, a partir de estos se determinaron los puntos críticos propios para los sistemas de referencia y alternativo. Una vez definidos los puntos críticos, se obtuvieron los criterios de diagnóstico y finalmente se definieron los indicadores de estudio.

En sentido práctico la construcción de indicadores, inició realizando una serie de discusiones, tomando en cuenta la información existente sobre la comunidad de estudio, complementándose con opiniones de los productores e investigadores que han aplicado el MESMIS en evaluaciones de sustentabilidad. En tal virtud a continuación se describe como se enlazaron en una secuencia lógica los atributo con los puntos críticos y los criterios de diagnóstico para determinar los indicadores.

En primer término se tiene el atributo **Productividad** el cual según Masera et al. (1999) y Masera y López-Ridaura (2000) usualmente involucra como criterio a la **Eficiencia**, cuya importancia radica en el papel que desempeña en el sistema productivo en relación a las cantidades de productos generados y las cantidades de insumos utilizados para su producción, en otras palabras un sistema eficiente es aquel que usa pocos insumos externos, siendo capaz de aprovechar sus esquilmos y residuos para mantener una alta productividad.

Para Tenango del Valle el **punto crítico** correspondiente se calificó como “alta eficiencia” lo cual responde a un manejo intensivo de sus superficies de cultivo y al aprovechamiento de esquilmos agrícolas como insumos alimenticios. Entre otras cosas se consideró también que la eficiencia involucra tanto los productos como los beneficios que se obtienen del sistema en relación a la cantidad de recursos e insumos utilizados, se plantearon como indicadores a: *Rendimientos* y *Márgenes*, ya que ambos están directamente vinculados con las relaciones insumo-producto de los sistemas de estudio.

Masera et al. (1999) explican que en cuanto a los atributos **Estabilidad**, **Resiliencia** y **Confiabilidad**. Se pueden tener escenarios muy parecidos, ya que dichos atributos representan *un estado de equilibrio de los sistemas*, en donde la eficiencia y confiabilidad, representan un nivel óptimo y constante en la producción de satisfactores, haciendo un uso racional de los recursos del agroecosistema, mientras que la resiliencia contribuye como un mecanismo que restablece el equilibrio de un sistema que lo ha perdido, debido al efecto de perturbaciones severas que representen una pérdida total o casi total de los recursos o de la productividad.

Sin embargo en un sentido estricto el equilibrio de los sistemas (mantener niveles óptimos en la producción de satisfactores) también se relaciona con los mecanismos de adecuación a los cambios que se producen como resultado de las interacciones del sistema con su entorno en el largo plazo. Este proceso Masera et al. (1999) lo han denominado **Adaptabilidad**. En esencia su función es contribuir al citado equilibrio, razón por la que en este trabajo se agrupó al atributo adaptabilidad en un mismo campo de estudio, a pesar de que tienen puntos críticos, criterios de diagnóstico e indicadores un poco más particulares.

En tal virtud la conjunción de los cuatro atributos anteriores, se vincula con el equilibrio de los sistemas de estudio, el cual puede mantenerse o romperse por la influencia de ciertos factores o **puntos críticos**, entre los que están la disponibilidad y condiciones de recursos como suelo y agua, que aparentemente están siendo afectados por el manejo de los sistemas (contaminación y erosión), lo que define como punto crítico al *Alto daño sobre el ambiente*.

Así mismo desde el punto de vista de la adaptabilidad se identificó como punto crítico a la *Alta estacionalidad en obtención de ingresos*. Debido a que los ingresos no sólo dependen de los rendimientos sino también de la venta de dichos productos, la cual puede estar parcialmente condicionada por temporadas específicas durante el año, lo que puede limitar la disponibilidad de dinero en efectivo para satisfacer las demandas de la producción alterando el equilibrio, lo que obliga al productor a adaptarse a estos cambios.

Igualmente se definió como punto crítico a la *Alta presión del crecimiento urbano*, ya que puede desplazar al sistema agropecuario y genera una serie de condiciones adversas, tales como competencias por espacios físicos y preferencias (ambos sistemas), así como problemas sanitarios, lo que también ha obligado a los productores a buscar formas de adaptación (resistencia) a estas presiones.

Con base en dichos puntos críticos se definieron los **criterios de diagnóstico**, entre los que están *Prácticas de manejo*, ya que de aquí se puede definir parte del funcionamiento de los sistemas y también los grados de alteración (agotamiento o conservación) de los recursos y factores de la producción, lo que a su vez determina parte de la viabilidad del sistema en el largo plazo. En este sentido se definieron como **indicadores de sustentabilidad** a aquellos que permitieran conocer el efecto de las prácticas sobre el recurso y medio de producción más importante (suelo) para los sistemas, tales como: *Calidad de suelos, Aplicación de estiércol y Diversidad de cultivos*.

Otros **criterios** definidos son *Estacionalidad del comercio de productos y Adaptación a mercados*. En el primer caso para el sistema alternativo se encontró que las cantidades de leche vendida a lo largo del año no son iguales, ya que pueden depender no solo de la disponibilidad del producto sino también de los calendarios escolares; mientras que en el sistema de referencia aparentemente las épocas de venta están más vinculadas al ciclo hortícola y a las demandas del mercado. Por tanto se tomaron como **indicadores de sustentabilidad** los *Volúmenes mensuales de venta de leche y Volúmenes de venta por temporada hortícola* (porcentaje vendido del total producido), mientras que para el segundo criterio se definió el indicador *Estrategias de venta y canales de comercialización*.

Finalmente, se presentan dos **criterios de diagnóstico** más, vinculados a la presión y efectos del crecimiento urbano sobre los sistemas de estudio. Dichos criterios son *Usos del suelo y Comercio establecido*. En este sentido se identificó que una manera de visualizar la presión del crecimiento urbano es el cambio en la forma de venta de tierras, pasando de \$/ha a \$/m², incrementando su valor conforme más cerca esté del área urbana.

Este cambio en la plusvalía del suelo también está condicionado por el uso del mismo, es decir, no tiene el mismo valor una superficie agrícola que una urbana o que una industrial. Además al transformarse Tenango en un área urbana, se ha fortalecido el desarrollo del comercio establecido, el cual puede influir sobre el comercio de productos agropecuarios, por tanto resulta necesario estudiar cual es el efecto o influencia de estos fenómenos, proponiéndose los **indicadores de sustentabilidad** *Cambios en el uso de suelo e Influencia del comercio establecido sobre el agro*.

Con relación al atributo **Autodependencia (autogestión)**, entendido como la capacidad del sistema para regular y controlar sus interacciones con el exterior, en otras palabras es la posible estrategia que los productores toman para hacer frente a los problemas socioeconómicos que no están en sus manos, por tanto se consideró que los **puntos críticos** representativos son la *Alta dependencia de la relación oferta-demanda de productos* que tiene lugar tanto en el sistema de referencia como el alternativo y la *Alta dependencia de insumos externos*, principalmente de agroquímicos y concentrados ya que no sólo puede representar un incremento en el costo de producción, sino también puede

contribuir a la alteración del estado que guarda el recurso suelo. lo que en el largo plazo puede comprometer la viabilidad de los sistemas productivos.

La dependencia de la relación oferta-demanda también se vincula con la influencia de los intermediarios (principalmente en el sistema de referencia) ya que estos pueden establecer las condiciones de compra y venta de productos, además son necesarios cuando la dinámica del comercio de productos genera una saturación de los mercados locales.

Por tanto se definió al *intermediarismo* como un **criterio de diagnóstico**, cuyos dos **indicadores de sustentabilidad** se enfocan no sólo a las variaciones de precio sino también a la forma de resolver los problemas de saturación del mercado local. Por tanto dichos indicadores son: *Precios a intermediario y consumidor* y *Estrategias de venta y Canales de comercialización*

Con relación a la dependencia de insumos externos se definió el **criterio** como *Uso de insumos externos*, el cual puede considerarse como inherente a los sistemas locales, ya que para los productores, la necesidad de mantener altos rendimientos de productos hortícolas y ganaderos (leche), se relaciona con el alto uso de insumos como fertilizantes, plaguicidas y alimentos concentrados, además de que el tipo de cultivos (hortalizas de ciclo corto) favorece el incremento del uso de agroquímicos, principalmente para el control de plagas.

Entonces, se define que los productores dependen en gran medida no sólo de los insumos que producen (esquilmos, estiércol y mano de obra) sino también del uso de agroquímicos, concentrados, combustibles y otros insumos externos. Por lo que se plantearon como **indicadores de sustentabilidad**: *Cantidad de fertilizantes aplicados*, *Cantidades de plaguicidas aplicados* y en el caso del sistema alternativo *Cantidad de alimentos concentrados utilizados*.

El atributo **Equidad**, está vinculado con los aspectos sociales de los sistemas de estudio. Sin embargo, en este trabajo y durante el primer ciclo de evaluación no se logró profundizar en estos aspectos, ya que para percibir un cambio social se requiere de escalas de tiempo mucho mayores a un año.

En tal caso se incluyó a la equidad ubicándola en un contexto comunitario, es decir, que tan equilibrado es el acceso a recursos o medios de producción, bienes y servicios para las unidades de estudio en ambos sistemas. Así mismo se estudió que tan equilibrado es la repartición de los beneficios generados por las actividades productivas en dichas unidades, por tanto se definieron como dos **puntos críticos** positivos el *Alto nivel de vida* y la *Alta distribución de los beneficios*.

El primer punto es considerado debido a que en Tenango el acceso a los bienes y servicios y el hecho de contar con los medios de producción establece las bases para que las familias de los productores puedan gozar de un nivel de vida superior al que se tiene en otras zonas del valle de Toluca. Por tanto para este punto, el **criterio de diagnóstico** considerado es *Nivel de vida de las familias*, cuyo **indicador** es precisamente el *Acceso a recursos, servicios y educación*.

Para el segundo punto se consideraron los beneficios desde dos puntos de vista uno interno, que contempla como se distribuyen los beneficios (incluidos los ingresos) y responsabilidades, generados de las actividades productivas entre los integrantes de la familia, haciendo énfasis en el aprovechamiento de la mano de obra familiar. El otro punto de vista es externo y solo se centra en la necesidad de mano de obra externa. Por tanto el criterio de diagnóstico es *Beneficiarios familiares y externos* cuyos **indicadores** se centran en la disponibilidad de mano de obra y son *Uso de mano de obra familiar* y *Uso de mano de obra externa*.

La importancia del proceso anterior radica en proporcionar una base teórica para el inicio de la evaluación de sustentabilidad. Además permite establecer el plan de trabajo para llevar a cabo la recolección de información necesaria para dicha evaluación. A continuación se presenta el Cuadro 6 que muestra los puntos críticos identificados en el agroecosistema de estudio, así como los criterios de diagnóstico y los indicadores medidos tanto en el sistema de referencia como en el sistema alternativo.

Cabe mencionar que en el Cuadro 6 se clasificó y ordenó la información obtenida en la construcción de indicadores, diferenciando cuatro campos de estudio, lo que no significa que sean independientes, es decir que puede existir una relación entre los puntos críticos, criterios de diagnóstico o indicadores con los demás atributos y no solo con los se presentan en el mismo campo de estudio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 6. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ESTUDIO EN TENANGO DEL VALLE

Atributo	Punto crítico	Criterio de diagnóstico	Indicador	Escala de medición
Productividad	Alta eficiencia	Eficiencia	Rendimientos Márgenes por venta de productos hortícolas Márgenes por venta de productos ganaderos	kg/ha y lt/vaca/mes. \$/ha de producto \$/año
Estabilidad Resiliencia Confiabilidad	Alto daño sobre el ambiente	Prácticas de manejo	Calidad de suelos de cultivo Aplicación de estiércol en tierras. Diversidad de cultivos	pH, M.O., P, K y N. ton./ha Número de cultivos/U.P.
	Alta estacionalidad en la obtención de ingresos	Estacionalidad del comercio de productos	Renta de tierras Volumenes de venta por temporada hortícola Volumenes de venta de leche.	Número de ha rentadas/año Porcentaje vendido por ha de Producto Litros vendidos/hato/mes
Adaptabilidad	Alta presión del crecimiento urbano	Adaptación a mercados Usos de suelo Comercio establecido	Estrategias de venta y canales de comercialización Cambio en el uso de suelo. Influencia del comercio sobre el Agro.	Tipo de estrategias y canales Cambios observados Favorable o desfavorable
	Alta dependencia de la relación oferta-demanda productos Alta dependencia de insumos externos	Intermediarismo Uso de insumos externos	Precios a intermediario y consumidor Aplicación de fertilizantes Aplicación de plaguicidas Uso de alimentos concentrados	\$/ha de producto y \$/lt de leche kg/ha Lt o kg/ha Kg/vaca
Equidad (Autogestión)	Alto nivel de vida Alta distribución de los beneficios	Nivel de vida de la familia (nivel) Beneficiarios familiares y externos (peones)	Acceso a recursos, servicios y educación Uso de mano de obra familiar Uso de mano de obra externa	Alto, medio, bajo Total de jornales familiares Total de jornales externos

Fuente: Elaborado por el autor

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3. Resultados del seguimiento de los indicadores de sustentabilidad por atributo-indicador

La descripción de los resultados se realiza de acuerdo al orden en que se muestran los atributos y sus indicadores de sustentabilidad en el Cuadro 6.

7.3.1. Productividad

7.3.1.1. Rendimientos

A partir de la información recolectada en la comunidad se encontró que tanto para el Sistema de Referencia como para el Sistema Alternativo se producen una gran diversidad de cultivos. Sin embargo, para este estudio sólo algunos fueron medidos, tales como Lechuga, chícharo, avena y maíz para elote; esto responde a que dichos cultivos son los más comunes en la comunidad de estudio.

En este sentido se muestran en el Cuadro 7 los rendimientos estimados de cada cultivo para cada sistema de estudio. Cabe resaltar que en ocasiones los rendimientos no se pudieron calcular con la precisión deseada, debido a que los productores manejan diferentes estrategias de venta, en las cuales no es posible hacer una estimación exacta del rendimiento total de producto obtenido.

CUADRO 7. RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS PRODUCIDOS (kg/ha) POR UNIDAD PRODUCTIVA EN EL AÑO 2000

Productor	S.I.	C.S.	D.H.	Co.S.	J.A.
Sistema	Referencia	Referencia	Alternativo	Alternativo	Alternativo
Lechuga riego (kg/ha)	6 250	9 375	No sembró	No produce	10 000
Lechuga temporal (kg/ha)	5 625	No sembró	No sembró	No produce	9 000
Maíz para elote (kg/ha)	6 000	No produce	5 625	3 750*	6 375
Chícharo (kg/ha)	5 000	No produce	4 950	No produce	5 100
Avena (kg/ha)	7 500	6 500	7 000	5 400	No sembró

*Rendimiento estimado con base en el cálculo del productor, ya que el cultivo (incluyendo el elote) se usó como forraje.

Fuente: elaborado por el autor

Primeramente, se resalta que ambos sistemas cultivan lechuga, maíz para elote, chícharo y avena, sin embargo hay otros cultivos como cilantro y betabel (no monitoreados) que sólo se producen en un caso del sistema de referencia. Lo anterior obedece a que para el sistema alternativo la principal razón de la agricultura es la disposición de forrajes (esquilmos aprovechables para el ganado) y no la comercialización de un producto de hortaliza, lo cual explica que Co.S. no tenga un aproximado del rendimiento de elote como tal y en su lugar mencionó que obtiene aproximadamente dos viajes de su camioneta (pick-up de ½ tonelada y 8 cilindros) al día de forraje de maíz (en fresco) durante unos tres meses.

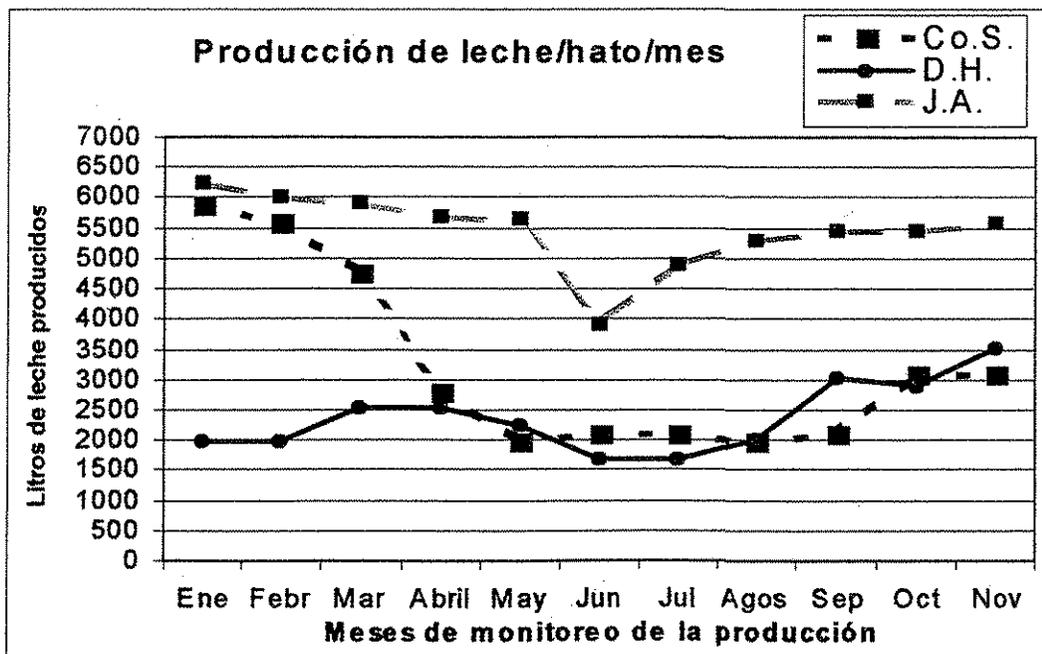
Se resalta también que los productores del sistema alternativo se enfocan más a

cultivos como elote, chícharo y avena, los cuales les permiten disponer de esquilmo agrícola aprovechable por el ganado, incluso si los cultivos del elote o chícharo tienen muy bajo precio en el mercado estos productores los destinan totalmente al ganado. Para el caso de la lechuga, los rendimientos presentados fueron determinados partiendo de un peso promedio estimado por los propios productores que fue de 250 g por pieza. Este peso se multiplicó por el total de piezas obtenidas por ha. Dicha cantidad para S.I. es de 25 000 piezas, para C.S. de 37 500 piezas y para J.A. de 40 000 piezas. Además según los productores de estudio los rendimientos son aproximadamente un 10% menores para la lechuga de temporal.

A partir de lo anterior se puede decir que la productividad de la actividad agrícola en ambos sistemas se caracteriza por una variedad notable de productos obtenidos de las parcelas, comparado con otros sistemas del Valle de Toluca y por rendimientos de medios a altos, comparados con los rendimientos promedio para el Estado de México desde 1989 hasta 1998 (Gamez *et al.*, 2000). Así mismo, la productividad se ve beneficiada por la optimización de mano de obra y uso de maquinaria en los trabajos de preparación de la cama de siembra como resultado de la asociación de cultivos.

Para el sistema alternativo, se presentan en la Figura 8 los volúmenes de producción de leche/hato/mes en las tres unidades productivas de estudio, tomando en cuenta que las variaciones entre cada mes fueron detectadas por medio de un formato de seguimiento que fue llenado mensualmente con la información proporcionada por el productor y que corresponde al periodo de enero a noviembre del año 2000.

FIGURA 8. VOLÚMENES DE LECHE PRODUCIDA/HATO/MES DURANTE EL CICLO 2000



Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Para comprender mejor la información presentada en la Figura 8 es necesario considerar algunas situaciones particulares en cada caso. El número total de vacas en producción para Co.S. disminuyó de 12 a 7, ya que se le murieron dos vacas y cambio otra que no le daba los resultados deseados. Además, dos vacas más entraron en descanso lactacional; todo esto explica la fuerte caída de la producción durante los primeros meses. Sin embargo, a partir del mes de mayo dos de sus vacas alcanzaron su nivel productivo más alto, lo que aunado a la adquisición de tres vacas en el mes de agosto hizo que su producción comenzara a recuperarse.

Esta unidad puede aprovecharse como un ejemplo del atributo resiliencia, ya que su sistema ganadero fue sometido a una severa perturbación (la muerte de dos vacas adultas y cuatro becerros³) y durante los meses del monitoreo se aprecia como este mismo sistema comenzó a recuperar su equilibrio. Cabe mencionar que el propio productor reconoce que su pensión mensual fue un elemento que contribuyó a amortiguar la caída de su producción y que posteriormente le permitió adquirir más vacas.

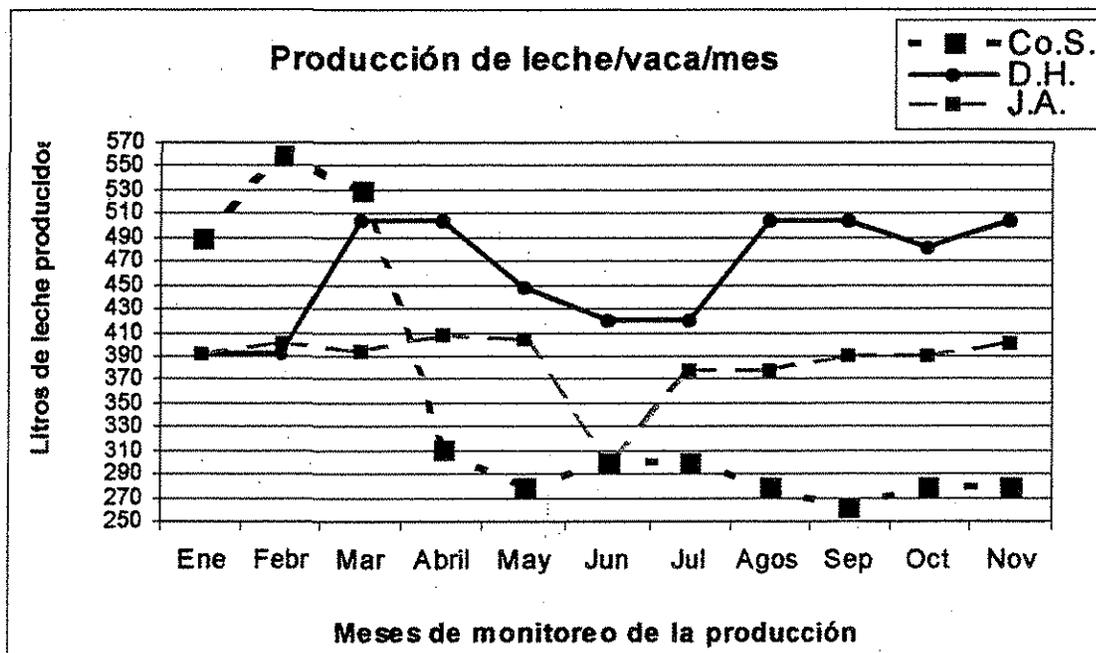
En el caso de D.H. el monitoreo se inició con cinco vacas en producción. Esta se mantuvo constante hasta el mes de mayo, experimentando un incremento de la producción en los últimos tres meses de este periodo, lo cual puede atribuirse al incremento de la producción por vaca (las vacas entraron en la parte ascendente en la curva de lactación) en estos meses. Para el mes de junio D.H. manifestó que una de sus vacas más productivas entró en descanso lactacional, lo que generó en una disminución de unos 500 litros de leche al mes. Para los meses finales el productor incrementó su número de vacas en producción debido a que entraron al proceso productivo dos de sus vaquillas, reflejándose en una tendencia a la alza en su producción.

En el caso de J.A. durante el monitoreo se presentó una disminución del número de vacas en producción de 16 a 13 durante el primer semestre del año 2000, lo que se refleja en la tendencia a la baja que este productor tuvo durante dicho semestre. Así mismo se detectó una fuerte caída de su producción (1750 litros) en el mes de junio acompañada de un rápido incremento (1000 litros) para el mes de julio, no encontrándose elementos que puedan explicar satisfactoriamente este fenómeno. Lo único que se detectó en el monitoreo fue que para este mes había tres vacas en descanso lactacional, de las cuales solo una entró a dicha etapa en el mes de junio. A partir de este mes y con un número constante de 14 vacas se observó una tendencia a la alza hasta el final del monitoreo.

De igual forma se consideró el volumen de leche mensual producido por vaca, en cada unidad productiva. Esto con la finalidad de tener un valor de producción menos influenciado por las diferencias entre unidades productivas, con respecto a la variable "numero de vacas en producción". Con esto se buscó verificar las diferencias en producción de leche, que fueran producto de las variaciones en las estrategias de manejo y administración de recursos e insumos disponibles para las unidades productivas. Dicha información se muestra en la Figura 9.

³ Una vaca adulta murió por aparente hipocalcemia y otra por causa desconocida. Los becerros murieron a causa de una neumonía hiperaguda.

FIGURA 9. VOLÚMENES DE LECHE PRODUCIDA/VACA/MES DURANTE EL CICLO 2000



Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Con relación al caso de Co.S. se observa de nueva cuenta el efecto que tuvo la muerte de seis animales (incluidas dos vacas adultas) sobre la producción del sistema lechero; manifestándose con una caída de la producción mensual de leche/vaca de 560 a 263 litros. Sin embargo, en la figura se observa también que a partir del mes de abril, el productor alcanzó una estabilidad en su producción, incluso comparado con los otros dos establos se observaron menores variaciones.

Según el productor lo anterior fue debido a dos factores, el primero corresponde a la alimentación, ya que alimenta con rastrojo de maíz concentrado y en ocasiones ensilado, así mismo en los meses de junio a septiembre utilizó plantas verdes de maíz, alfalfa y concentrado lo que se reflejó en un incremento de su producción hasta los meses finales del monitoreo cuando sus tres mejores vacas (las más productivas) entraron en descanso lactacional.

En el caso de D.H. el rango de producción de leche/vaca/mes observado fue de 392 a 504 litros. En este caso la figura muestra un incremento en los primeros meses del año, en los cuales la dieta de las vacas consistía de avena, concentrado y ensilado de maíz. Sin embargo, a partir del mes de abril el productor suprimió el ensilado y la avena, disminuyó la cantidad de concentrado y comenzó a basar la dieta de las vacas en el pastoreo; todo esto se refleja en la caída de la producción. En el mes de agosto se registró un incremento de la producción que coincidió con un incremento de las cantidades de concentrado y con el uso de esquileo de maíz en la dieta de las vacas.

En resumen las tres unidades resultan altamente productivas en cuanto a volumen de leche, ya que tanto Co. S y D.H. dentro de sus posibilidades buscan mantener una

productividad constante de 75 a 100 litros de leche por día (estándar del mercado) a lo largo del año, mientras que J.A. alcanza los 200 litros diarios. Sin embargo al comparar la Figura 8, con la Figura 9 se puede definir que los productores más eficientes son D.H. y Co. S. por debido a que sus niveles de producción por vaca son más altos que para J.A. quien muestra los niveles de producción más altos por ható pero también es quien tiene el mayor número de vacas.

7.3.1.2. Márgenes por venta de productos hortícolas

Para obtener los márgenes en la agricultura, en el Cuadro 8 se presentan los costos que tienen los productores tanto del sistema de referencia como del alternativo en virtud de las actividades más comunes de la producción agrícola, incluyendo en todos los casos los costos de la mano de obra.

En dicho cuadro también se aprecian grandes diferencias entre los productores del sistema de referencia, para el cultivo de la lechuga, principalmente en el uso de insumos como fertilizantes y agroquímicos, lo cual es debido a que S.I. no utiliza agroquímicos para el control de plagas, mientras que C.S. y J.A. utilizan grandes cantidades de estos insumos, lo que se refleja en los valores similares que tienen en cuanto a costos.

Para el chícharo y elote hay también diferencias en los costos de las cosechas que se deben a la cantidad de mano de obra contratada y al número de cortes que se dieron a la parcela. Es decir que los productores del sistema alternativo requirieron de más mano de obra debido a la necesidad de vender el producto y a la premura de utilizar el esquilmo como forraje, mientras que S.I. cosechó con menos personas, aunque tardó más tiempo. Cabe resaltar que este ahorro se debió a que las personas que S.I. utilizó para cosechar son empleados fijos que no cobraron por día.

En general los costos de producción por separado para cada cultivo representan una alta inversión, que los productores participantes no podrían satisfacer fácilmente. Sin embargo las actividades de preparación de la cama de siembra para los diferentes cultivos tienen un mismo costo, el cual solo varía de acuerdo al precio que gestionen los productores que no cuentan con tractor propio. Este fenómeno es consecuencia de que los productores aprovechan la primera preparación de tierra para asociar dos o más cultivos, optimizando el gasto realizado en preparación de la cama de siembra, lo que significa que dichos gastos sólo se realizan dos veces por año, excepto en los productores que siembran avena, quienes realizan estos gastos tres veces por año.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 8. COSTO (\$/ha) DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DURANTE EL AÑO 2000

Productor	S.L.	C.S.	J.A.	D.H.	Co.S.
Actividad Lechuga	Referencia	Referencia	Alternativo	Alternativo	Alternativo
Barbecho	640	300	500	No sembró	No produce
Rastra	240	150	250	No sembró	No produce
Surcado	340	100	100	No sembró	No produce
Siembra	1 960	1 885	2 200	No sembró	No produce
Fumigado	244	620	650	No sembró	No produce
Deshierbe	140	700	900	No sembró	No produce
Cosecha lechuga*	3 450	12 388	12 700	No sembró	No produce
Total	7 014	16 143	17 300	No sembró	No produce
Actividad Chicharo					
Barbecho	640	No produce	500	400	No produce
Rastra	240	No produce	250	200	No produce
Surcado	340	No produce	100	200	No produce
Siembra	1590	No produce	2 910	2 210	No produce
Fumigado	244	No produce	4 550	3 330	No produce
Deshierbe	600	No produce	450	310	No produce
Cosecha chícharo*	4 130	No produce	8 406	9 030	No produce
Total	7 784	No produce	16 166	15 480	No produce
Actividad elote					
Barbecho	640	No produce	500	400	550
Rastra	240	No produce	250	200	200
Surcado	340	No produce	100	200	200
Siembra	1 380	No produce	1 040	4 250	840
Fumigado	488	No produce	450	540	330
Deshierbe	1 640	No produce	950	680	240
Cosecha elote*	2 300	No produce	3 750	3 000	3 500
Ensilado de maíz	No ensila	No ensila	2 000	2 000	No ensila
Total	7 028	No produce	9 040	11 270	5 860
Actividad avena					
Barbecho	640	300	No sembró	400	550
Rastra	240	150	No sembró	200	200
Surcado	340	100	No sembró	200	200
Siembra	820	820	No sembró	820	820
Cosecha avena*	2 100	1 600	No sembró	1 000	1 200
Total	4 140	2 970	No sembró	2 620	2 970

Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

*En todos los casos los gastos de cosecha incluyen los gastos de traslado a los centros de venta

Para el caso de la avena, los costos de siembra se obtuvieron a partir de una densidad de siembra de 100 kg/ha, tomando un costo promedio de \$7/kg de semilla, esto a nivel local. Además, los costos de la cosecha de D.H. y Co. S., consideran sólo la mano de obra, ya que estos productores no cuantificaron el costo de traslado de la avena al establo, lo anterior a consecuencia de que el forraje se va usando conforme a las necesidades de alimentación del ganado. En el Cuadro 9 se muestran los ingresos brutos que se obtienen de cada cultivo tanto para el sistema de referencia como alternativo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 9. INGRESOS BRUTOS (\$/Ha) OBTENIDOS POR LA VENTA DE PRODUCTOS HORTICOLAS EN EL AÑO 2000

Producto	Ingresos Brutos (\$/ha)				
Productor	S.I.	C.S.	D.H.	Co.S.	J.A.
Sistema	Referencia	Referencia	Alternativo	Alternativo	Alternativo
Lechuga	25 000	22 500	No sembró	No produce	30 000
Lechuga	22 500	No sembró	No sembró	No produce	27 000
Chícharo	12 500*	No produce	12 250*	No produce	12 750
Elote	12 600	No produce	11 813	7 875*	13 388
Avena	9 375	8 125	8 750*	6 750*	No sembró
Total	81 975.00	30 625.00	32 813.00	14 625.00	83 138.00

*Ingreso estimado considerando una venta total, a pesar de que el producto no se vendió.

Fuente: elaborado por el autor

Los valores que aparecen en el Cuadro 9 incluyen a cultivos como chícharo y elote que comúnmente son asociados, en este caso se procedió a cuantificar el ingreso obtenido por la venta de cada producto por separado, asumiendo que el efecto que de la asociación sobre los rendimientos de cada cultivo es bajo, ya que al comparar los rendimientos de cultivos asociados con los rendimientos reportados por Gamez et al. (2000), éstos son muy similares.

A partir de la diferencia entre costos de producción e ingresos brutos calculada para cada productor, se obtienen los márgenes por la venta de los productos hortícolas producidos en ambos sistemas, lo cual se muestra en el Cuadro 10.

CUADRO 10. MÁRGENES POR VENTA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA EL CICLO 2000

Productor	Ingreso bruto (\$/ha)	Costo de producción (\$/ha)*	Márgenes (\$/ha)
S.I.	69 475	25 966	39 509.00
C.S.	30 625	19 113	11 512.00
D.H.	17 938	29 370	-11 432.00**
Co.S.	0	8 830	-8 830**
J.A.	83 138	42 506	40 632.00**

*Valores obtenidos de la suma del total de costos/ productor/ cultivo. ** No se incluyen los ingresos de la ganadería.

Fuente: Elaborado por el autor.

Cabe aclarar que en el Cuadro 10 se muestran los ingresos brutos reales obtenidos en el año 2000, es decir que no se cuantificaron los ingresos de los productos no vendidos o parcialmente vendidos (50%), como sucedió en el caso del chícharo de S.I. y D.H. respectivamente, así como en el elote de Co.S. Así mismo en los casos de los ganaderos la avena no se vendió. Lo anterior para Co.S. y D.H. se reflejó en aparentes pérdidas económicas. Sin embargo en estos casos la pérdida económica se amortiguó utilizando los productos que no se vendieron para alimentar a su ganado, con la seguridad de que el mercado de la leche es más estable.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3.1.3. Márgenes por venta de productos ganaderos

En el sistema alternativo además de los ingresos obtenidos por la venta de productos de hortaliza, también se obtienen ingresos producto de la actividad lechera, los cuales son generados por la venta de queso y la venta de leche fluida; cuya importancia a decir de los productores, radica en la disponibilidad diaria de efectivo para satisfacer las necesidades básicas del hogar.

En este sentido en el Cuadro 11, se muestran los márgenes obtenidos anualmente por venta de leche, así como el ingreso que se obtiene por la venta de queso y animales. La suma de estos dos valores se muestra como el "Ingreso bruto." También se observan los costos anuales de producción de leche, los cuales son restados de los ingresos brutos para obtener la columna de "Márgenes."

CUADRO 11. MÁRGENES (\$/año) OBTENIDOS POR LA VENTA DE PRODUCTOS GANADEROS DURANTE EL AÑO 2000

Productor	Queso	Leche	Animales	Ingreso bruto	Costo de producción	Márgenes
D.H.	2 000	90 564	13 750	106 314	69 468	36 846
Co.S.	200	175 200	3 500	178 900	134 364	44 536
J.A.	NP*	250 716	-	250 716	186 600	64 116

*NP= No Produce

Fuente: Elaborado por el autor.

En el cuadro anterior es necesario aclarar que los apartados de queso y animales no son una práctica común durante todo el año, por lo que los valores monetarios presentados corresponden a los ingresos obtenidos en las temporadas de venta, lo que pone de manifiesto que la fortaleza económica de la ganadería es la venta de leche fluida.

Así mismo existen dos factores que permiten a los productores obtener ingresos altos, comparados con otros sistemas lecheros del Valle de Toluca. Estos son: *el precio de venta*, el cual para los productores de estudio es de \$3.50, \$5.00 y \$4.00 respectivamente y *la venta directa a consumidor* de leche fluida, que mantiene dichos precios. Estos aspectos se tratarán a mayor detalle en el indicador "canales de comercialización."

7.3.2. Estabilidad, resiliencia, confiabilidad y adaptabilidad

7.3.2.1. Calidad de suelos de cultivo

La medición del indicador "calidad de suelo" consistió en verificar parte del estado nutrimental del suelo a través de la determinación del pH y de la cantidad de materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno presentes en el mismo. El indicador se midió tanto en las parcelas de cultivo (suelo manejado), como en las porciones de suelo no manejadas o besanas. Lo anterior se realizó con el fin de identificar el efecto que pudieran tener las técnicas de manejo y uso de insumos sobre dicho recurso. En el Cuadro 12 se muestran los valores obtenidos por el laboratorio de suelos del *Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (IICAMEX)*, en la medición de cada elemento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 12. CALIDAD DEL SUELO EN BESANA (B) Y PARCELA (P) DE LOS SISTEMAS DE ESTUDIO DURANTE EL AÑO 2000

Productor	Sistema	pH			Materia orgánica			Fósforo (ppm)			Potasio (ppm)			Nitrógeno (%)			
		B	P	C*	B	P	C*	B	P	C*	B	P	C*	B	P	C*	
Suelos																	
S.I.	Referencia	6.24	5.83	-	7.99	5.61	-	242.73	275.1	+	240	180	-	0.4	0.28	-	
C.S.	Referencia	5.38	4.91	-	5.97	5.22	-	356.58	328.06	-	170	120	-	0.3	0.26	-	
D.H.	Alternativo	4.9	5.17	+	3.84	3.61	-	280.16	338.87	+	220	230	+	0.19	0.18	-	
J.A.	Alternativo	4.68	4.03	-	2.78	3.14	+	337.36	380.53	+	60	190	+	0.14	0.16	+	
Co.S.	Alternativo	5.86	5.3	-	3.27	2.04	-	217.36	298.33	+	90	10	-	0.16	0.1	-	

* C= Cambio. Indica si el componente se incrementó (+) o disminuyó (-) con el manejo de las parcelas.
Elaborado por el auto a partir de los análisis de suelo.

A partir de la información del Cuadro 12 se observó que los suelos (aun en las besanas) se caracterizan por ser ligeramente ácidos, con alto contenido de materia orgánica y niveles altos de nitrógeno, con saturación de fósforo y carencia de potasio. Para el caso de las parcelas se identificó un incremento de las características citadas anteriormente, a excepción del pH y la materia orgánica, los cuales disminuyeron⁴. Por tanto se presume que las diferencias entre los valores de la besana y la parcela son producto del manejo y del uso de insumos que se requiere para la producción hortícola.

La acidificación observada entre parcela y besana, puede relacionarse con el uso de fertilizantes inorgánicos (IICAMEX, 2000). Sin embargo también Lampkin (1998) menciona que el uso de grandes cantidades de estiércol como abono natural, contribuye a la acidificación, ya que los procesos de descomposición liberan ácidos orgánicos que bajan el pH del suelo. Cabe resaltar que este factor también se presenta en el sistema de referencia, ya que los productores tienen acceso a este insumo por medio de la compra a precios relativamente bajos de \$700/camión de volteo e incluso en algunos casos lo obtienen gratuitamente.

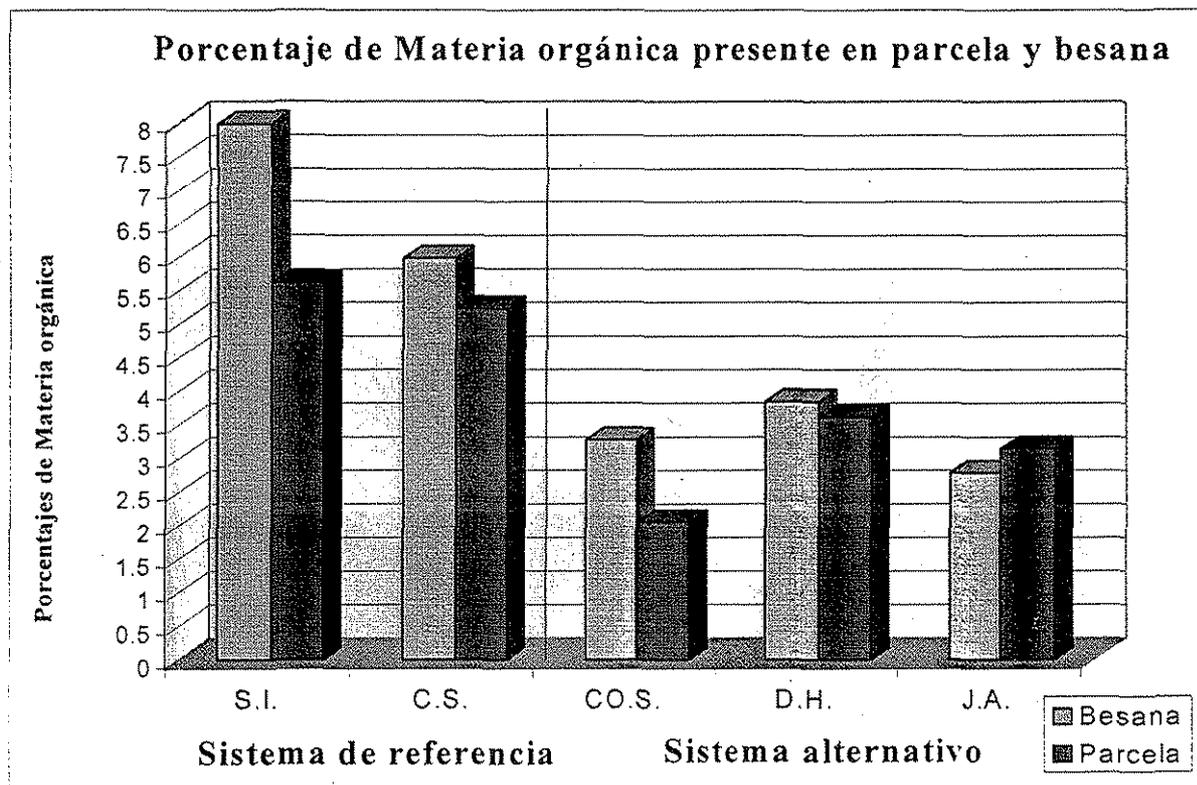
La importancia de este hecho desde el punto de vista de la sustentabilidad de los sistemas de estudio radica en la disminución gradual del potencial productivo (al menos para hortalizas) ya que al presentar una tendencia a incrementar su acidez los suelos gradualmente presentarán menor rendimiento en cultivos locales importantes como la lechuga y el chícharo (Tamaro, 1988; Maroto, 1995).

Por otro lado, se observó que en seis de los siete casos de estudio hay un notable incremento en las cantidades de fósforo acompañado de una notable disminución del potasio en cinco de los casos de estudio, lo cual también es consecuencia del uso de fertilizantes que contienen mucho fósforo y poco potasio. Sin embargo esta situación hasta la fecha no ha tenido una implicación negativa sobre los cultivos, Siendo necesario realizar un estudio más a fondo este fenómeno en un segundo ciclo de evaluación.

Así mismo, se identificó un punto a favorable en los suelos de cultivo de ambos sistemas, que es el alto contenido de materia orgánica, lo cual puede deberse en primer término a la disponibilidad y aplicación de estiércol y en segundo lugar a las asociaciones de cultivos del tipo leguminosa-gramínea. En tal virtud, a partir del Cuadro 12 se elaboró la figura 10, donde se muestran los niveles de materia orgánica (M.O.) encontrados para ambos sistemas de estudio.

⁴ La condición ácida del suelo también fue reportada por Domínguez (1993), quien realizó un estudio de diagnóstico mineral del suelo reportando valores de pH de 6.01-6.5.

FIGURA 10. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS SISTEMAS DE ESTUDIO PARA EL AÑO 2000



Elaborado por el autor.

En la Figura 10 se identificó que los suelos del sistema de referencia parten de una mayor cantidad de materia orgánica que los suelos del sistema alternativo, lo que puede deberse al origen de las parcelas analizadas (suelos fértiles que pertenecieron a una laguna), además de su ubicación (parcelas en planicie con fácil acceso de vehículos). Sin embargo también se observó que tanto el sistema alternativo como el sistema de referencia tienen pocas variaciones en cuanto a la cantidad de materia orgánica entre parcela y besana a excepción del caso de S.I, quien a pesar de limitar el uso de agroquímicos y realizar varias asociaciones de cultivos, presenta la mayor variación de M.O. entre besana y parcela

La segunda excepción corresponde a Co.S, quien desarrolla toda su actividad agrícola en tierras rentadas, por tanto en las parcelas hay una limitada cantidad de estiércol, lo que aunado a la producción de dos cultivos por año (elote y avena) contribuye al bajo nivel de materia orgánica de sus parcelas. Además este productor también vende aproximadamente el 60% del estiércol que produce su establo. Así mismo se resalta que para J.A. se registró un incremento de la M.O. en su parcela, lo que puede deberse a una aplicación reciente de estiércol.

A partir de lo anterior, se destaca la importancia del estiércol como un elemento que contribuye a mantener los niveles de materia orgánica en las parcelas, además de ser un insumo disponible para ambos sistemas de estudio. Por tanto, a continuación se presenta una descripción de dicho indicador.

7.3.2.2. Aplicación de estiércol en tierras

El estiércol cobra un papel importante debido a su uso como abono natural para las tierras de cultivo, lo que para el sistema de referencia representa un menor gasto en la adquisición de abono para las tierras, ya que es más barato que el fertilizante inorgánico, es decir que mientras un kilo de estiércol les cuesta \$0.70, un kilo de fertilizante 18/46/00 les cuesta \$2.00, aunado al costo de un kilo de urea que es de \$1.40. Para el sistema alternativo el estiércol representa una disminución de las cantidades usadas y compradas de dichos fertilizantes y también se convierte en una solución contra la acumulación del mismo en los establos.

En este estudio se encontró que los productores de ambos sistemas aplican el estiércol sólo en las tierras que les pertenecen, dejando de lado las superficies de cultivo que rentan, esto debido a la inseguridad de la renta de los terrenos, es decir que un productor puede rentar una porción de tierra por un año, lo que no garantiza que al año siguiente pueda volver a contar con esa tierra, mientras que según los productores el efecto aproximado del estiércol sobre las tierras no se manifiesta completamente en dicho periodo de tiempo.

A pesar de que no se cuantificó la cantidad exacta de estiércol que se aplica en las tierras, se estima que en el sistema de referencia S.I. aplica 30 000 kg/ha aproximadamente (incluyendo residuos de pajas y estiércol de equino y ovino), mientras que C.S. no utilizó este insumo.

En el sistema alternativo la cantidad de estiércol aplicado se puede estimar con base en el número de animales por unidad productiva, considerando que el promedio de producción de estiércol fresco de una vaca adulta es de 50 kg/día o bien de 8 kg/día de estiércol seco (Spedding, 1982). En segundo término se asume que el total de estiércol recolectado en el establo pasa a las parcelas de cultivo, a excepción de Co.S quien vende un 60% de este insumo (Villa, 1997).

En este sentido la cantidad de estiércol fresco producido fue aproximadamente de 148 000 kg/año para Co.S., del cual sólo aplicó 59 400 Kg/ha, ya que vendió el 60% de su producción, para el caso de D.H. se estimó una producción anual de 82 500 kg, el cual es repartido en tres hectáreas, aplicando 27 500kg/ha. Para J.A. se estimó una producción de 230 000 kg/año repartido en cuatro hectáreas, aplicando 57 500 Kg/ha.

La diferencia entre las cantidades usadas en los sistemas de estudio obedecen a que el sistema de referencia solo tiene acceso al recurso estiércol a través de su compra lo que lo convierte en otro insumo externo, con un costo aproximado de \$70.00/ton de estiércol fresco. Otra situación es en virtud del manejo que se da al estiércol antes de ser aplicado a las parcelas, ya que las fuentes de obtención y el tiempo que pasa el estiércol "almacenado" a orillas de las parcelas, influyen sobre la calidad del mismo. Por ejemplo, en el caso particular de S.I. el "estiércol" proviene en gran medida (más del 60%) de los residuos de la producción de hongos, por lo que no sólo contiene gran cantidad de paja, sino que también ha perdido buena parte de sus nutrientes.

En el caso de los ganaderos, el estiércol puede pasar entre 11 y 12 meses desecándose y/o humedeciéndose sin control a orillas de las parcelas, lo que incrementa la pérdida de nutrientes importantes; particularmente el nitrógeno (Worthen y Aldrich, 1980; Simpson, 1986). Sin embargo los productores afirman que este estiércol es más fácil de manejar y “rinde más”, es decir que cubren una superficie de hasta tres hectáreas con la producción de un año, que si aplicaran el estiércol en fresco.

7.3.2.3. Diversidad de cultivos

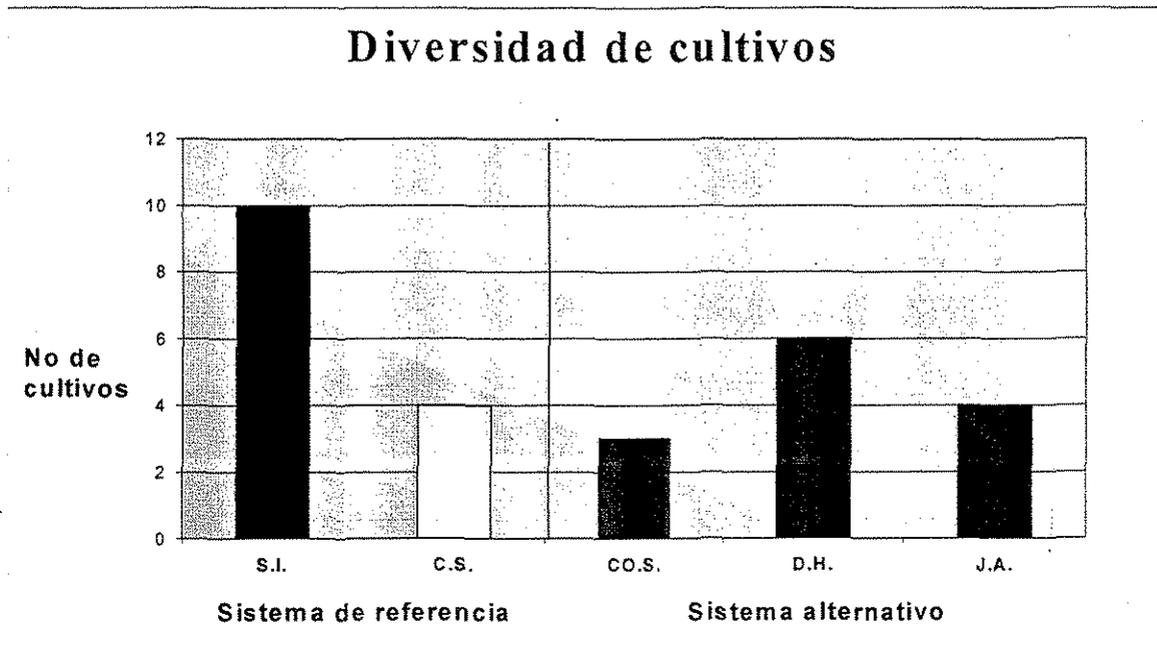
Con relación a este indicador, se observó que en ambos sistemas de manejo la diversidad de cultivos es la base de la agricultura, como se muestra en la Figura 11. Para el sistema de referencia se encontró que los productores siembran hasta tres veces por año sus tierras, lo cual se traduce en mayor producción de las parcelas, obteniendo hasta tres diferentes cultivos de una sola. También se obtiene una mayor disponibilidad de esquilmos agrícolas y de forrajes (avena) que se vende como alimento para el ganado.

Las estrategias de diversidad de cultivos se basan principalmente en la asociación de cultivos en una sola parcela, pero también en la producción de diferentes cultivos en diferentes parcelas. Dichos productores argumentan que el motivo de la asociación responde a dos factores, por un lado la optimización de las labores de preparación de tierra y por otro el aprovechar los ciclos cortos de las hortalizas para obtener de dos a tres cultivos por año por parcela.

Otro factor que influye en la diversidad de cultivos, principalmente para el sistema de referencia es el mercado (demanda y precio de productos hortícolas) de tal forma que es una estrategia de protección contra las caídas de precios de los productos. También se observó esta estrategia en el caso de C.S., quien la mayor parte del año solo tiene un cultivo (lechuga). En este caso, el productor procuró tener dicho cultivo en diferentes fases, para poder cosechar el producto en diferentes escalas de tiempo de tal forma que le permitió tener un ingreso económico constante por algunos meses.

En la Figura 11, se observa que ambos sistemas procuran sembrar un mínimo de tres cultivos; sin embargo los intereses de esta diversidad no son los mismos en cada sistema. En el sistema de referencia la diversidad responde más a las necesidades de mercado, mientras que en el sistema alternativo responde más a las necesidades de disponibilidad de esquilmos y forrajes para el ganado.

FIGURA 11. NÚMERO DE CULTIVOS OBTENIDOS/UNIDAD PRODUCTIVA EN LOS SISTEMAS DE ESTUDIO DURANTE EL CICLO 2000



Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Para tener un panorama más claro de la diversidad mostrada, se tiene que en el caso de S.I. hay cultivos como lechuga, chícharo, elote, avena y otros no monitoreados como girasol, rábano, cilantro, haba, ajo y alfalfa. C.S. sembró lechuga de riego (2 ha), avena y otros cultivos como betabel y cilantro, mientras que Co.S. sembró alfalfa, maíz y avena, en contraste D.H. sembró maíz en grano (blanco y amarillo), elote, chícharo, avena y calabaza. Finalmente J.A. sembró elote, lechuga, chícharo y espárrago.

La alta diversidad de cultivos entre los productores también es favorecida por las diferentes asociaciones de cultivos por parcela, las cuales se observaron tanto para el sistema de referencia como para el sistema alternativo. Las asociación más común en el sistema alternativo fue **Chícharo-elote**; mientras que para el sistema de referencia además de esta última se identificaron otras como **Chícharo-lechuga** y **Lechuga-elote**.

Aunado a la asociación de cultivos se observaron algunas estrategias de manejo que localmente son conocidas como “cultivos escalonados,” ya que se aprovechan los ciclos relativamente cortos (3-6 meses) de las hortalizas para disponer de la superficie de tierra sembrando un nuevo cultivo, esta estrategia puede ser consecuencia de las necesidades de los productores y/o de la demanda del producto en el mercado. Cabe resaltar que en el sistema alternativo es común una estrategia que inicia con **Chícharo**, continua con **elote** y finaliza con **avena**.

Para el sistema de referencia el patrón de cultivos es más variado ya que se observaron los siguientes patrones. Para la lechuga, se inicia con **Lechuga de riego**

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

(invierno) y puede continuar con **Lechuga de temporal** (verano), **betabel** o **elote**. Otro patrón inicia con **chícharo**, seguido de **zanahoria** o **lechuga de temporal** y un último patrón observado fue **chícharo** seguido de **elote**.

Sin embargo, la distribución y uso que cada productor proporciona a sus parcelas cambia después de cada ciclo hortícola, lo que representa de dos a tres cambios durante un año. La toma de estas decisiones se apoya en las necesidades de cada productor, que como ya se dijo están influenciadas por el sistema de estudio al que pertenecen (percepción del mercado en el sistema de referencia y producción de forrajes en el alternativo). También se identificó una influencia familiar en las actividades agropecuarias, por ejemplo, en el sistema de referencia se encontró que si la familia ha sembrado algún cultivo por años por ejemplo lechuga o chícharo, el productor también siembra lechuga o chícharo.

7.3.2.4. Renta de tierras

En las unidades productivas del sistema de referencia este indicador toma especial importancia debido a las demandas del mercado de hortalizas y a la disponibilidad de tierras ofrecidas en arrendamiento. Es decir que los productores participantes manifestaron la necesidad de obtener en arrendamiento superficies de tierra para generar una mayor oferta de productos, con el objetivo de satisfacer las demandas del mercado local y externo. En el sistema alternativo la necesidad de arrendamiento no sólo respondió a las demandas de mercado ya que también se argumentó que las tierras de cultivo rentadas contribuyeron a una mayor producción de forrajes (avena, esquilmo de maíz y alfalfa) para el ganado lechero.

Los productores mencionaron que desde hace cinco años siempre han dispuesto de tierras ofrecidas en arrendamiento, pero que dichas tierras no siempre tienen la misma ubicación ni pertenecen al mismo arrendador. El precio que se paga por la renta de tierra oscila entre los \$1500.00 y \$2000.00/ha/año, dependiendo de la ubicación de las tierras, la cual puede ser en pendiente o en planicie. La ubicación es importante para el productor ya que puede condicionar los rendimientos o bien el número de cultivos que pueda sembrar, debido a la facilidad o dificultad del uso de maquinaria, a los grados de erosión y a la accesibilidad de vehículos para el traslado de peones y productos durante la cosecha.

Las tierras ofrecidas en arrendamiento corresponden a propiedades privadas o bienes comunales, en ambos casos las tierras son arrendadas debido a la pérdida de interés en las actividades agrícolas por parte de los propietarios, quienes argumentan “muchos costos y pocas ganancias”. Para el sistema de referencia la renta de tierras favorece a la diversidad de cultivos, fomentada a su vez por las demandas de mercado. De igual forma la mayor diversidad de cultivos ha sido aprovechada por los productores como una estrategia para protegerse de las caídas de los precios de algunos de sus productos en el mercado.

Sin embargo, desde un punto de vista de la sustentabilidad el tener una mayor diversidad también puede implicar un mayor riesgo de pérdida económica para el sistema de referencia, ya que la horticultura requiere de más insumos y el éxito de los cultivos no

esta garantizado. Además, para los productores implica también mayores necesidades de mano de obra. Las diferentes necesidades e intereses en los sistemas de referencia y alternativo que fomentan la renta de tierras y la cantidad de hectáreas rentadas por productor, se muestran en el Cuadro 13.

CUADRO 13. NÚMERO Y USO DE HECTÁREAS ADQUIRIDAS POR RENTA POR PRODUCTOR EN EL 2000

Productor	Sistema	No. de ha rentadas	Uso de la tierra
S.I.	Referencia	6	Cultivo de hortalizas
C.S.	Referencia	3	Cultivo de hortalizas y avena
D.H.	Alternativo	1	Producción de forraje (maíz grano)
Co.S.	Alternativo	3	Producción de forraje (elote y avena)
J.A.	Alternativo	4	Producción de elote, hortalizas y forrajes

Fuente: Elaborado con información proporcionada por los productores participantes

En el sistema alternativo la renta de tierra se realiza con la finalidad de satisfacer las demandas de producción de alimentos para el ganado, ya que la tierra se usa para la producción de forrajes obtenidos por medio de la producción de elotes, aprovechando el esquilmo (caña) para la elaboración de ensilado de maíz. Con este ensilado se abastecerá de forraje en épocas de estiaje y se contribuirá a mantener constante el nivel de producción de leche a lo largo del año.

Además, con esta estrategia también se protegen de las caídas del precio del elote en el mercado, ya que tienen la opción elaborar el ensilado incluyendo el producto, evitando los gastos de cosecha. Con esto, el productor señala que tiene una menor pérdida económica cuando los elotes tienen un bajo precio en el mercado.

A pesar de los beneficios del sistema de renta de tierras, desde el punto de vista de la sustentabilidad, la mayor desventaja de este indicador, es tener que pagar un precio en efectivo, ya que convierte a la renta de tierras en una especie de “insumo externo” necesario para mantener la viabilidad de la unidad productiva tanto para el sistema de referencia como para el alternativo pero que también representa otro gasto.

Por otro lado, se presentan indicadores que también se relacionan con el atributo **Adaptabilidad**, sin olvidar que en este trabajo se agrupó en un campo de estudio cuya importancia es el mantener el equilibrio de los sistemas estudiados.

7.3.2.5. Volúmenes de venta por temporada hortícola

La venta de productos de hortaliza esta muy influenciada por los ciclos agrícolas y las demandas de mercado. Para tener un panorama de este efecto estacional (obtención de ingresos) de la horticultura, en principio se muestran en la Figura 12, las temporadas de venta de los principales productos hortícolas en los sistemas de referencia y alternativo.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

FIGURA 12. TEMPORADAS DE VENTA DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS HORTÍCOLAS A LO LARGO DEL AÑO

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lechuga (R)												
Lechuga (T)												
Chícharo												
Elote												

R= riego T= temporal

Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Los productos, se cargaron en camionetas de tres toneladas y se llevaron a los centros de venta, por tanto las épocas de cosecha incluyeron a las épocas de venta. En este sentido se tiene que la lechuga de riego se vendió en los meses de abril, mayo y junio, mientras que la lechuga de temporal salió a mercado en los meses de septiembre, octubre y noviembre. El chícharo salió a mercado en los meses de abril, mayo y junio; mientras que para el elote los meses de venta fueron agosto, septiembre y octubre. Sin embargo, en la Figura 12 se observa también que existe un periodo de cuatro meses consecutivos (diciembre a marzo) en donde el sistema no genera ingresos.

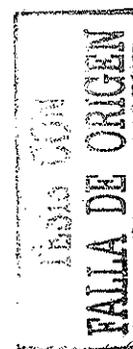
En ambos sistemas el volumen de venta de productos debería corresponder al rendimiento total de las parcelas ya que no se observó algún tipo de autoconsumo. Sin embargo en el Cuadro 14 se muestran los porcentajes de venta de los principales productos hortícolas, con respecto al volumen total producido en las parcelas.

CUADRO 14. PORCENTAJES DE VENTA DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LOS SISTEMAS DE ESTUDIO DURANTE EL AÑO 2000

Productor	S.I.	C.M.	D.H.	Co.S.	J.A.
Sistema	Referencia	Referencia	Alternativo	Alternativo	Alternativo
Lechuga de riego (pzas/ha)	25 000 (100%)	37 500 (100%)	No sembró	No produce	40 000 (100%)
Lechuga de temporal (pzas/ha)	22 500 (100%)	No sembró	No sembró	No produce	36 000 (100%)
Chícharo (kg/ha)	0 (0%)	No produce	4 900 (50%)	No produce	5 100 (100%)
Elote (kg/ha)	6 000 (100%)	No produce	5 625 (100%)	0 (0%)	6 375 (100%)

Fuente: elaborado con información recolectada y analizada por el autor

El Cuadro 14 ofrece un panorama de la alta capacidad de los productores para colocar algunos productos como la lechuga y el elote en el mercado, denotándose una problemática en el caso del Chícharo, ya que sólo J.A. fue capaz de venderlo al 100%, incluso se observa que sólo J.A. y C.S. son los únicos productores capaces de vender todo lo que producen, mientras que los demás no lograron hacerlo, lo que se reflejó en pérdidas económicas, cuya magnitud aparentemente no tuvo un impacto severo en las unidades productivas.



7.3.2.6. Volúmenes de venta de leche

Para determinar este indicador se retoma la información mostrada en la Figura 5 (Producción de leche por hato por mes), en donde se aprecian los volúmenes disponibles de leche fluida para cada estable. A estos volúmenes se les restan los volúmenes de leche que el productor destinó para el autoconsumo, por lo que el volumen total de venta de leche por productor del sistema alternativo y la relación entre producción y venta se muestran en el Cuadro 15.

CUADRO 15. RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN Y VENTA DE LECHE FLUIDA EN EL SISTEMA ALTERNATIVO EN EL 2000

Productor	Leche producida (lt/mes)	Leche vendida (lt/mes)	Porcentaje vendido
Co.S.	3 220	2 920	90.6%
D.H.	2 365	2 156	91.1%
J.A.	5 463	5 222	95.5%

Fuente: Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

A partir del Cuadro 15 se observó que Co.S. tuvo un volumen de venta de leche que ascendió a 32 120 litros en once meses, ya descontando la leche de autoconsumo (10 litros diarios), así mismo para el caso de D.H. el volumen de venta de leche (ya restado el autoconsumo de 7 litros diarios) fue de 23 718 litros vendidos en once meses y en el caso de J.A. se encontró un volumen total de leche fue de 57 450 litros vendidos, ya descontando el autoconsumo que fue de 8 litros diarios.

En los tres casos el autoconsumo de leche es relativamente bajo comparado con el volumen de venta, ya que es de 10% para Co.S., 9% para D.H. y 5% para J.A. Sin embargo este autoconsumo es importante, al menos en los dos primeros casos ya que beneficia a familiares (hijos casados o sobrinos) que no viven en la unidad productiva y que tampoco contribuyen en las actividades ganaderas por lo que también ofrece un panorama en virtud del atributo Equidad.

La importancia y justificación económica de la producción lechera es debida a los altos precios (comparados con los sistemas tradicionales del Valle de Toluca) de venta de sus productos y a sus canales de comercialización ya que estos son directos al consumidor, lo que pone de manifiesto que la actividad lechera también tiene una fuerte influencia del mercado. De hecho los altos porcentajes de venta de leche indican una alta capacidad de los productores para negociar (gestionar) su producto a precios altos, lo que ofrece un panorama de la Autodependencia de estos productores.

Sin embargo, durante el seguimiento se identificó una ligera disminución de la venta de leche fluida en virtud de los periodos vacacionales de las escuelas de nivel básico, que se presentó en los meses de julio y agosto. Esta disminución de las ventas no represento un impacto severo, ya que se compensó con la venta de subproductos tales como queso, gelatinas, dulces y otros.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.3.2.7. Estrategias de venta y canales de comercialización

Para hacer frente a los problemas de intermediarismo, saturación de mercados locales y bajos precios de los productos agrícolas, los productores de ambos sistemas han adoptado una estrategia de venta conocida como “venta en huerta,” la cual consiste en vender de acuerdo a los intereses y conveniencias de las partes involucradas el total de su producto pero sin cosecharlo. Para los productores que venden, esta estrategia tiene la ventaja de evitar los gastos de la cosecha y traslado de productos, además según su propia opinión, se obtiene un ingreso seguro mínimo de \$10 000.00 y máximo de \$50 000.00 por cultivo.

Sin embargo los productores aceptan dos desventajas de esta estrategia. La primera consiste en que los precios que alcanza su producto son muy variables y dependen de una negociación del productor con el comprador, lo cual debido a la dinámica de la demanda del mercado de productos, puede convertirse en una carrera contra el tiempo ya que una vez que el producto de hortaliza está listo para mercado su condición óptima permanece por una o dos semanas, después de las cuales dicha condición cambia, lo que representa una disminución de su precio, corriéndose el riesgo de no venderse.

La segunda desventaja consiste en que el ingreso obtenido por la venta de la huerta puede representar hasta la mitad del ingreso que se puede obtener con la venta del producto al mayoreo en la central de abastos del Distrito Federal. A pesar de estas desventajas los productores afirman que la venta en huerta seguirá siendo una opción que utilizarán para sacar el producto en alguna de sus parcelas, ya que les permite ahorrarse los gastos de cosecha.

Por otro lado las estrategias de venta de leche fluida en el sistema alternativo representan menores problemas para los productores, incluso les permiten colocar la totalidad de su producción, exceptuando las épocas vacacionales de las escuelas primarias, cuando la demanda de leche disminuye. Una de las estrategias más comunes de venta es conocida como “venta a pie de establo,” la cual consiste en que los consumidores por voluntad propia llegan hasta las puertas del establo para comprar a precio de consumidores (\$4.00 a \$5.00/litro) su leche del día.

En otros casos la estrategia de venta involucra a la familia del productor, ya que es su esposa o alguno de sus hijos e hijas quienes se encargan de entregar la leche a los consumidores. Una estrategia más de venta observada fue de productor a intermediario o botero, quien obviamente paga precios más bajos (\$3.50/litro).

En cuanto a canales de comercialización, en el sistema de referencia se identificaron tres diferentes tipos para hortalizas y forrajes, mientras que para el sistema alternativo se encontraron cinco canales de venta de productos agrícolas y ganaderos. En el primer sistema los canales identificados son: El mercado local, La central de abastos del D.F. y La Central de Abastos de la ciudad de Toluca, siendo la central de abastos del D.F., donde se destina el 90% de la producción.

En el mercado local los productos son vendidos al menudeo directamente a los consumidores, esta venta se realiza principalmente los días jueves y domingo de cada semana y absorbe un 9 a 10% de la producción total, ya que la alta oferta de productos hortícolas y de forrajes genera una rápida saturación del mercado local. En otros casos la venta local de los productos se realiza aprovechando el comercio establecido, como sucede con S.I.

Para los productores participantes (incluidos los del sistema alternativo) la central de abastos de la ciudad de Toluca, no es la mejor opción para la venta de sus productos, a pesar de su cercanía con Tenango del Valle. Lo anterior según dichos productores obedece a que dicha central tiene precios de compra más bajos y resulta más difícil introducir sus productos. Sin embargo para J.A. (productor del sistema alternativo) resulta lo mismo colocar sus productos agrícolas en ambos lugares, incluso lo viene haciendo desde hace varios años. recordando que J.A. aparentemente posee una bodega en la central de abastos de Toluca.

En este sentido la venta de productos agrícolas en el D.F. tiene un impacto positivo en los productores de ambos sistemas ya que han colocado sus productos en este lugar por años y por tanto son más conocidos, incluso a decir de los productores, los intermediarios de la central de abastos reconocen la calidad de los productos de Tenango del Valle, comparada con otras regiones hortícolas del estado de Puebla. Esto proporciona cierta seguridad al productor con respecto a la venta de sus productos, incluso por “viajes”, lo cual consiste en una venta al mayoreo de productos de hortaliza en camionetas de tres toneladas.

Para el elemento “ganadería de leche” del sistema alternativo se identificaron dos canales de venta, los cuales son el mercado local que tiene dos estrategias y el mercado externo que requiere de intermediarios para vender la leche. En el mercado local la primera estrategia consiste en la venta directa a consumidor en la propia unidad productiva es decir que los consumidores llegan hasta el establo a comprar la leche; mientras que la segunda estrategia consiste en la venta por medio de “entregos” es decir que el productor o algún miembro de su familia lleva la leche hasta la casa del consumidor, en ambos casos los precios de venta son como lo indica en el indicador 7.3.3.1.

El segundo canal de venta se basa en la venta a intermediarios (boteros), que es posible debido a la demanda que existe en otros municipios principalmente Santiago Tianguistenco, el cual a decir de los productores y de los boteros consume el 70% de la leche que se vende fuera de Tenango del Valle.

7.3.2.8. Cambios en formas de uso del suelo

El presente indicador, por su efecto de largo plazo, no manifestó ningún cambio en las cinco unidades productivas estudiadas durante el año 2000. La información recolectada descarta la posibilidad de que alguno de los productores de estudio tenga interés en cambiar el uso de suelo de sus parcelas o de sus establos, por lo que en un corto a mediano plazo (dependiendo de la longevidad del productor) ambos sistemas se mantendrán en condiciones similares a las actuales.

Un aspecto a resaltar del uso de suelo es la ubicación de algunas unidades productivas de estudio, particularmente del sistema alternativo, de las cuales una está



dentro de la zona urbana y otras dos aproximadamente a 200 y 700 m de la misma. Las tres se ubican en sitios donde la ley establece que el uso de suelo es sólo para Casa-habitación y comercio establecido. Además, la legislación vigente de la Secretaría de Salud tampoco permite la existencia de estas unidades ya que se consideran como un problema de salud pública, lo que pone en riesgo la viabilidad de dichas unidades en el mediano a largo plazo.

7.3.2.9. Influencia del comercio establecido sobre el Agro

El comercio establecido ha sido uno de los pilares económicos de la comunidad de estudio, además genera efectos sobre ambos sistemas. En el sistema de referencia una parte de los productos de hortaliza (lechuga y elote), así como la avena se comercializan al menudeo y mayoreo en los mercados locales, así como en algunos establecimientos propios o ajenos. Por ejemplo en el caso de S.I. dichos productos se comercializan en el establecimiento propiedad de su esposa. Sin embargo, sus volúmenes de venta son de menudeo, por lo que sólo son complementarios a las estrategias de venta al mayoreo que requiere la horticultura.

El sistema alternativo se ha visto más favorecido, ya que algunos productos derivados de la ganadería tienen mejores posibilidades de colocarse en el mercado local y los insumos necesarios para la producción ganadera gozan de mayores facilidades de adquisición. Los subproductos de la ganadería (queso, gelatinas, y otros) y en menor grado el elote, son comercializados directamente a los consumidores en establecimientos y en los mercados locales, principalmente en las temporadas vacacionales cuando disminuye la demanda de leche fluida vendida. El resto del año la leche fluida es comprada directamente en la unidad productiva.

Así mismo la fácil disponibilidad de los insumos para el sistema alternativo (concentrados y forrajes), representa una engañosa ventaja para los ganaderos, ya que por un lado algunos productores pueden adquirir los concentrados pagándolos hasta una semana después, pero por otro se fomenta una dependencia del sistema por estos insumos externos.

En resumen desde el punto de vista de la sustentabilidad, el indicador en el corto plazo tiene efectos positivos, pero en el largo plazo el constante crecimiento del comercio establecido también puede representar una desventaja para el sector agropecuario, ya que las nuevas generaciones están desarrollando una pérdida de interés en las actividades del agro, haciéndose a la idea de poner un negocio, lo que genera dudas sobre el destino de los sistemas agropecuarios.

7.3.3. Autodependencia (autogestión)

7.3.3.1. Precios a intermediario y consumidor

Este indicador es uno de los que más influencia tiene sobre el sistema de referencia, ya que los precios de los productos hortícolas son más inestables (mayor variación) que los precios de los productos ganaderos, además se requiere de una mayor capacidad de

negociación para conseguir precios aceptables para los productores, considerando que en este caso es indispensable el intermediario, ya que es el único que compra grandes volúmenes del producto.

En este sentido los productores del sistema de referencia afirman que el mayor impacto se aprecia en algunos productos como la lechuga, elote y chícharo, cuyos precios de venta al mayoreo son castigados por el intermediario, quien además tiene el control del canal de venta de dichos productos. Para tener un panorama más claro en el Cuadro 16, se muestran los precios de venta a intermediario y consumidor de diferentes productos para ambos sistemas.

La información del Cuadro 16 puede tener algunas variantes en dependencia de la estrategia de venta y de la capacidad del productor para negociar con el intermediario. Por ejemplo: En el caso de la lechuga, cuyo precio común es de \$1500.00 por camión de tres toneladas con 1500 piezas (viaje), se puede obtener un precio máximo a intermediarios de \$2000.00, lo que representa un precio de \$1.00 a \$1.30 por pieza.

CUADRO 16. PRECIOS A INTERMEDIARIO Y CONSUMIDOR EN LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE LOS SISTEMAS DE ESTUDIO DURANTE EL 2000

Productos	Sistema	Intermediario	Consumidor
Lechuga riego (\$/pza)	Ambos	1.00	5.00
Lechuga temp. (\$/pza)	Ambos	1.00	5.00
Chícharo (\$/kg)	Ambos	2.00-3.00	5.00-7.00
Elote (\$/pza)	Ambos	0.30	3.00
Avena (\$/manejo)	Referencia	No se vende	15.00
Leche \$/lt)	Alternativo	3.50	5.00

Fuente: Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Un factor que se suma a los precios bajos de estos productos, es que los productores deben absorber el costo del traslado de sus productos hasta el Distrito Federal, además ya en el sitio de venta los productores también deben de pagar una comisión de 10% del valor de su producto (viaje) para colocarlo en la Central de Abastos, hecho denominado por los productores como "coyotaje," el cual no necesariamente ha sido visto como problema de índole económico, sino se ha visto cómo un requisito más para la venta de sus productos.

Cabe resaltar que esta problemática no afecta a la avena, la cual si goza del beneficio completo de la venta directa, ya que aprovechando que en los primeros dos tercios del año los ganaderos no disponen de forraje fresco, ésta es vendida directamente a los establos ganaderos, ya sea en pacas o en "manojos" que alcanzan un precio de \$15.00/pieza en dependencia de la calidad.

Lo anterior resalta el papel de los cultivos forrajeros sobre el equilibrio de las actividades del sistema de referencia, convirtiéndose en un importante eslabón entre los



sistemas de estudio, el cual tiene un mercado seguro con generación segura de ingresos que contribuyen a amortiguar las caídas de precios de las hortalizas.

En el caso del sistema alternativo la situación afecta con diferente magnitud a sus dos componentes, de los cuales el más afectado es el elemento horticultura. Sin embargo los productores afirman que si los precios de su principales productos agrícolas (elote y chícharo) son muy bajos en el mercado prefieren no cosecharlos y aprovechar todo la planta para alimentar al ganado o elaborar ensilado de maíz, con la seguridad de que el mercado de la leche es más estable.

En la producción de leche el problema de los intermediarios no tiene un impacto considerable sobre su comercialización y la de sus derivados, pero si tiene un control sobre los precios de dichos productos aun cuando no es tan severo comparado con el sistema de referencia. Incluso tampoco representó una desventaja cuando se comparó con sistemas de producción de leche de otras regiones del Valle de Toluca, debido a que los precios de venta son más altos, aun cuando sean vendidos a intermediarios; por ejemplo en el caso de leche fluida el precio de venta a intermediario (botero) es de \$3.50, mientras que en otras regiones el precio a intermediarios del mismo producto solo es de \$2.50 como máximo.

Por otro lado los precios a consumidor en el sistema alternativo involucran más al elemento producción de leche, ya que los precios de los productos agrícolas presentan un comportamiento idéntico al sistema de referencia. Los precios de venta observados en el sistema alternativo son: Para Co.S. es de \$5.00 por litro, ya que vende directo a consumidor, obteniendo un ingreso bruto de \$175, 200.00 por año, mientras que para D.H. sólo fue de \$3.50/litro, teniendo un ingreso que asciende a \$90, 564.00 anuales, debido a que este productor vende a un intermediario "botero" y para J.A. fue de \$4.00/litro, lo que le genera un ingreso bruto de \$250, 716.00 al año.

La generación de subproductos lácteos se basó en la producción de queso, el cual fue vendido directamente a consumidor, alcanzando un precio de \$50.00/kilo; lo que explica por qué los productores del sistema alternativo a veces prefieren no vender sus productos agrícolas a precios bajos y destinarlos a la producción de leche. La venta de animales fue una actividad complementaria, en donde se vendieron sólo machos y se retuvieron hembras, excepto en el caso de D.H. quien si implementó un subsistema de engorda de ganado.

La venta de animales adultos (vacas en producción o vaquillas) se realiza en forma directa de productor a distribuidor, por lo que el precio de venta es determinado por ambas partes, lo cual genera mucha variación del precio. En el caso de novillos y becerros para el abasto la venta se realiza de productor a intermediario, quien por lo general es un carnicero local, el cual tiene un mayor control sobre los precios de venta, basándose en los precios de mercado y en la condición que a juicio propio tengan los animales en venta, lo que también genera una variación impredecible de los precios de venta.

En resumen las variaciones de precios de venta de los subproductos y animales hacen que la prioridad del sistema alternativo se enfoque hacia la producción y venta de leche fluida.

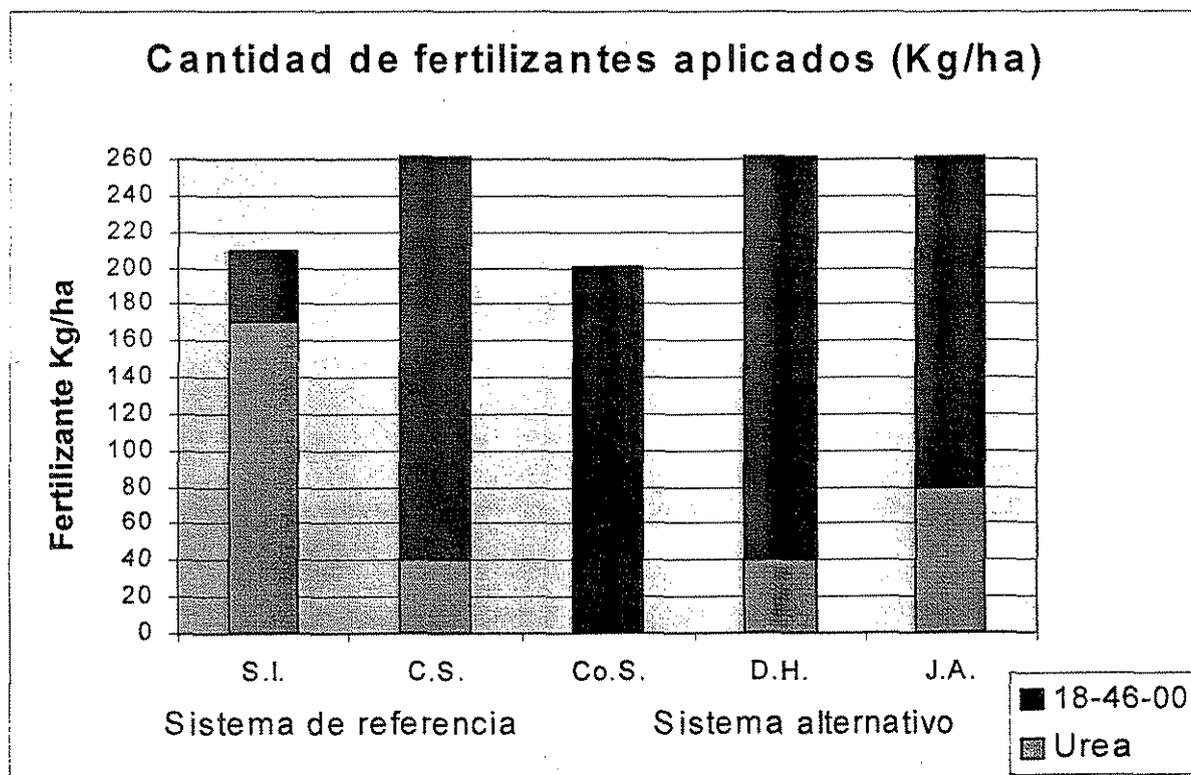
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otro lado antes de iniciar la descripción de los resultados obtenidos sobre los indicadores relacionados al uso de insumos externos, cabe hacer la aclaración de que dichos indicadores también tienen una fuerte vinculación con los atributos de estabilidad, confiabilidad y resiliencia, ya que influyen sobre el equilibrio de los sistemas. Sin embargo de acuerdo con el método MESMIS tienen mayor relación con la autodependencia por lo que a continuación se procede a su descripción.

7.3.3.2. Aplicación de fertilizantes

En principio resultaría obvio pensar que el uso de fertilizantes inorgánicos tiene diferente impacto en los sistemas de estudio, ya que los productores del sistema de referencia aplican fertilizantes químicos mientras que los del alternativo usan fertilizantes orgánicos (estiércol), lo que de algún modo reduce el uso de insumos externos, aunque no los sustituye. Sin embargo en la Figura 13 se aprecia que no existen grandes diferencias entre las cantidades globales de fertilizante aplicado en las parcelas de los sistemas de estudio.

FIGURA 13. CANTIDADES DE FERTILIZANTE USADAS EN KG/HA EN LA UNIDAD PRODUCTIVA



Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

De igual forma como el sistema de referencia tiene una mayor diversidad de cultivos y sólo se tiene acceso al recurso estiércol por medio de su compra, era de

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

suponerse que en este sistema se involucra una mayor variación en los tipos y cantidades de fertilizantes inorgánicos usados.

Sin embargo como se observa en la Figura 13, los productores del sistema de referencia, no utilizaron ni mayor cantidad ni más de dos tipos diferentes de fertilizantes, comparados con los productores del sistema alternativo. Además en los casos de estudio del sistema de referencia se encontró que el productor menos diverso (C.S.) utilizó una mayor cantidad de fertilizantes que el productor más diverso (S.I.).

Incluso en los productores del sistema alternativo quienes cuentan con el recurso estiércol sin necesidad de pagarlo y tienen la prioridad de contar con forraje para sus animales y no generar altos rendimientos en sus cosechas, además de suponer que un productor del sistema alternativo sólo necesita fertilizante para no más de tres cultivos distintos, también se observó que el uso de fertilizantes inorgánicos es similar y en dos casos igual al de los productores del sistema de referencia. Por todo esto se definió que las cantidades usadas de fertilizantes no dependen de las necesidades de los cultivos sino dependen del criterio de cada productor.

Entre otras cosas, se obtuvieron las cantidades promedio usadas de fertilizante para ambos sistemas, encontrándose que el sistema de referencia utiliza 130 kg/ha de 18/46/00 y 105 kg/ha de urea; para un total de 245 kg/ha de fertilizante. Para el sistema alternativo se tienen 200 kg/ha de 18/46/00 y 60 kg/ha de urea. Esta situación implica que las cantidades promedio aplicadas en el sistema de referencia sean de 73 kg/ha de N, 69 kg/ha de P y 0 kg/ha de K. Para el caso del sistema alternativo las cantidades promedio por elemento son de 72 kg/ha de N, 92 kg/ha de P y 0 kg/ha de K.

Con esto las implicaciones del uso de los fertilizantes sobre las necesidades de fertilización de los cultivos en ambos sistemas son las siguientes: Considerando que Tamaro (1988) y Gámez et al. (2000) establecen que para la lechuga se requieren de 150 kg de N, 90 kg de P y 30 kg de K, sólo el sistema alternativo cumple con los requerimientos de P, pero no con los otros dos elementos. Para el chícharo cuyos requerimientos son 70/90/30 nuevamente el sistema alternativo cumple con el N y P, mientras que el de referencia esta ligeramente por debajo de óptimo de N y bajo en los otros dos. En el caso de la avena, cuyas necesidades son 80/40/00, ambos sistemas alcanzan los estándares del P y el K, quedando carentes en N.

Lo anterior resalta la importancia de dos factores en la sustentabilidad de los sistemas. Por un lado el uso de asociaciones de cultivos, particularmente del tipo leguminosa gramínea (chícharo-lechuga, chícharo-elote), ya que contribuye a satisfacer las carencias de N y por otro lado el uso de estiércol, que contribuye a mantener la materia orgánica de los suelos de cultivo.

Sin embargo en la sustentabilidad de los sistemas el uso de fertilizantes también tiene un impacto (que en este trabajo no se cuantificó plenamente debido a su efecto de largo plazo), que consiste en una aparente disminución de la calidad de los suelos, la cual a decir de los productores se manifiesta en el requerimiento gradual de mayores cantidades

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de fertilizante para lograr los rendimientos deseados, incrementando su dependencia de este insumo. Aunado a un incremento de los gastos monetarios para la producción hortícola, ya que los productores manifiestan que ciclo tras ciclo se incrementa el precio de estos insumos.

7.3.3.3. Aplicación de plaguicidas

Este indicador también es problema de ambos sistemas, pero el sistema de referencia se ve más afectado, debido a que para realizar la fumigación de productos de hortaliza tales como chícharo, elote e incluso la lechuga se requiere de varias aplicaciones de plaguicida en dependencia del criterio del productor con respecto al grado de afección de sus cultivos, tomando la decisión en cuanto al número de aplicaciones de plaguicida. Los productores de ambos sistemas manifiestan que en cada cultivo (excepto en elote y avena) comúnmente se realizan 6 aplicaciones de plaguicida. Los plaguicidas utilizados por los productores se muestran en el Cuadro 17.

CUADRO 17. CANTIDADES (lt o kg/ha), TIPOS Y TOXICIDAD DE LOS PLAGUICIDAS USADOS EN HORTICULTURA

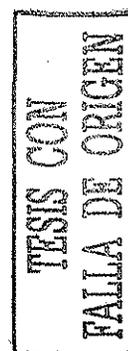
Plaguicida	Principio activo	Cultivo	Cantidad	Aplicaciones	Toxicidad
Folidol	Paration	Chícharo y lechuga	1	6	Muy alta
Gesaprim	Atrazina	Elote	1	1	Relativamente baja
Yerbamina	2,4, D Amina	Elote	1	1	Moderada
Tamaron	Metamidofos	Chícharo	1	6	Moderada
Afalon	Falone	Chícharo	1	6	Moderada
Malation	Malation	Chícharo	1	6	Moderada

Fuente: Elaborado con información obtenida de Barrera (1976) y Cremlyn (1986)

Las implicaciones del uso de plaguicidas en la sustentabilidad el sistema, radican en el alto número de aplicaciones, más aun el plaguicida más tóxico (Folidol) es también el más usado, incluso es la primera elección para cuatro de los cinco casos de estudio (excluyendo a Co.S, quien sólo siembra maíz y avena). A pesar de lo anterior, en el sistema alternativo el uso de estos químicos es más limitado, lo cual es consecuencia del aprovechamiento de esquilmos agrícolas en la alimentación del ganado. En este sistema los productores han aprendido por experiencias anteriores que al usar grandes cantidades de plaguicida quedan residuos en las plantas donde se aplicó (esquilmos), lo que después se reflejaría en intoxicaciones y abortos de su ganado.

Sin embargo aunque no se cuantificó en el presente trabajo debido a las escalas de tiempo y disponibilidad de información, resulta necesario profundizar en el estudio de los efectos residuales del plaguicida sobre los esquilmos y recursos como suelo y agua, ya que desde el punto de vista de sustentabilidad el costo ecológico podría ser tan alto como para poner en riesgo la viabilidad de la horticultura en el mediano plazo.

Así mismo, la importancia de este indicador también se vincula con incrementos de los costos de producción. Para resaltar el impacto económico del indicador sobre la horticultura en los sistemas de referencia y alternativo, se muestra en el Cuadro 18, como se incrementan los costos de producción por el uso de agroquímicos en cada unidad productiva de estudio.



CUADRO 18. INCREMENTO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/ha) DE LA HORTICULTURA POR EL USO DE AGROQUÍMICOS

Cultivo/productor	S.I.		C.S.		J.A.		D.H.		Co.S.	
	Sistema	Referencia	Referencia	Alternativo	Alternativo	Alternativo	Alternativo	Alternativo	Sin	Con
Agroquímicos	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Lechuga (\$/ha)	7 014	7 014	14 443	16 143	16 180	17 300	N.S.	N.S.	N.P.	N.P.
Chicharo (\$/ha)	7 324	7 784	N.P.	N.P.	14 466	16 166	13 670	15 480	N.P.	N.P.
Maíz elote (\$/ha)	5 738	6 338	N.P.	N.P.	7 480	8 640	6 340	7 490	4 410	5 460
Avena (\$/ha)	3 820	4 140	2 010	2 970	N.S.	N.S.	1 660	2 620	2 170	2 970
Total (\$/ha)	23 896	25 276	16 453	19 113	38 126	42 106	21 670	25 590	6 580	8 430
Incremento (\$/ha)*	1, 380.00		2, 660.00		3, 980.00		3, 920.00		1, 850.00	

NP= No produjo, NS= No sembró, *Promedio de incrementos en efectivo

Fuente: Elaborado con información recolectada y analizada por el autor

Como se aprecia, los incrementos monetarios por uso de agroquímicos son importantes en los casos de C.S., D.H. y Co.S., ya que representan una alza de 16.6%, 18% y 28.1% del costo original, mientras que no son muy importantes en los casos de S.I y J.A. donde sólo representan una alza de 5.7% y 10.4%. Entonces el ahorro económico que se obtendría por no usar agroquímicos en tres casos sería importante, pero en los otros dos no sería tan importante como se pensaba. Aunado a esto se observó que los productores ni manifestaron interés (excepto S.I.) por eliminar el uso de estos insumos a pesar de que manifestaron estar en desacuerdo con los incrementos en los precios de estos insumos.

7.3.3.4. Uso de alimentos concentrados

Este es un indicador específico del sistema alternativo ya que el concentrado comercial es un importante insumo externo que los productores han utilizado por años y que consideran indispensable para mantener niveles de producción de leche constantes durante todo el año, aun cuando aprovechan el ensilado y los esquilmos agrícolas como alimento de sus animales.

La existencia de varios establecimientos comerciales dedicados a la venta de alimentos concentrados para ganado bovino, hace que la adquisición de concentrados sea relativamente sencilla, incluso algunos productores gozan de créditos semanales proporcionados por los distribuidores, lo que lógicamente fomenta cada vez más el uso de estos insumos. De este modo los productores utilizan como parte de la dieta de los bovinos lecheros algunos insumos alimenticios como pasta de coco, salvado, pasta de soya, maíz molido (considerados en este trabajo como concentrados) y alimento balanceado de tipo comercial.

El impacto del uso de los concentrados recae sobre los costos de producción de leche, cuyo incremento está directamente relacionado con la cantidad de concentrado que el productor requiere. En el Cuadro 19, se muestran las cantidades de alimentos concentrados usadas mensualmente por los productores de estudio, así como los costos de alimentación mensuales.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO 19. CANTIDADES Y COSTOS ANUALES DE ALIMENTOS CONCENTRADOS USADOS EN LA DIETA DE BOVINOS DURANTE EL AÑO 2000

Tipo/productor	D.H.		J.A.		Co.S.	
Pasta de coco (kg/años)	2 880		0		3 888	
Salvado (kg/año)	2 880		0		2 592	
Pasta de soya (kg/año)	720		0		0	
Maíz molido (kg/año)	0		10 080		6 480	
Alimento balanceado (kg/año)	720		15 120		0	
Total de concentrado (kg/año)	6 480	720	10 080	15 120	12 960	0
Costo de alimento (\$/año)	12 312	1 692*	2 260	37 800*	24 624	0*
Total de costos (\$/año)	14 004.00		40 060.00		24 624.00	

*Se refiere al costo del alimento balanceado de tipo comercial (lecherina 18)

Fuente: Elaborado con información recolectada y analizada por el autor.

Los cálculos de los costos se determinaron con base en la cantidad de insumo alimenticio y alimento balanceado, obteniendo un precio promedio local de \$1.90/kg para los insumos alimenticios y de \$2.35/kg para el alimento balanceado de tipo comercial. Estos precios locales se multiplicaron por la cantidad utilizada (expresada en kilos) de estos insumos, obteniendo un valor para insumos alimenticios y otro para concentrados, los cuales al final se sumaron obteniendo el costo total.

El consumo por vaca por día observado durante el estudio fue de 4 kg en las vacas de D.H. y Co.S., mientras que para las vacas de J.A. fue de 5 kg diarios en todos los casos se repartió en las dos ordeñas. Así mismo se observó que D.H. maneja 40%, 40% 10% y 10% de pasta de coco, salvado, pasta de soya y alimento balanceado respectivamente. Para el caso de J.A se observó un 60% de concentrado y un 40% de maíz molido, mientras para Co.S. se observó un 50% de maíz molido, 30% de pata de coco y 20% de salvado.

En resumen con respecto al planteamiento inicial los resultados indican que hay un alto el uso de alimentos concentrados y que comparado con los ingresos obtenidos al año por ventas de leche el costo de los concentrados para D.H. representa un 15.5% de su ingreso anual, para J.A representa un 15.9% de su ingreso anual y para Co.S. representa el 14% de sus ingreso anual.

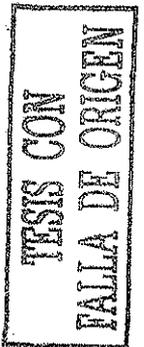
7.3.4. Equidad

7.3.4.1. Acceso a recursos, servicios y educación

Recursos

En los sistemas de referencia y alternativo, los productores de estudio tienen acceso a los medios de producción (tierra, capital y mano de obra), los cuales según dichos productores han permitido el desarrollo de las actividades tanto para la horticultura y producción de forrajes, como para la producción de leche y derivados.

La tierra varía entre los productores (titulares) de estudio, con respecto a su extensión y a sus usos. Dichos productores coinciden (aunque no así sus hijos) en que es el



recurso más importante, incluso por encima del recurso agua (que no se evaluó en este trabajo), a tal grado que sin tierra no tendrían posibilidades de sobrevivir en la comunidad, por esto es considerada como el principal patrimonio para sus generaciones futuras.

Por otro lado el capital principalmente la maquinaria (agricultura) y los establos ganaderos, favorecen el desarrollo de las actividades de los sistemas de estudio, para el de referencia permite generar un uso intensivo de la tierra de cultivo, mientras que para el alternativo permite tener espacios de manejo y alojamiento para su ganado. Así mismo, los flujos de efectivo establecen una marcada diferencia entre los sistemas a lo largo del año, ya que en el sistema de referencia la disponibilidad de ingresos (dinero en efectivo) es más estacional e inestable. Además las variaciones de precios influyen en la cantidad de ingresos obtenidos y en la posibilidad de satisfacer las necesidades familiares y agrícolas.

En el caso del sistema alternativo el flujo de efectivo es mucho más constante, ya que la venta de leche fluida permite a los productores contar diariamente con dicho efectivo durante todo el año, lo que aprovechan para satisfacer los gastos del establo, de su familia y en ciertas épocas los gastos de la agricultura.

Es notable también que los productores de ambos sistemas han aprovechado la oferta de créditos y programas de apoyo otorgados por instituciones gubernamentales para tener acceso a recursos monetarios (PROCAMPO y PROGRESA) y equipo (maquinaria agrícola y ordeñadoras), resaltando que este hecho no ha significado que dependan de dichos apoyos para sostener sus unidades productivas.

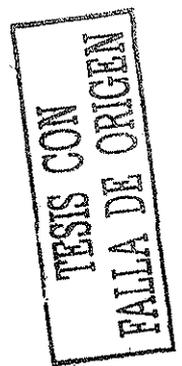
Servicios

En la comunidad de estudio se cuenta con todos los servicios de primera necesidad como son: agua potable, drenaje, luz, teléfono, alumbrado público, medios de transporte, vías de comunicación, centros educativos y centros de salud. Esto es una consecuencia positiva del crecimiento y desarrollo urbano local, por tanto el indicador define un proceso equitativo entre las cinco unidades productivas de estudio.

Con relación a los servicios de transporte y vías de comunicación, se destaca la importancia de cubrir los cuatro puntos cardinales de la comunidad. En este sentido el principal aporte a la sustentabilidad (equidad) de los sistemas es el establecer rutas definidas de tránsito de productos de la comunidad a los centros de venta externos como CENABASTOS, y otros municipios importantes como Santiago Tianguistenco y Ocoyoacac, donde se vende la leche producida en Tenango.

Educación

En la comunidad se cuenta con el acceso a los servicios educativos locales que van desde la educación primaria hasta una preparatoria regional, incorporada a la Universidad Autónoma del Estado de México. Esta situación ha motivado a las generaciones jóvenes (incluyendo a los hijos de los productores participantes) a incrementar los niveles



educativos que se tenían en la comunidad. Incluso, aprovechando las vías de comunicación de la población, se ha fomentado el acceso a centros educativos de la ciudad de Toluca, principalmente en lo que respecta a la educación profesional.

Lo anterior se refleja en una disminución del analfabetismo, incluso los hijos de los productores han concluido una carrera universitaria o se encuentran estudiándola. La relevancia de esta observación radica en que los hijos de los productores han crecido o están creciendo en un ambiente más equitativo del que perduró años atrás. Sin embargo también están cambiando sus intereses y planes futuros, lo que puede representar en el mediano o largo plazo un abandono de las actividades agropecuarias.

7.3.4.4. Uso de mano de obra familiar

En los sistemas de referencia y alternativo, las actividades productivas de la agricultura involucran la participación familiar, principalmente del jefe de familia (productor), quien se encarga de supervisar, participar activamente en dichas actividades y llevar el producto cosechado a los lugares de venta. Sin embargo, en épocas de incremento de mano de obra (cosechas) es común que varios integrantes de la familia también participen en las actividades requeridas, es decir que no necesariamente colaboran cosechando sino que también se encargan del transporte de jornaleros, preparar y llevar comida y bebida (refrescos) a los jornaleros y de ayudar al productor con la supervisión de las cosechas.

La repartición de las actividades entre los integrantes de la familia varía en dependencia de la disponibilidad de la familia, ya que los hijos e hijas mayores de 18 años se dedican a estudiar una profesión o trabajan en otras actividades y las esposas de los productores dedican más tiempo al hogar o al comercio establecido. A pesar de sus actividades cuando es necesario cada integrante de la familia (principalmente las esposas) se da un tiempo para atender algunas actividades como son venta de leche, compra de insumos y supervisión del vaquero.

En las unidades de estudio se observó que en el caso de S.I. y Co.S solo una persona (el productor) tiene participación en las actividades productivas, para D.H. participan 2 personas de la familia y para C.S y J.A la participación oscila entre 1 y 3 personas de la familia. Por tanto la participación familiar en las actividades de ambos sistemas es baja, siendo un poco mayor en el sistema alternativo, donde la participación se enfoca en algunas actividades de la ganadería.

7.3.4.5. uso de mano de obra externa

Uno de los factores más importantes para el desarrollo de las actividades en las unidades productivas es la disposición de la mano de obra, principalmente para las labores hortícolas, ya que la producción de diversos cultivos representa una demanda laboral de todo el año, lo que incrementa las necesidades de dicha mano de obra en ambos sistemas, principalmente en las épocas de cosecha. Además para el sistema alternativo el manejo y uso de estiércol también incrementa las necesidades de mano de obra ya que es necesario sacarlo del establo en remolques y trasladarlo a las parcelas (se encuentran entre 1 y 3 km de distancia), donde se descarga y se aplica regándolo con una pala sobre la superficie de cultivo.

La cantidad y costo de la mano de obra en los diferentes cultivos depende del número de jornaleros contratados para llevar a cabo alguna actividad; sin embargo se observo que en ambos sistemas las épocas de cosecha requieren de mayor contratación de jornaleros externos (10-20 personas), los cuales se contratan con un salario de \$50 diarios, sin incluir comida o almuerzo.

En el caso del chícharo, la mano de obra se contrata en forma diferente, ya que los jornaleros cobran por la cantidad de kilogramos de producto que cosechen, tomando en cuenta que cada kilogramo cosechado se paga en \$1 o \$1.20. Cabe resaltar que los productores de estudio mencionan que la disponibilidad de la mano de obra ha disminuido drásticamente en los últimos dos años, y que cada vez cuesta más trabajo conseguir jornaleros principalmente para la cosecha del chícharo.

Para complementar la información del indicador se muestra en el Cuadro 20 el total de personas y jornales necesarios por hectárea por cultivo en los sistemas de referencia y alternativo, considerando el personal contratado para las actividades agrícolas y ganaderas.

CUADRO 20. TOTAL DE PERSONAS CONTRATADAS (P) Y JORNALES EXTERNOS (J) POR HA POR CULTIVO EN EL CICLO 2000

Actividad	SJE		C.S.		Co.S.		D.H.		J.A.	
Sistema	Referencia		Referencia		Alternativo		Alternativo		Alternativo	
Mano de obra	P	J	P	J	P	J	P	J	P	J
Agricultura	8	24	15	45	4	6	10	21	20	60
Ganadería	-	-	-	-	2	455	3	1 095	0	0

Fuente: Elaborado con información recolectada y analizada por el autor.

Los jornales de la mano de obra contratada se estimaron en virtud del tiempo promedio que se lleva la cosecha de una hectárea de cultivo, el cual es de 3 días. Para el caso de la ganadería los jornales son estimados en virtud de que la mano de obra contratada es fija, por tanto labora los 365 días del año; Sin embargo esta mano de obra también participa en las actividades agrícolas del sistema alternativo, por lo que no se incluyen en la fila de agricultura del Cuadro 20.

Además de la información anterior, en el sistema alternativo el cultivo del elote requiere mayor cantidad de mano de obra que en el sistema de referencia, debido al ensilado de maíz. Para dicha tarea se requiere de contratar maquinaria a un costo de \$1500.00 diarios por tres días, este costo ya incluye la mano de obra. Los productores J.A. y D.H. cuentan con ensiladora propia pero necesitan contratar de 10 a 15 peones, para ensilar una ha en un dos días, con un costo de \$50.00 por persona.

En el caso de Co.S. el sueldo de \$50.00 diarios del “vaquero” contratado solo cubre limpieza, ordeña y alimentación del ganado ya que adicionalmente se le pagan \$240.00 quincenales por actividades extras, como son sacar estiércol y aplicarlo en las parcelas, cortar forraje (caña de elote, avena o alfalfa) y ayudar en las actividades agrícolas.

En resumen los dos indicadores anteriores tienen dos implicaciones importantes, la primera recae sobre la generación de empleo tanto para la familia como para otros sectores de la comunidad y de sus alrededores. Sin embargo en opinión de los productores participantes cada año hay una menor disponibilidad de mano de obra contratada para la agricultura, efecto que atribuyen a la influencia de la industria local y de los centros urbanos cercanos.

La segunda implicación se vincula con las formas de organización de las familias participantes, donde se puede observar una participación inequitativa de la familia en las actividades productivas, ya que todo recae sobre el productor y en ocasiones alguno de sus hijos. Sin embargo esta situación no es preocupante para dichos productores, pero si genera dudas en cuanto a quien continuará con las actividades agropecuarias cuando él falte. Todo esto brinda un panorama general sobre la sustentabilidad social de los sistemas de estudio, haciendo necesario que en un segundo ciclo de evaluación se estudie más sobre estos temas.

7.4. Integración de los indicadores en la AMIBA

A partir de la descripción de los resultados obtenidos en el seguimiento de los indicadores, éstos se integraron en el diagrama de AMIBA. Para poder integrar dichos resultados, primero fue necesario determinar un valor óptimo, el cual fue obtenido a partir de valores óptimos para las condiciones regionales, representado por el 100%. Estos valores fueron obtenidos de la literatura. Los resultados por indicador y sus valores óptimos regionales que integraron la AMIBA, se muestran en el Cuadro 21.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 21. COMPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS INDICADORES PARA INTEGRAR LA AMIBA

Indicador	Monitoreo		Óptimos	Porcentaje	
	Referencia	Alternativo	Óptimo regional	Referencia	Alternativo
Rendimientos					
Lechuga riego (Kg/ha)	7,813	10,000	19,316 (100%)	40%	52%
Lechuga temp. (Kg/ha)	5,625	9,000	17,385 (100%)	32%	57%
Chícharo (Kg/ha)	5,000	5,025	3,527 (100%)	>100%	>100%
Elote (Kg/ha)	6,000	5,250	9,608 (100%)	62%	55%
Avena (Kg/ha)	7,000	6,200	12,461 (100%)	56%	50%
Leche L/vaca/día	-	13.26	13 (100%)	-	100
Calidad de suelo					
PH	5.37	4.83	5.95 (100%)	91%	81%
Materia orgánica (%)	5.41	2.93	3.5 (100%)	100%	84%
Fósforo (ppm)	301.58	339.24	51 (100%)	>100%	>100%
Potasio (ppm)	150	143.33	501 (100%)	30%	29%
Márgenes Hort. (\$/ha)	25, 511	13,544	37, 736 (100%)	68%	36%
Márgenes lechería (\$/año)	-	48,499	164, 680(100%)	-	30%
Diversidad cultivos	7	4	2-3 (100%)	>100%	>100%
Cantidad estiércol (T/ha)	30	48.133	45 (100%)	67%	>100%
Uso fertilizantes (kg/ha)	142	164	203 (100%)	60%	76%
Uso plaguicidas (Aplíc./ha)	12	5	6 (100%)	>100%	83%
Uso concentrados (kg Vaca)	-	4	4 (100%)	-	100%
Ventas horticultura					
Lechuga riego (pza/ha)	31,250	40000	100%	100%	100%
Lechuga temp. (pza/ha)	22,500	36 000	100%	100%	100%
Chícharo (Kg/ha)	0	3 775	100%	0%	75%
Elote (Kg/ha)	6 000	4 000	100%	100%	67%
Avena (Kg/ha)	7,000	0	100%	100%	-
Ventas de leche l/v/d	-	12.71	100%	-	98%
Precio interm. Hort. (\$/kg)	1.60	1.60	3 (100%)	53%	53%
Precio interm. Leche (\$/L)	-	3.70	1.30-1.70 (100%)	-	>100%
Precio consum. Hort. (\$/kg)	5	5	10 (100%)	50%	50%
Precio consum. Leche (\$/L)	-	5.0	4.50 (100%)	-	>100%
Acceso a R,S y E.	Todos	Todos	Todos (100%)	100%	100%
Uso m.o. familiar (personas)	2	2	4 (100%)	50%	50%

Fuente: Elaborado con información recolectada en campo y complementado con información reportada por diversos autores.

La información correspondiente a rendimientos de la horticultura fue obtenida de Gámez et al. (2000), en donde los cultivos de elote y lechuga en sus dos temporadas pertenecen al promedio de los estándares reportados durante la década de los noventa para el Estado de México y para los demás cultivos representa el valor promedio reportado durante el mismo tiempo para Tenango del Valle. La información también fue complementada con los reportes de Tamaro (1988) y Maroto (1995).

Para el caso de la ganadería el valor óptimo de producción de leche fue obtenido sacando un promedio regional de los valores reportados por Castelán, (1996); Villa, (1997)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y Arriaga et al. (1999), quienes han realizado estudios sobre ganadería lechera en pequeña escala en el Valle de Toluca y de Tenango del Valle.

La información sobre los valores óptimos de los componentes de la calidad de suelos (pH, M.O., P y K) fueron obtenidos de los valores propuestos por Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (IICAMEX), tomando como base un suelo de tipo Franco-arenoso.

Para obtener los estándares de los márgenes en horticultura y ganadería se consideró la opinión de los productores participantes y de algunos productores de la región, quienes afirmaron que un estándar ideal en cuanto a ganancias (márgenes) es obtener cuando menos un 50% más de lo que se gastó (costo) en la producción de los cultivos y de un 20 a 50% más de lo que se gastó en la producción de leche. En tal virtud el cálculo de estos valores se realizó en tres pasos:

* Se obtuvo el valor promedio del costo de producción de la agricultura para, los cinco productores y se dividió entre dos para sacar el 50% del costo total, sumando ambos valores para obtener el margen ideal.

*Para obtener el margen por sistema se obtuvo un valor promedio de los márgenes en horticultura obtenidos en el sistema de referencia y alternativo, colocándose en la columna correspondiente. El procedimiento fue el mismo para el caso de la ganadería, tomando como base una ganancia de 25% más de lo que se gastó.

El valor estándar de estiércol utilizado en las parcelas como abono para los diferentes cultivos en ambos sistemas fue obtenido estimando la producción total de estiércol en el establo, considerando un valor promedio de la cantidad de estiércol aplicada en una hectárea por los tres productores. El valor óptimo de 45 t/ha fue obtenido de Lampkin (1998).

La información correspondiente a los valores óptimos de fertilizantes y plaguicidas también fueron obtenidos a partir de las recomendaciones de Tamaro (1988), Maroto (1995) y Gámez et al. (2000). Para obtener un valor estándar promedio, se tomaron los valores recomendados de los cultivos de lechuga, chícharo y avena, en virtud de sus requerimientos de N, P y K. En tal virtud, se obtuvo un promedio de cada elemento (100 de N, 73 de P y 20 de K), finalmente se sumó cada uno obteniendo el valor que aparece en el Cuadro 24. Los valores para cada sistema se obtuvieron de la misma forma, considerando que la formula comercial contiene un 18% de N, un 46% de P y 0% de K y que cada bulto de urea aporta un 46% de N al suelo (Nix, 1997).

En cuanto al uso de plaguicidas los valores estándar se refieren al número de aplicaciones/ha, ya que sólo de esta forma se puede visualizar el alto uso de estos insumos. Los productores aplicaron en promedio un litro de producto por ha, lo cual concuerda con la norma recomendada por la mayoría de las compañías que comercializan con agroquímicos. Sin embargo, el número de aplicaciones de producto por hectárea es lo que

genera un mayor impacto sobre los cultivos y el suelo, ya que se aplicaron un mínimo de seis veces, mientras que la recomendación establece un máximo de tres aplicaciones por ha.

El valor óptimo correspondiente a venta de productos se definió considerando que en el caso de Tenango del Valle la producción responde más a necesidades de mercado que autoconsumo, por tanto el ideal de los productores es vender el 100% de su producción tanto agrícola como lechera, pero en algunos cultivos no se vendió totalmente por tanto el porcentaje de venta es menor a 100%. Así mismo en cuestión de precios de venta y acceso a recursos los valores estándar fueron obtenidos a partir de diversos trabajos realizados por investigadores del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (Castelán 1996; Rojo y Valdés, 1996; Arriaga et al., 1999; Contreras, 1999), quienes trabajaron en el Valle de Toluca con productores de pequeña escala.

Para obtener el valor óptimo sobre el uso de mano de obra familiar se consideró que en sistemas del Valle de Toluca la participación familiar involucra de un 60% a 70% de sus integrantes, es decir, cuatro de cada seis personas que componen una familia deberían participar de las actividades productivas.

Por otro lado, con la información mostrada en la columna de “porcentaje” del Cuadro 24 se elaboró la AMIBA, en donde la circunferencia mayor (periférica) representa el valor óptimo regional que indica que el sistema tiene el mejor grado de sustentabilidad (Maserá et al., 1999). Sin embargo los indicadores que tienen un efecto negativo en la sustentabilidad se representan con un valor porcentual inverso, por ejemplo, el uso de fertilizantes y plaguicidas, cuyos porcentajes son de 60% y 76%, no se pueden incluir como tales en la AMIBA, debido que son cercanos al nivel óptimo de 100% indicando que contribuyen a la sustentabilidad cuando es al contrario. En este sentido los valores que se representan son 40% y 24%, que si reflejan el impacto negativo que tienen sobre el ámbito económico y ecológico de los sistemas.

En la AMIBA no fueron integrados algunos indicadores, debido a que las escalas de medición no se pudieron ajustar a la escala de ésta, además de que no tienen un valor óptimo o estándar. Los indicadores que no se integraron a la AMIBA se describen a continuación:

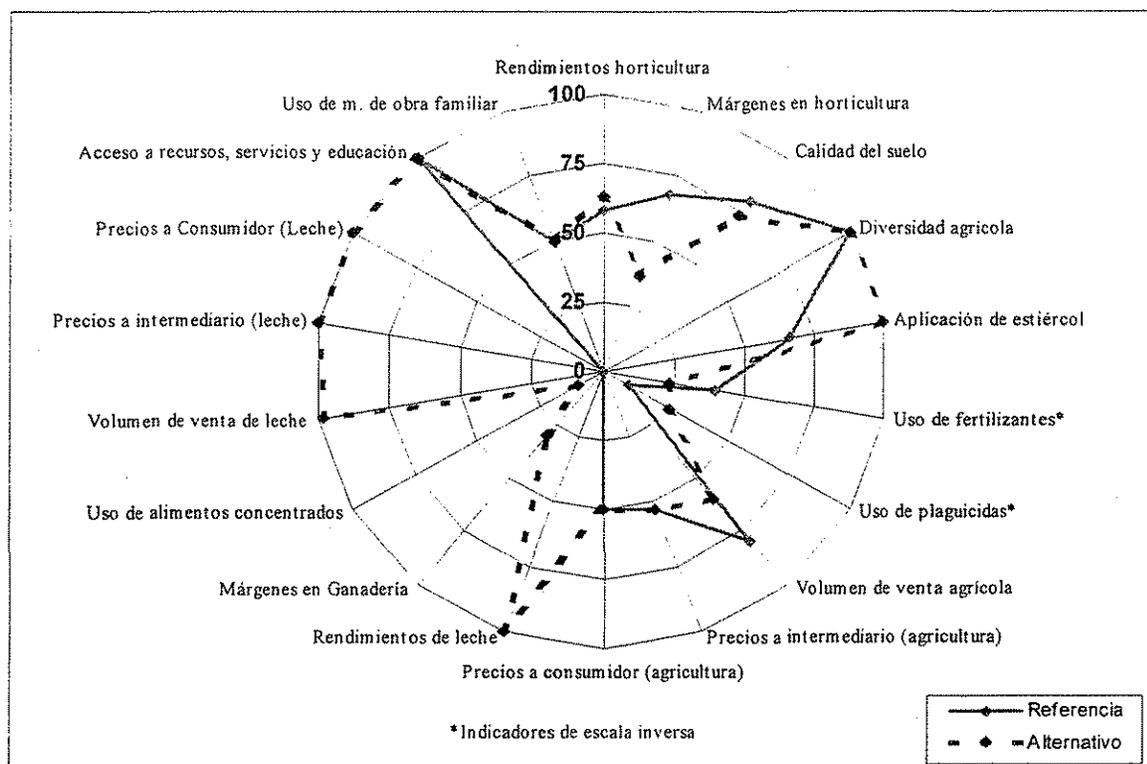
- **Renta de tierras:** Este indicador no cuenta con un valor óptimo, ya que el número ideal de tierras rentadas es muy subjetivo, dependiendo de las necesidades e intereses de los productores participantes lo que hace muy variable el número de hectáreas rentadas por ciclo agrícola.
- **Cambios en formas de uso de suelo:** Este indicador no fue considerado debido que se comportó en forma idéntica en ambos sistemas y no tiene valor óptimo, por tanto no se pudo ajustar a las escalas de la AMIBA.
- **Efecto del comercio establecido sobre el agro:** Este indicador es uno de los mas complicados, debido a que los efectos reales del comercio en ambos sistemas pueden ser tanto positivos como negativos. Es decir mientras que favorece la venta de

productos agropecuarios a precios altos (venta directa a consumidor), al mismo tiempo promueve la adquisición de insumos externos. En tal virtud no se pudo ajustar a las escalas utilizadas en la AMIBA.

- **Estrategias y canales de comercialización:** Estos indicadores no fueron incluidos en la AMIBA, debido a que sólo ejemplifican el número total de estrategias y salidas de los productos, tomando en cuenta que como se trabaja con productores independientes, no existen estándares ideales u óptimos. Además, la principal contribución a la sustentabilidad de estos indicadores radica en la seguridad de tener cómo y en dónde se vendan los productos de la unidad familiar.
- **Uso de mano de obra externa:** La mayor dificultad de este indicador es la no existencia de un valor óptimo de jornales o de personas necesarias para las actividades productivas, así mismo se tiene una alta variabilidad en la mano de obra contratada para las labores de los diferentes cultivos, por lo que no fue posible estandarizar este indicador en un valor representativo en la AMIBA.

A continuación se muestra en la Figura 14 el diagrama de AMIBA donde se integraron los resultados del estudio de los indicadores para ambos sistemas, definiendo las fortalezas y debilidades de los sistemas de estudio.

FIGURA 14. DIAGRAMA DE AMIBA PARA LOS SISTEMAS DE REFERENCIA Y ALTERNATIVO



Elaborado a partir de la información analizada por el autor

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En principio se puede observar que en el sistema alternativo hay indicadores muy particulares relacionados con la tenencia del ganado lechero. Por lo que no pueden ser comparados con el sistema de referencia. Estos indicadores se ubican en el lado izquierdo de la AMIBA.

Comparando los sistemas por indicador se encontró que el sistema alternativo tiene rendimientos en horticultura ligeramente mayores que el sistema de referencia, lo que es producto del proceso de integración de resultados, ya que al obtener el promedio de rendimientos en horticultura para el sistema alternativo hubo un productor (J.A) que tuvo rendimientos superiores a todos los demás incluidos los del sistema de referencia. En cuanto a márgenes de venta en horticultura, el sistema alternativo tuvo márgenes menores que el de referencia, situación que obedece a un menor volumen de venta de productos hortícolas, lo que a su vez se debió a que la prioridad de los ganaderos fue producir forraje para su ganado.

Se observó también que la calidad del suelo es mejor en el sistema de referencia que en el alternativo, aun cuando este último aplica más estiércol, lo cual puede deberse a las asociaciones de cultivos realizadas en el sistema de referencia. Así mismo hay una alta diversidad de cultivos para ambos sistemas, así como el uso de agroquímicos; sin embargo en este último punto se identificó que el sistema de referencia usa mayores cantidades de este tipo de insumos.

También se resalta también que ambos sistemas tiene un alto acceso a recursos, servicios y educación, teniendo una igualdad de circunstancias para el desarrollo de ambos sistemas. En resumen en la AMIBA se puede observar que el sistema alternativo tiene ligeras ventajas sobre el sistema de referencia en virtud de obtención de ingresos, ya que éstos se obtienen de dos actividades (horticultura y ganadería), además sus productos tienen mejores precios de venta. Sin embargo esta situación no se refleja en los márgenes obtenidos, al menos en este primer ciclo de evaluación.

Lo anterior responde a que durante el seguimiento de los indicadores en días de los casos de estudio D.H. y Co.S. se realizó la compra de animales, lo cual represento un gasto monetario que incremento de manera sustancial los costos anuales.

8. DISCUSIÓN GENERAL

Para tener una discusión completa, en este trabajo se clasificó este capítulo en tres secciones. La primera es una discusión sobre las debilidades y fortalezas de los sistemas a partir de su comparación en la AMIBA. La segunda parte consiste en una discusión sobre los aspectos más relevantes de la sustentabilidad de ambos sistemas por atributo indicador, comparándolos con resultados obtenidos en estudios previos, los cuales utilizaron el MESMIS como base metodológica.

Finalmente con todos los elementos se procedió a la tercera parte de la discusión, la cual se centró en un análisis del método MESMIS, definiendo las limitaciones de operación observadas durante el proceso metodológico y generando las posibles propuestas que mejoren dichas limitaciones.

8.1. Discusión comparativa de los sistemas de referencia y alternativo

A partir de la AMIBA se realizó una comparación en virtud de las fortalezas y debilidades del sistema alternativo con respecto al sistema de referencia, encontrándose que la principal repercusión de la carencia de ganado sobre la sustentabilidad del sistema de referencia parece ser *la estacionalidad en la obtención de ingresos*. Es decir que mientras el sistema alternativo obtiene un ingreso estable y seguro a lo largo del año (venta de leche), en el sistema de referencia se denota un periodo de 4-5 meses sin obtención de ingresos, lo que aunado a las variaciones de precio en sus productos lo puede convertir en un sistema de más riesgo, al menos desde el punto de vista económico.

Respecto a la *diversidad de cultivos*, aunque ambos sistemas rebasan los estándares regionales, es notable que el sistema de referencia es más diverso que el sistema alternativo, lo cual según los productores responde a sus necesidades de mercado y obtención de ingresos. Cabe resaltar que la misma tendencia se observa en los indicadores *Volumen de venta agrícola y Márgenes en horticultura*, en donde el sistema de referencia presenta mayores volúmenes de venta y mejores ganancias que el sistema alternativo, ya que este último no sólo tiene menos cultivos sino que también dichos cultivos están más enfocados a la producción de forraje que a las necesidades de mercado.

En la AMIBA los indicadores *uso de plaguicidas, fertilizantes y concentrados*, (que son insumos externos usados en cantidades superiores a los estándares regionales), se encontró que tiene un efecto negativo en virtud de la sustentabilidad ecológica y económica de ambos sistemas, ya que el alto uso de agroquímicos en las parcelas no sólo contribuye al detrimento de la calidad del suelo, sino también en el corto plazo ocasiona problemas de la salud a los horticultores, intoxicaciones en las vacas y su precio se incrementa constantemente.

Así mismo el alto uso de concentrados genera una dependencia del insumo por parte de las vacas, de tal forma que si se suspende o disminuye se presenta inmediatamente una disminución en los volúmenes de producción de leche, afectando negativamente los

ingresos. Paradójicamente el uso de concentrados representa un gasto cada vez mayor para los ganaderos, ya que el precio de estos insumos se incrementa constantemente.

Se destaca también que en la AMIBA el uso de plaguicidas y fertilizantes es alto para ambos sistemas; sin embargo el sistema de referencia ocupa menos fertilizantes pero el doble de plaguicidas, teniendo un mayor impacto ecológico, comparado con el alternativo, no olvidando que este último aprovecha los esquilmos agrícolas como forraje para el ganado, lo cual también obliga a los ganaderos a no usar tantos agroquímicos.

Por otro lado se encontró que el *uso de mano de obra familiar* en ambos sistemas es *relativamente bajo*, con relación al tamaño de la familia, lo que no concuerda con la naturaleza de los sistemas campesinos. Esta situación puede deberse al comportamiento del indicador *acceso a recursos, servicios y educación*, el cual es alto para ambos sistemas, fomentando un cambio de prioridades en las generaciones jóvenes de Tenango y disminuyendo la disponibilidad de algunos elementos de la familia para participar en el agro.

Lo anterior se refleja en un incremento de las necesidades de mano de obra principalmente en el sistema de referencia, aunque la AMIBA muestra que ambos sistemas tienen un alto *uso de mano de obra contratada*, cuyo principal impacto es de índole económico ya que se incrementan los costos de cosecha. Además, representa para los productores una desventaja adicional que consiste en que año con año hay incremento en su costo, acompañado de una disminución en la disponibilidad de este tipo de mano de obra.

Sin embargo en un contexto comunitario (externo a las unidades productivas) las actividades agrícolas son una importante fuente de empleo para aquellas personas que no han podido tener otras oportunidades laborales o bien para aquellas personas que por su nivel educativo no son contratados en otras actividades.

8.2. Discusión por atributo-indicador

Con relación al atributo **Productividad**, los cuatro indicadores medidos por un lado confirman que la productividad de los sistemas de referencia y alternativo es alta, no solo por los altos índices de producción hortícola y lechera que generan, sino también por la variedad de productos que salen a mercado al año. Sin embargo esta alta productividad también tiene desventajas, ya que el mantener una productividad alta representa poco descanso de las tierras, incrementa las necesidades de mano de obra rentada y familiar e incrementa de manera notoria el uso de insumos externos principalmente agroquímicos y alimentos concentrados.

En cuanto a los márgenes económicos, ambos sistemas son rentables, pero se diferencia el sistema de referencia del alternativo, porque genera más productos para el mercado, tiene rendimientos mayores y genera más recursos monetarios. Sin embargo los recursos monetarios obtenidos en el sistema de referencia son más estacionales, incluso hay meses en los que no se percibe ningún ingreso, además de que dicho ingreso también



depende de las variaciones de precios en el mercado y de la capacidad de negociación del propio productor, mientras que en el sistema alternativo hay un mercado más estable y con menos variación de precios para la leche.

Por tanto la menor generación de ingreso del sistema alternativo se traduce en una mayor seguridad económica (estabilidad), incluso para las actividades hortícolas ya que a decir de los productores el ganado lechero los protege de las caídas de precios de sus productos hortícolas como chícharo y elote, compensando la pérdida económica con el aprovechamiento de dichos productos como forraje para el ganado obteniendo ingresos por medio de la venta de leche.

En este sentido de acuerdo con los estudios de Guevara et al. (2000), Perales et al. (2000) y Astier et al. (2000) al ser los sistemas de estudio productivos y rentables (al menos en este primer ciclo de evaluación), se pueden considerar como sistemas con altos niveles de sustentabilidad en cuanto a generación de ingresos. resaltándose la capacidad de ambos para adaptarse a condiciones cambiantes, el sistema de referencia que tiene la desventaja de ser dependiente del mercado externo, lo que implica un alto riesgo de caídas de precios de sus productos.

Por otro para los atributos **Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad y Adaptabilidad**. Después del primer ciclo de evaluación, se observa un aparentemente equilibrio entre estos atributos lo que hace a los sistemas de estudio sustentables. Sin embargo el MESMIS muestra una serie de factores que comprometen la interacción de estos atributos y que podrían en un futuro afectar su equilibrio. Dichos factores se describen a continuación.

- *La calidad de los suelos de cultivo:* En ambos sistemas se requieren estudios más precisos que definan con certeza el tiempo que los suelos de cultivo podrán sostener el ritmo de manejo de la producción hortícola, ya que a pesar de tener buenos índices de materia orgánica, tienen pH ácido y una saturación de fósforo no disponible para las plantas, lo que el mediano plazo puede comprometer la viabilidad de la horticultura (Tamaro, 1988).
- *El impacto sobre las condiciones ambientales sobre la horticultura:* Este fenómeno hace más inestable al sistema de referencia que al alternativo, ya que si bien es cierto de acuerdo al poder económico y la alta generación de fuentes de empleo, hacen que dicho sistema desde el punto de vista social y económico apunte hacia la sustentabilidad, desde el punto de vista ecológico con el manejo de las estrategias locales, el alto uso de agroquímicos y la afectación del recurso suelo, se está rompiendo gradualmente el equilibrio del sistema.

El problema radica en que los productores de ambos sistemas aun no han dimensionado con claridad el impacto de sus estrategias de manejo. Es decir que de acuerdo a los resultados obtenidos en la horticultura de ambos sistemas el uso de agroquímicos en todos los casos representa un incremento del 20% o menos en los gastos,

lo que para los productores es tolerable, de ahí que al menos en el primer ciclo productivo no consideraron este aspecto como un problema grave.

Sin embargo el costo ecológico (no valorado por los productores) si es muy alto ya que se contaminan recursos como el agua, el aire y el suelo. Tal y como lo han demostrado diversos estudios entre los que destaca el realizado con sistemas hortícolas en Michoacán por Jiménez et al., (2000), en donde de igual forma se enfoca un mayor daño ecológico del sistema de referencia.

En otras cosas, se requiere también de realizar estudios más detallados sobre el impacto del riego con aguas negras (también contaminadas con envases de plaguicida y herbicida) sobre la salud de los consumidores locales y de ser posible externos, ya que hasta la fecha sólo hay sospechas de que el consumo de lechuga ha provocado casos de enfermedad gastrointestinal en familiares de algunos productores que la comieron directamente de la parcela.

- *La presencia del comercio establecido:* En los sistemas de estudio este factor toma especial importancia, ya que en ninguno de los casos de estudio reportados en Masera y Lopez-Ridaura (2000) ha existido este elemento, además como se expone a continuación influye sobre el equilibrio de los sistemas de estudio. Por lo que es necesario considerarlo con más detalle en los siguientes ciclos de evaluación.

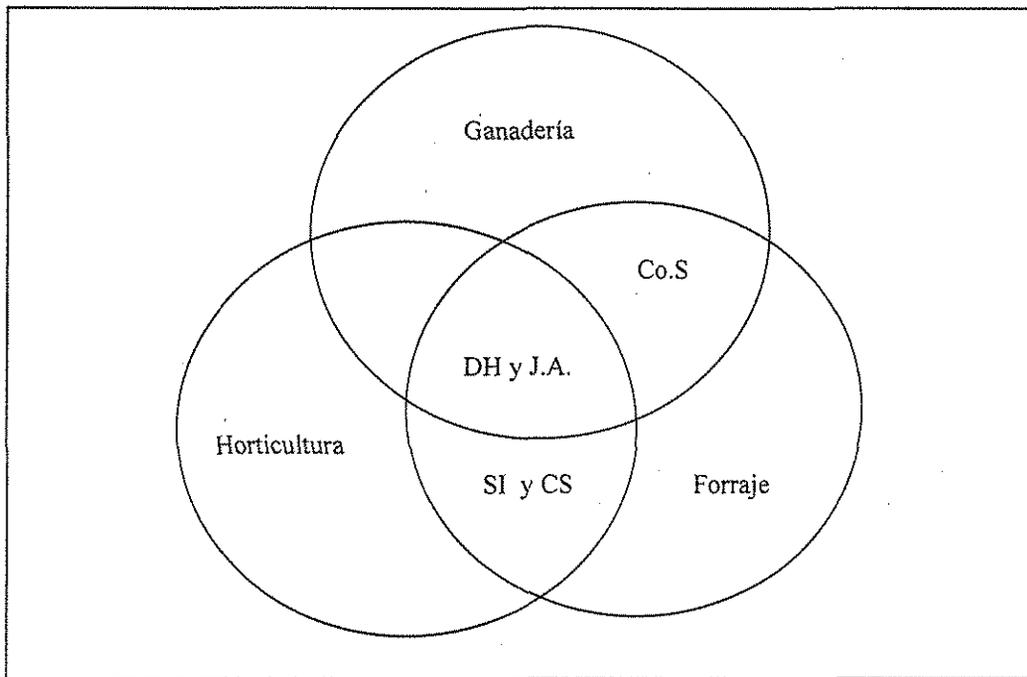
El comercio establecido tiene un efecto mixto sobre la sustentabilidad de los sistemas de estudio. Se tiene un efecto **positivo** en algunos aspectos como son ventas directas a consumidor a precios más altos, fuentes de ingreso alternas para la familia y disponibilidad de ingresos para el agro (intercambio de dinero entre el negocio y la producción agropecuaria), créditos por adquisición de insumos externos (principalmente de alimentos concentrados) y el fortalecimiento de la capacidad de los productores para tomar riesgos del agro. Incluso junto con la diversidad de cultivos ayuda a los productores a soportar las caídas de precios de sus productos.

También se tiene un efecto **negativo** que se refleja en un fomento de la pérdida de interés de los jóvenes en las actividades agropecuarias, fomenta el crecimiento urbano ocasionando una competencia por espacios con el agro, y fomenta el uso de insumos externos en las unidades productivas.

Además de los factores ya mencionados es necesario resaltar la importancia que juega en los sistemas *la producción de forrajes*, resaltando que este elemento actúa como un eslabón y es estabilizador del sistema, incluso este componente hace ver a los sistemas de estudio como un solo sistema con tres componentes (Horticultura, producción de forrajes y tenencia de ganado) que actúan como un amortiguador económico para los productores de ambos sistemas. Para obtener un panorama del comportamiento del forraje se presenta en la Figura 15 la integración de los sistemas de referencia y alternativo en virtud de la producción de forrajes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 15. PAPEL DEL FORRAJE EN EL EQUILIBRIO DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLA Y GANADERO



Elaborado por el autor

En la Figura 15 se observa como todas las unidades de estudio producen forraje, lo que para el sistema de referencia representa ingresos que no están influenciados por los precios de intermediarios ya que se vende directamente a los establos ganaderos locales. Para el sistema alternativo representa un insumo indispensable para mantener sus niveles de producción de leche estables. Así mismo este componente es otra diferencia importante, ya que en ninguno de los casos de estudio anteriores se había denotado una integración tan arraigada entre los sistemas de estudio.

Así mismo de la Figura 15 se desprenden tres variantes de manejo, observándose que dos productores DH y J.A. involucran los tres componentes del sistema, mientras que S.I y C.S a pesar de no tener ganado, producen forraje para el ganado de otros productores locales. Finalmente se identificó que sólo Co. S. Puede considerarse como un ganadero puro, ya que su producción agrícola se basó exclusivamente en forrajes (maíz forrajero y alfalfa) para su ganado.

En cuanto al atributo **Autodependencia (autogestión)**, de acuerdo con los casos incluidos en Masera y López-Ridaura (2000), se relaciona con un uso alto de insumos tanto para la agricultura (plaguicidas y fertilizantes), como para la ganadería representados principalmente por alimentos balanceados de tipo comercial, además de maíz molido, salvado y pasta de coco. Todos estos son considerados como insumos externos, incluso la renta de tierras (ambos sistemas) y el uso de estiércol (sistema de referencia) representan un gasto más en la producción, ya que no se tiene disponibles en la unidad productiva.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La repercusión directa involucra la dimensión económica, cuyo impacto se refleja en el constante incremento en los costos de los insumos externos, ya que los precios de dichos insumos se incrementan en mayor proporción que el incremento de los precios de los productos, lo que puede en el mediano plazo comprometer la rentabilidad de los sistemas productivos.

Así mismo la dependencia de insumos externos también ha sido impulsada por el comercio establecido, arraigándose en las costumbres de los productores, generando un **factor cultural** difícil de superar. Es decir que los discursos sobre conservación ambiental y minimización de costos de producción no son suficientes ya que los productores tienen la idea de que "sin agroquímicos no hay buenos rendimientos y sin concentrados las vacas no dan leche".

Indirectamente dentro del atributo también se incluyen todos los mecanismos de obtención de ingresos, destacando que en ambos sistemas se tiene la ventaja de contar con los altos precios de venta y tener variedad de estrategias y canales de comercialización, aspectos que facilitan la adquisición de ingresos y fomentan la diversidad de productos en las unidades familiares.

En el caso del atributo **Equidad**, entendida como igualdad o desigualdad en el nivel de vida de los productores en virtud de los beneficios generados por el sistema y el contexto social donde se ubicó el estudio. Se define que los productores de ambos sistemas tienen un nivel de vida alto, ya que disponen de una buena base de recursos (factores de la producción) y de todos los servicios (incluidos los servicios educativos), incluso se presume que los jóvenes han incrementado sus patrones de consumo de bienes y servicios.

Esta es otra diferencia importante de este trabajo comparado con los diferentes casos de estudio MESMIS, en donde las condiciones de los productores aparentemente no les permiten tener el mismo nivel de vida, por lo que el uso del MESMIS está encaminado a mejorar dichos niveles de vida.

En Tenango los sistemas de estudio tiene un componente que si es inequitativo, que es la participación familiar en las actividades productivas, ya que no todos los integrantes participan aun cuando los beneficios obtenidos si son para todos los elementos del núcleo familiar. Esta situación sólo se había observado en el caso de Astier et al. (2000), pero no en los otros casos de estudio. Por tanto la poca participación familiar puede deberse a que las unidades productivas pueden estar ubicadas en el umbral de transición entre pequeños empresarios agrícolas y campesinos (Toledo, 1997; Orozco, 1998) o bien a una notable influencia de los centros urbanos cercanos (Toluca y Distrito Federal).

8.3. Discusión metodológica

Una vez terminado el seguimiento y análisis de los indicadores, así como la integración e interpretación de los mismos en la AMIBA, ya se pueden definir algunas limitaciones que se encontraron en el proceso de aplicación y adaptación del MESMIS en la

comunidad de estudio. Al respecto se describen a continuación las ventajas y desventajas (limitaciones) metodológicas detectadas en la realización del primer ciclo de evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema horticultura-ganado lechero.

En este estudio el MESMIS tuvo la ventaja de *ser ampliamente flexible* en cuanto a la selección del área de estudio, en los mecanismos de identificación de puntos críticos y criterios de diagnóstico, en el proceso de construcción de indicadores, así como en las técnicas de recolección, medición y análisis de la información de los mismos. Esta situación es la única que hasta la fecha se ha resaltado en los diversos estudios de caso que han trabajado con el MESMIS y que son incluidos en Masera y Lopez-Ridaura (2000). Aun cuando sólo Guevara et al. (2000) realizaron un análisis del método.

Sin embargo esta flexibilidad resultó ser confusa desde el punto de vista logístico del trabajo de campo, ya que *su proceso cíclico no resultó ser tan secuencial (1)* como lo proponen Masera et al. (1999). Es decir no hay una conclusión total de una etapa para iniciar la siguiente, de tal forma que al menos durante el primer ciclo de evaluación, pareciera que las etapas 2, 3 y 4 se pueden realizar simultáneamente, siendo fácil perderse ya que se pueden construir listas interminables de indicadores que sólo contribuyen a un excelente diagnóstico de situación (caracterización) pero a una pobre evaluación de la sustentabilidad.

La flexibilidad inicial también representó una desventaja en *la definición de los dos sistemas de estudio que tuvieron que ser forzosamente iguales desde un punto de vista contextual, pero diferentes en cuanto a manejo y administración de los recursos (2)*, encontrándose que el MESMIS no especifica ninguna forma para llevar a cabo esta diferenciación de sistemas, por lo que en muchos casos "puede llevarse a cabo de forma arbitraria." Incluso como se aprecia en Masera y Lopez-Ridaura, 2000, esta forma arbitraria de determinar los sistemas de estudio ha sido similar en todos los casos de estudio del MESMIS.

Esta situación obligó a diferenciar en Tenango dos sistemas de estudio. Entonces lo que al principio parecía ser fácil debido a la presencia de dos grupos de productores (horticultores netos y ganaderos que practicaban horticultura) al final, de acuerdo con los resultados y con la AMIBA se generaron dudas en cuanto a si realmente existían dos sistemas contrastantes o era un sólo sistema con dos componentes básicos, cuya única diferencia es el elemento ganado lechero, tomando en cuenta que se identificó a la producción de forraje como eslabón entre ambos sistemas.

Estas dos desventajas también pueden ilustrarse con el estudio de caso realizado por Guevara et al. (2000) quienes debido a la confusa flexibilidad del MESMIS terminaron evaluando una estrategia de agricultura sustentable (abonos verdes y cultivos de cobertura) y no un agroecosistema, lo que no demerita la calidad de su trabajo pero si pone de manifiesto la dificultad de definir cómo y cuando se debe o no debe emplear el MESMIS.

Una desventaja más es la propuesta de *trabajar con casos de estudio en donde no se tenía pleno control en la toma de decisiones (3)*, lo cual, al menos en el primer ciclo de evaluación limita la calidad de la información disponible, ya que se depende en gran medida de la opinión de los productores quienes toman sus propias decisiones, modificando la administración y disponibilidad de sus recursos en virtud de sus intereses. En este trabajo el problema surgió cuando dos productores no pudieron colaborar como se esperaba debido a sus actividades personales, lo que obligó a descartarlos.

Entre otras cosas el MESMIS también tiene como limitación metodológica el hecho de que *en cada ciclo tiene que reajustarse el método (4)* de tal forma que en realidad no se sabe con certeza cuando se tendría una adaptación óptima del método a las condiciones locales y tampoco se puede definir con certeza cuando se termina o se debería de terminar de evaluar la sustentabilidad del agroecosistema estudiado, dificultando la planeación adecuada de las actividades a realizar. Sin embargo en los casos de estudio que han usado el MESMIS, esta situación se ha visto como una ventaja ya que los agroecosistemas son dinámicos y experimentan cambios constantemente (Astier et al., 2000; Guevara et al., 2000; Negrereros et al., 2000; Perales et al., 2000 y Pérez-Grovas, 2000).

Otra desventaja se presenta en *la forma en que MESMIS propone la integración de los resultados obtenidos del seguimiento de indicadores (5)*, ya que en este punto pasa de un nivel muy específico a un nivel general, obligando a sintetizar la información de los indicadores, englobando las particularidades de los casos de estudio por sistemas. Además existen indicadores compuestos por más de una variable medible, lo que también obliga a sintetizar la información de cada variable en un valor global (promedio) que define al indicador. El riesgo de todo esto es que al sintetizar la información se pueden disfrazar algunos puntos débiles identificados a nivel unidad de producción.

Así mismo, en la integración de resultados hay otra desventaja relacionada con *el manejo de las escalas para representar los indicadores en los diagramas de AMIBA (6)*, lo cual se debe a dos situaciones. Primero el considerar que en la AMIBA la circunferencia mayor representa el 100 % o valor óptimo de cada indicador, por tanto es considerado como el nivel más sustentable (Maser et al., 1999). Sin embargo en este trabajo se encontraron indicadores netamente cualitativos, que no pudieron adaptarse fácilmente a una escala porcentual o que simplemente no tuvieron valor óptimo de referencia.

En otros casos se identificaron indicadores (uso de agroquímicos y concentrados) cuyos valores porcentuales se acercaron al valor porcentual óptimo, pero este hecho representó un impacto negativo en la sustentabilidad ambiental y económica del agroecosistema, por lo que el valor porcentual de estos indicadores se incluyó de forma inversa al valor porcentual de todos los demás, tal y como lo proponen Astier et al. (2000). Aunado a esto algunos indicadores también manifestaron un efecto mixto (positivo para algunos y negativo para otros) lo que obligó a no considerarlos en la AMIBA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En resumen se encontró que el MESMIS presentó seis puntos débiles (desventajas o limitaciones) que hacen que durante el primer ciclo de evaluación se tenga un alto grado de subjetividad en las conclusiones emitidas con respecto a la sustentabilidad de los sistemas. Sin embargo esto no significa que el método no sea válido para estudios de sustentabilidad, ya que permite obtener un panorama detallado del agroecosistema de estudio y permite establecer los aspectos clave que dan paso a nuevas investigaciones que contribuyen al proceso global de evaluación a partir del segundo ciclo.

De igual forma al llegar a conclusiones que pudieron ser obtenidas con métodos diferentes al MESMIS (análisis de matrices causa-efecto, diagnóstico rural rápido y diagnóstico participativo) se tiene mayor certeza al asumir que el MESMIS tiene potencial para ser utilizado como herramienta metodológica en los estudios sobre sustentabilidad de agroecosistemas. De hecho el proceso del MESMIS permite a partir de un segundo ciclo de evaluación integrar a las prioridades de investigación identificadas en el primer ciclo estudios experimentales más específicos, dándose así el vínculo entre los enfoques sistemáticos y analíticos de la investigación científica.

9. CONCLUSIONES

Las conclusiones finales del trabajo se dividieron en dos apartados. El primero aborda las conclusiones derivadas del primer ciclo de evaluación del agroecosistema. El segundo en virtud de que el objetivo principal del trabajo, corresponde a las conclusiones metodológicas que se desprenden del análisis del comportamiento del MESMIS bajo las condiciones de Tenango del Valle.

9.1. Conclusiones acerca del agroecosistema para el primer ciclo de evaluación

- En cuanto al agroecosistema, se concluye que las debilidades más notorias de los sistemas de estudio recaen en los márgenes de la horticultura que son considerablemente menores en el sistema alternativo pero que también son menos estacionales y se ven menos afectados por las caídas de precios en el mercado. En el alto uso de plaguicidas y fertilizantes usados en la agricultura, que en el sistema alternativo tiene menor impacto ecológico ya que su uso es más limitado. El bajo uso de mano de obra familiar hace más inequitativo al sistema de referencia que al alternativo ya que hay menor repartición de las actividades agrícolas que de las actividades ganaderas. También se concluye que no existen grandes diferencias entre la sustentabilidad económica y ecológica de los sistemas de estudio, ya que ambos sistemas son altamente productivos y capaces de adaptarse a los cambios negativos generados por el mercado y las condiciones ambientales.
- Se concluye también que el agroecosistema no tiene dos sistemas contrastantes, sino que se define como un solo sistema con tres grandes componentes Horticultura, forraje y Ganadería, que además tiene tres diferentes estrategias de manejo de recursos.
- Se destaca también el papel integrador de la producción de forrajes como un componente que da equilibrio a las actividades agrícolas y ganaderas en las cinco unidades productivas de estudio.
- Con el fin de eliminar la subjetividad que presentaron las conclusiones en este primer ciclo de evaluación. Se propone que en un segundo ciclo será necesario profundizar en las implicaciones ambientales del uso de agroquímicos, así como en la eficiencia del uso de energía y también se deberán estudiar más profundamente los efectos de las condiciones del suelo sobre el desarrollo de la agricultura y las implicaciones del crecimiento urbano sobre el factor cultural de las generaciones jóvenes, así como la organización social.

9.1. Conclusiones finales acerca del MESMIS

- Con la realización del trabajo, se concluye que en un primer ciclo de evaluación, no es posible ajustar totalmente el método MESMIS a las condiciones del agroecosistema horticultura-ganado lechero de Tenango del Valle, del sur del Valle de Toluca.
- El MESMIS durante el primer ciclo de evaluación tiene una alta subjetividad en las conclusiones emitidas al respecto de la sustentabilidad del agroecosistema, debido a que la evidencia disponible resulta ser ampliamente descriptiva pero en casi todos los casos

se requiere de estudios más profundos sobre el impacto de cada indicador en la sustentabilidad del sistema.

- Sin embargo en este primer ciclo el MESMIS establece una base sólida en cuanto al proceso de identificación de puntos críticos y determinación de criterios de diagnóstico, dando paso a que los reajustes del método se enfoquen a la construcción y medición de indicadores desechando aquellos de poca utilidad y determinando nuevos. Así mismo también permite conocer las debilidades y las fortalezas de los sistemas de estudio, estableciendo las prioridades de investigación para el segundo ciclo de evaluación.
- Bajo las condiciones de estudio el método MESMIS presentó seis desventajas que pueden ser propias del primer ciclo de evaluación y que a primera vista generan discrepancias en cuanto a la validez del método y en cuanto a su potencial como herramienta de evaluación de sustentabilidad. Sin embargo un punto a favor del MESMIS es que nunca agota las discusiones ni las interrogantes de la sustentabilidad de los sistemas productivos, dando paso a nuevas investigaciones, en donde se puede utilizar como herramienta a la experimentación, estableciendo el vínculo entre los enfoques expansionista y reduccionista de la investigación científica.
- Las desventajas que requieren de mayor atención son la definición de los sistemas de estudio y la integración de los resultados, ya que en ambas es necesario establecer criterios claros para su realización, evitando en el primer caso que la definición pueda ser arbitraria y en el segundo caso que pueda haber un enmascaramiento de mucha información que repercute a nivel unidad productiva, pero no a nivel de sistema de estudio.

Para disminuir la subjetividad generada por las limitaciones metodológicas identificadas, se propone que para un segundo ciclo de evaluación del sistema Horticultura–Ganado lechero de Tenango se tomen en cuenta las siguientes sugerencias.

- Con relación a los sistemas de estudio como el MESMIS demostró que es un solo sistema con tres componentes clave se propone que para el segundo ciclo de evaluación de sustentabilidad se considere un replanteamiento del MESMIS, siendo usado en forma longitudinal, es decir en dos tiempos distintos, lo que permitiría definir las tendencias de los indicadores y los efectos reales de los indicadores de un tiempo a otro, así como también mejoraría las apreciaciones de los indicadores de largo plazo.
- Se propone también ampliar el número de productores participantes en especial de aquellos que tienen un mayor enfoque hacia la horticultura, además de homogenizar los resultados de algunos indicadores como márgenes obtenidos en horticultura y ganadería con el fin de tener un comparativo más preciso.
- Realizar el segundo ciclo de evaluación contando más con la participación de un equipo interdisciplinario que fortalezca los enfoques y la forma de medición de los indicadores, especialmente sociales y económicos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI M.A.** (1994): Bases Agroecológicas para una Producción Agrícola Sustentable. Agricultura Técnica, vol 54, num 4. Pag 371-386.
- ARIAS J.** (1995): El Desarrollo Sustentable: ¿Cómo Lograrlo?. Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2º Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 223-234.
- ARRIAGA C., ESPINOZA A., ROJO H., VALDÉS J.L. Y ALBARRAN B.** (1997): Resultados de Investigación Participativa Rural en el Mejoramiento de Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala en el Estado de México. En: Investigación para el Desarrollo Rural. Diez años de experiencia del CICA. Editado por la Universidad Autónoma del Estado de México a través de La Coordinación General de Investigación y Estudios Avanzados y El Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), Toluca, México. Pag 319-351.
- ARRIAGA C., ESPINOZA A., ROJO H., VALDES J.L., SÁNCHEZ E. Y WIGGINS, S.** (1999): Aspectos Socioeconómicos de la Producción Campesina de Leche, en el Valle de Toluca: Evaluación Económica Inicial. Revista Agrociencia, vol 33, num 4. México. Pag 489-491.
- ASTIER M., PÉREZ-AGIS E., MOTA F., MASERA O. Y ALATORRE C.** (2000): El Diseño de Sistemas Sustentables de Maíz en la Región Purhépecha. En: Masera y López-Ridaura: Sustentabilidad y Sistemas Campesinos: Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural, editorial Mundiprensa, capítulo VII. México. Pag 271-320.
- BARBERA G. Y BUTERA F. M.** (1997): Diffusion of Innovative Agricultural Production for Sustainable Development of Small Islands: A Methodological Approach Based on Science of Complexity. Journal article (DRAFT). Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Palermo. 22 paginas
- BARRERÁ C.** (1976): Pesticidas Agrícolas. Tercera edición, editorial Omega, Barcelona, España. 569 paginas.
- BARKÍN D.** (1998): Riqueza, Pobreza y Desarrollo Sustentable. Centro de Ecología y Desarrollo A.C. Editorial Jus, S.A. de C.V. México. 76 paginas
- BYE R.** (1998): La Intervención del Hombre en la Diversificación de las Plantas en México. En Ramamorthy, T.P.; Bye, R.; Loty, A.; Fa, J. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Editado por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pag 690-713.
- CARABIAS J.** (1995): El Desarrollo Sustentable: Única opción para la conservación. Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2º Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 7-14.
- CASTELAN O. Y MATHEWMAN R.** (1996): Situación y perspectivas de la Industria Lechera en México, con Énfasis en Lechería en Pequeña Escala. En Castelan O. (comp.): Estrategias para el Mejoramiento de los Sistemas de producción de Leche en Pequeña Escala. Editado por el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de México. Pag 7-16.
- CASTELÁN O.** (1996): En Memorias II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral, 1-3 de

diciembre, San Luis Potosí, México.

CEPAL/NUMA, UNIDAD CONJUNTA DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE.

(1990): Ecosistemas: Conceptos fundamentales. Revista Comercio exterior vol 40, num 12. México. Pag 1131-1134.

CHALLENGER A. (1998): Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Editado por el Instituto de Biología, UNAM, CONABIO. México.

CHAMBERS R. (1993): Methods for analysis by farmers. The professional challenge, Journal for Farming. Systems. Research. Extension., vol. 4, num 1. Pag 87-101.

CLAYTON A. Y RADCLIFFE N. (1996): Sustainability: A systems Approach. Edited by Earthscan publications in London and Westview Press in the United States. 258 paginas.

CONESA FDEZ V. (1997): Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Tercera edición, editorial Mundiprensa, España. Pag. 42-160.

CONTRERAS M. (1999): Potencial de Comercialización de Leche y Derivados Procedentes de Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala, en los Consumidores Habituales de Leche Bronca de la Ciudad de Toluca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 59 paginas

CONWAY G.R. (1985): Agroecosystem Analysis. Agricultural Administration, Vol 20, s/n. Pag. 31-55.

CONWAY G.R. (1987): The properties of agroecosystems. Agricultural systems. Vol 24, (s/n). Pag 95-117.

CONWAY G.R. (1994): Sustainability in agricultural development: Trade-offs between Productivity, Stability and Equitability. Journal for Farming Systems and Research. Vol 4, num 2. Pag 1-14.

CORREA G. (2001): Desarrollo Sustentable e Información Económica. Ponencia Presentada en el VI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales, 16, 17, y 18 de mayo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. México.

CREMLYN R. (1986): Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica. Segunda reimpresión, Editorial Limusa, México 355 paginas.

DOMINGUEZ V.I.A. (1993): Diagnóstico del estado mineral de ovinos bajo condiciones de pastoreo en Tenango del Valle, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo, México.

DUMANSKI J., TERRY E., BYERLEE D., PIERI C. (1998): Performance Indicators for Sustainable Agriculture. Discussion paper, Rural Development Sector. The World Bank, Washinton D.C. 16 paginas.

EDWARDS C.A., GROVE T.L., HARWOOD R.R. Y PIERCE-COLFER C.J. (1993): The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. Agricultural Ecosystems and Environment. vol. 46 (s/n). Pag 99-121.

FERRER A. (1993): Nuevos Paradigmas Tecnológicos y Desarrollo Sostenible: Perspectiva Latinoamericana. Revista Comercio Exterior, Septiembre. México. Pag 807-815

FERRERA R. Y QUINTERO R. (1992): Agroecología, Sostenibilidad y Educación Editado por el Centro de Edafología y el Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México, 265 paginas

- GAMEDA S. Y DUMANSKI J.** (1995): Framework for evaluation of sustainable land management: A case study of two rain-fed cereal-livestock farming systems in the Black Chernozemic soil zone of southern Alberta, Canada. *Can. J. Soil. Sci.* Vol 75, num 4. Pag 429-437
- GÁMEZ V.A., ORTIZ T.C., AGUILAR F.P., MEJIA, A.C. Y AVILA, P.M.A.** (2000): Tecnología Agropecuaria y Forestal para el Estado de México. En Medio Magnético (Cd). INIFAP, SAGAR. Toluca, Estado de México.
- GIBBON A., SIBBALD A.R. Y THOMAS C.** (1999): Improved sustainability in livestock systems, a challenge for animal production science. *Livestock Production Science*, Vol 61, s/n. Pag 107-110.
- GLIESSMAN S.R.** (1992): Agroecología en América Latina: Experiencias con la Investigación de las Bases Ecológicas de la Sostenibilidad en los Agroecosistemas de México. En Ferrera R. Y Quintero, R: *Agroecología, Sostenibilidad y Educación*. Editado por el Centro de Edafología y el Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. Pag 1-7.
- GLIGO N.** (1990): Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. *Revista Comercio Exterior* Vol 40. Num 12. México. Pag 1135-1142.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.** (1993): Atlas ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma. Cartografía, Tomo I. Editado por la Comisión coordinadora para la recuperación ecológica de la cuenca del río Lerma. México. Pag 216-226.
- GONZÁLEZ J.** (1995): Contribuciones al concepto de sustentabilidad agrícola y del desarrollo. *Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2º Seminario Internacional de Agroecología*, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. pag 3-6.
- GONZÁLEZ C. E.** (1998): Evaluation of sustainability in dairy cattle production system. Tesis de Doctorado, Wye College, Universidad de Londres, Reino Unido.
- GUEVARA F., CARRANZA T., PUENTES R. Y GONZÁLEZ, C.** (2000): La Sustentabilidad de Sistemas Maíz-Mucuna, en el Sur de México (primer ciclo de evaluación). En: Masera y López-Ridaura: *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos: Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural*, editorial Mundiprensa, capítulo VI. México. Pag. 207-269.
- GUTIÉRREZ S.** (1999): Algunos enfoques metodológicos para el estudio de la población y el medio ambiente. *Memorias. Seminario Internacional Sobre Agrodiversidad Campesina*. 12 al 14 de mayo. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Pag 304-306.
- HANSEN W.J.** (1996): Is Agricultural Sustainability a Useful Concept?. *Agricultural Systems*, vol 50, s/n. Pag 117-143.
- HERNÁNDEZ S. Y RODRÍGUEZ T.I.** (2000): Evaluación de Sustentabilidad de dos Sistemas de Producción de Trigo. Valle Morelia-Queretaro. *Revista Vinculación ensayos*. Editada por La Dirección de Vinculación y Desarrollo Institucional de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Año 4, Numero 7, Marzo 2000, Morelia. Pag 33-41.
- HERNÁNDEZ X. E.** (1991): Metodología para el estudio de Agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional. *Revista PASOS Practicas de desarrollo rural* Año III No 3, Junio, México. Pag 31-38.
- HODGSON J.** (1996): El Concepto de la Sustentabilidad en la Producción Animal bajo

- Pastoreo. En *Memorias de Seminario Internacional teórico-práctico: Tópicos selectos en sistemas sustentables de producción animal bajo pastoreo*. Editado por el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrícola y Ganadera (CEIEPAG) de la Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pag 1-21.
- IICAMEX.** (2000): Reporte de Resultados y Diagnóstico de Fertilidad de Suelos. Departamento de Laboratorios. Laboratorios de Suelo. Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México.
- INEGI.** (2000) Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. Editado por INEGI y el Instituto de Ecología. México. 50 paginas.
- JIMENEZ R., LÓPEZ-OSORIO B.J. Y GUZMÁN T.** (2000): Evaluación de la Sustentabilidad de Producción de Hortalizas en San Pedro Pareo Pátzcuaro. Michoacán. Revista Vinculación ensayos. Editada por La Dirección de Vinculación y Desarrollo Institucional de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Año 4, Numero 7, Marzo 2000, Morelia. Pag 43-53.
- LAMPKIN N.** (1998): Agricultura Ecológica. Tercera edición. Editorial Mundiprensa, España. 724 paginas.
- LARREA F.** (1995): Buscando la sustentabilidad: La participación de las organizaciones campesinas. Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2° Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 37-44.
- LECHUGA S.** (1999): Tenango del Valle, Monografía Municipal, editado por el Instituto Mexiquense de Cultura y Gobierno del Estado de México. Programa Identidad Estatal. Toluca. 97 paginas.
- MARIACA R.** (1995): Agroecosistema concepto central en Agroecología: búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo. En Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2° Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 91-101.
- MAROTO J.V.** (1995): Horticultura herbácea especial. Cuarta edición, editorial Mundiprensa, Madrid, España. 611 paginas.
- MARTÍNEZ J. Y CANTÚ, J.** (1996): Hacia una agricultura sustentable en el sistema de producción predominante del altiplano semiárido de Nuevo León. Memorias II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral, 1-3 de diciembre, San Luis Potosí, México. Pag 21.
- MARTÍNEZ T.** (1996): De la agricultura tradicional a la agricultura sustentable. Memorias II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral, 1-3 de diciembre, San Luis Potosí, México. Pag 16-17.
- MASERA O., ASTIER M. Y LÓPEZ-RIDAURA S.** (1999): Sustentabilidad y Manejo de Recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada A.C. (GIRA), Editorial Mundi-Prensa, México. 109 paginas.
- MATHEWMAN R.** (s/f): The role of the Logical Framework in Project Planning, Management and Evaluation. Center for Tropical Veterinary Medicine, The University of Edinburg. 30 paginas.
- MENDOZA J.A.** (1996): Implicaciones de la sostenibilidad de la producción agrícola en la conservación de recursos naturales. Memorias II Simposio Internacional y III Reunión

- Nacional sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral, 1-3 de diciembre, San Luis Potosí, México. Pag 1
- MENEZES F.** (1995): Agricultura sustentable y pobreza. En Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2° Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 31-35.
- MERINO L.** (1991): Metodología de evaluación rural participativa. Revista PASOS Practicas de desarrollo rural Año III No 3, Junio, México. Pag 42-46.
- MOGUEL P.** (1997): Producción de café y Desarrollo sustentable en México: ¿Realidad o utopía?. Revista Economía Informa, num 253. Mexico. Pag 65-74.
- MÜLLER S.** (1995): Evaluating the sustainability of agriculture at different hierarchical levels: a Framework for the definition of indicators. Scientific workshop on indicators of sustainable development. Wuppertal, German. 35 paginas.
- NIX J.** (1997): Farm Management Pocketbook. Twenty-seventh edition, edited by Wye College, University of London. United Kingdom. 220 paginas.
- NOSS F.R.** (1990): Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Aproach. Conservation Biology Vol. 4, num 4, December. Pag 355-364
- OCDE.** (1997): Desarrollo Sustentable estrategias de la OCDE para el siglo XXI. Editado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Paris. 196 paginas.
- OLEA A.** (1995): Contribución al Estudio Crítico del Concepto de Agricultura Sustentable. En Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2° Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 47-58
- OROZCO M.E.** (1998): Procedimiento Metodológico para el Estudio de las Unidades de Producción Ejidal y su Relación con la Actividad Agrícola. en el Estado de México. En Orozco, M.E. Discusión de Procedimientos de Investigación en el estudio de la ciudad de Toluca y su Región. Cuaderno de Trabajo, Editado por la Universidad Autónoma del Estado de México y la Facultad de Geografía. México. Pag 32-38.
- OROZCO M.E., SANABRIA B. Y COLÍN O.** (1999): Análisis socioeconómico y territorial de los Ejidos y su relación con la Actividad agrícola. Distrito de Desarrollo Rural I Toluca (una aproximación de lo regional a lo local). Cuaderno de Investigación, Editado por la Universidad Autónoma del Estado de México y la Facultad de Geografía. México, 93 paginas.
- PERALES M.A., FREGOSO L.E., MARTÍNEZ C.O., CUEVAS V., LOAIZA A., REYES J.E., MORENO T., PALACIOS O. Y GUZMÁN J.L.** (2000): Evaluación del Sistema Agro-silvo-pastoril del sur de Sinaloa. En: Maserá y López-Ridaura: Sustentabilidad y Sistemas campesinos: Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural, editorial Mundiprensa, capítulo V. México. Pag 143-203.
- PÉREZ-GROVAZ V.** (2000): Evaluación de la Sustentabilidad del Sistema de Manejo de café orgánico en la Union de ejidos Majomut, Región de los Altos de Chiapas. En: Maserá y López-Ridaura: Sustentabilidad y Sistemas campesinos: Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural, editorial Mundiprensa, capítulo III. México. Pag. 45-80.
- PRETTY J.** (1995): Regenerating Agriculture: policies and practice of sustainability and self-reliance. segunda edición, Eartscan- publications. London. United Kingdom. 320 paginas.
- RUIZ O.** (1995): Agroecosistema: El término, concepto y su definición bajo el enfoque

- agroecológico y sistémico. En Memorias Agroecología y Desarrollo sustentable: 2° Seminario Internacional de Agroecología, marzo 29-31, Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pag 103-113.
- SCHALLER N.** (1993): The concept of agricultural sustainability, Agriculture Ecosystems and Environment. vol.46 (s/n). Pag 89-97.
- SHULTZE-KRAFT R.** (1996): "Ley Farming": potencial de una forma de uso sostenible de la tierra en el trópico y subtropico. Memorias II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible: Una contribución al desarrollo agrícola integral, 1-3 de diciembre, San Luis Potosí, México. Pag 3
- SEVILLA E.** (1999): Asentamientos Rurales y Agroecología en Andalucía. En Meorias del Encuentro Internacional "La agricultura y la alimentación en las relaciones Sur-Norte". Editado por la Universidad de Pompeu Fabra, Barcelona. Pag 2-11
- SIMPSON K.** (1986) : Abonos y Estiércoles, Editorial Acribia. Zaragoza, España, 273 paginas.
- SOLOMON T. Y FLORES, M.** (1993): La asociación de maíz y frijol chinapopo (*Phaseolus-coccineus*). Contribuciones de una práctica indígena tradicional al sostenimiento productivo de las tierras altas de Honduras. Revista Biodiversidad, S/V (s/n). Pag 22-27.
- SPEEDING C.R.W.** (1982): Energy use in livestock production. Energy management and agriculture. Proceedings of the first International Summer School in Agriculture. D. W. Robinson and R. C. Mollan. Dublin, Royal Dublin Society.
- TAMARO D.** (1988): Manual de Horticultura. Décimo tercera edición Editorial G. Gili. S.A. de C.V. México.
- THEIS J. Y GRADY M.H.** (1991): Participatory Rapid Appraisal for Community Development. A Training Manual Based on Experiences in the Middle East and NoorhtAfrica, International Institute for environment and development-save the children federation, series num 1, chapter III, IV.
- TOLEDO V.M.** (1997): Economía y modos de apropiación de la naturaleza. Una tipología ecológico-económica de productores rurales. Revista Economía Informa num 253. Mexico. Pag 56-64
- TOLEDO V. M.** (1998): Introducción. En Barkín D.: Riqueza, Pobreza y Desarrollo Sustentable. Centro de Ecología y Desarrollo A.C. Editorial Jus, S.A. de C.V. México. 76 paginas
- VALDES, J. L. Y ROJO, E.H.** (1996): Análisis del agroecosistema de Producción de Leche en Pequeña Escala en el Ejido San Cristobal de Almoloya de Juárez. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Unidad Académica Profesional de Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 127 paginas.
- VILLA C.I.** (1997): Caracterización de los sistemas de producción de leche a nivel pequeño productor en el municipio de Tenango del Valle, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, México. 72 paginas.
- VILLA C.I., CASTELÁN A.O. Y ARRIAGA C.** (1998): La Diversidad de la Producción Agrícola y su relación con el Desarrollo de los Sistemas Campesinos de Producción de leche en Tenango del Valle, Estado de México: En Memorias del "Seminario Mesoamericano sobre Agrodiversidad en Agricultura Campesina", Editado por la

Universidad Autónoma del Estado de México y el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Toluca. Pag 107-111

VILLA C.I. (1999): La evolución del proceso del desarrollo sustentable como un nuevo enfoque para el siglo XXI en México. Boletín Informativo "Nueva Época" Editado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. vol. 3 no1, marzo. Pag 25-31.

VON WIRÉN-LEHR S. (2001): Sustainability in agriculture: An evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice. Agricultural, ecosystems and Environment Vol. 84. Pag 115-129.

WHORTHEN E. Y ALDRICH S. (1980): Suelos Agrícolas, su Conservación y Fertilización. Editorial Hispano-Americana México. 416 paginas.

ZADEK S. Y MacGILLIVRAY, A. (1997): Negotiating Sustainability Indicators: From Local Diversity to Macro focus. SIALEX Document Book. Pag 1-22.

A N E X O S

Anexo 1: continuación

total				
MANO DE OBRA CONTRATADA	Jornales	Número de personas	Costo del jornal	total
total				
MANO DE OBRA FAMILIAR	Jornales	Número de personas	Costo del jornal	total
total				
TOTAL DE COSTOS				

RETORNOS

DESTINO DE LA LECHE		litros	precio por litro	total
Autoconsumo				
Leche para becerros				
Leche para queso				
VENTA DE LECHE	1a. Semana			
	2a. Semana			
	3a. Semana			
	4a. Semana			
VENTA DE QUESO, CREMA, ETC.	1a. Semana			
	2a. Semana			
	3a. Semana			
	4a. Semana			
VENTA DE ANIMALES	razón	cabeza	precio por cabeza	total
USO DE ESTIÉRCOL COMO COMBUSTIBLE		cantidad utilizada		total
VENTA DE ESTIÉRCOL		Cantidad	Precio	Total
Ayuda de gobierno	programa		monto	total
TOTAL RETORNOS				

Anexo 2. Formato para recolección de información Horticultura

Nombre del productor				
Cultivo				
Actividades				
Barbecho	No de personas	Costo/tractor (\$)	costo/persona (\$)	
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Rastra		Costo/tractor (\$)	costo/persona (\$)	
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Zurcado		Costo/tractor (\$)	costo/persona (\$)	
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Siembra	Tipo	Costo(\$/kg)	Cantidad kg/ha	No ha sembradas
semilla				
total				
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Riego	No personas	Costo		
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Deshijado	No personas	Costo	Jornal	
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Deshierbe		Costo	Kg o lt po ha	
Producto usado				
Aplicaciones				
	No personas	Costo		
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
Fumigado	fumigaciones	costo/ha	kg o lt po ha	No ha fumigadas
Producto usado				
Fresa				
Uva				
Ajo				
Sal comun				
total				
Cosecha	No de viajes/ha	costo/corte (\$/viaje)	costo/Trasporte (\$)	Comisiones (\$)
M.O.				
M.O. Familiar				
total				
TOTAL DE COSTOS				
Estrategia de vent	No. viajes/ha	No de ha cosechadas	precio venta (\$/unidad)	
por viaje				
en huerta				
por pieza				
Total de ingresos				
Número y tipo de asociaciones de cultivos en sus parcelas				
R				
R				