



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DOCTORADO EN CIENCIAS VETERINARIAS

**“CONTRIBUCIÓN A LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD;
ESTUDIO DE CASO DOS AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS DE MAÍZ Y
LECHE DEL VALLE DE TOLUCA”.**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

Presenta

Luis Brunett Pérez

Director de tesis

Asesor

**Dr. Luis Arturo García
Hernández
Universidad Autónoma
Metropolitana Unidad
Xochimilco**

**Dr. Carlos E. González
Esquivel
Universidad Autónoma del
Estado de México**

México, D.F.

Septiembre del 2004



DEDICATORIAS

A mi querida “mujer”, a Kárylyn, a Ariadna y a Edgar quienes han sido motivo de mi vida.

A mi mamá y a mis hermanos, Irma, Gabriela y Germán, por la confianza mostrada en cualquier circunstancia.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Luis Arturo García Hernández, quien lejos de ser sólo un director de tesis ha sido un amigo y no me queda más que con admiración y respeto agradecerle su apoyo, orientaciones y confianza para la realización de este logro en mi desarrollo profesional.

Al Doctor Carlos González Esquivel, quien en todo momento orientó y enriqueció este trabajo a través de sus comentarios críticos y reflexivos sobre la sustentabilidad y la producción de leche.

A los Drs. Juan Climent, Carlos Arriaga, Fernando de León, Carlos Cortés, Othón Reynoso, quienes con sus comentarios y revisiones lograron enriquecer este trabajo y contribuyeron de manera definitiva en mi formación.

A los productores de los ejidos de Benito Juárez y San Cristóbal, por el tiempo y dedicación a este trabajo de investigación, ya que sin ellos no hubiera sido posible tener un entendimiento de sus agroecosistemas.

A César Villa, Héctor Ríos y Adriana Hernández, ya que con sus comentarios y experiencias me permitieron orientar mejor mi investigación.

A la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA), al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Instituto de Investigación Sociales de la UNAM y al Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA) de la UAEM por los apoyos que recibí y que facilitaron la culminación de este trabajo.

Finalmente a todos los que de una manera directa o indirecta facilitaron este trabajo y mi desarrollo.

DATOS BIOGRÁFICOS

LUIS BRUNETT PEREZ

Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Autónoma del Estado de México (1976-1980).

Maestro en Desarrollo Rural por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco (1990-1992).

Con 22 años de servicio en la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, ocupando diferentes cargos relacionados con el extensionismo y transferencia de tecnología, diseño y evaluación de programas de asistencia técnica en el Estado de México (1980-2002).

Ha trabajado aspectos de relacionados al medio ambiente, producción y sociedad desde 1992, además de participar en diferentes proyectos de investigación.

Experiencia en la docencia en diferentes Universidades, impartiendo clases relacionadas al Desarrollo Sustentable, Agroecología y Agricultura Orgánica.

RESUMEN

La presente investigación es un estudio de la sustentabilidad en dos niveles: El primer nivel consistió en un análisis comparativo de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche durante dos ciclos de evaluación. El segundo, se dirigió a evaluar las fortalezas y debilidades de la propuesta metodológica “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad”. El estudio se realizó en el municipio de Almoloya de Juárez, México. Para efectos prácticos, se identificaron dos agroecosistemas: el convencional (AC), que presenta un esquema de producción de leche a través del cultivo de maíz y pastoreo en áreas comunes el cual es característico de la región; y el agroecosistema modificado (AM), donde la producción de leche se lleva a cabo a través de una serie de innovaciones tecnológicas que se vienen incorporando al agroecosistema convencional, desde 1992. Se trabajó con seis unidades de producción en cada agroecosistema. El periodo de evaluación fue de mayo de 1999 a abril de 2001. En el primer ciclo se diseñaron y evaluaron 12 indicadores, para el segundo, se trabajó con 26. Los indicadores se midieron con diferentes instrumentos. Los criterios que se seleccionaron para la comparación fueron: productividad, rentabilidad, eficiencia energética y de nitrógeno, calidad del suelo, dependencia de insumos externos, generación de empleos y calidad de vida. Los resultados para el primer ciclo de evaluación muestran que el AC presentó mejores valores en 5, peores en igual número y el mismo valor en 2. Para el segundo ciclo, los resultados fueron que el AC obtuvo mejores valores en 11, iguales en 5 y peores en 10. Aunque en el AM se obtienen mayores rendimientos por vaca con un menor costo de producción por litro de leche. En cuanto a la calidad del suelo, no se observaron diferencias significativas. Los datos permiten concluir que el AM es más sustentable que el AC, pero ambos se pueden mejorar aún más su perfil de sustentabilidad. Respecto a la metodología utilizada, requiere de ajustes para evaluar agroecosistemas mixtos de producción.

Palabras claves: Sustentabilidad, agroecosistemas y leche

ABSTRACT

The present investigation is a study of the sustainability in two levels: The first level consisted of a comparative analysis of two agroecosystems rural of production of corn and milk during two cycles of evaluation. The second, was directed to evaluate the fortresses and weaknesses of the proposed one methodology "Framework for the Natural Resources Management Systems Evaluation incorporating Indicators of Sustainability". The study was carried out in the municipality of Almoloya of Juárez, Mexico. For practical effects, two were identified agroecosystems: the conventional one (AC), that presents a milk production plan through the cultivation of corn and grassing in common areas which is characteristic of the region; and the agroecosystem modified (AM), where the production of milk is carries out through a series of technological innovations that come itself incorporating al agroecosystem conventional, since 1992. Worked himself with six units of production in each agroecosystem. The period of evaluation was of May from 1999 to April of 2001. In the first cycle they were designed and they evaluated 12 indicators, for the second, worked itself with 26. The indicators were measured with different instruments. The criteria that were selected for the comparison they were: productivity, profit value, energy efficiency and of nitrogen, quality of the floor, dependence of external supplies, generation of jobs and quality of life. The results for the first cycle of evaluation show that the AC presented better values in 5, worse in equal number and the same value in 2. For the second cycle, the results were that the AC obtained better values in 11, equal in 5 and worse in 10. Although in the AM greater performances by cow with a smaller cost of production by liter of milk are obtained. As for the quality of the floor, themselves they were not observed you differentiate significant. The data permit to conclude that the AM is more sustainable than the AC, but both can improve still more their profile of sustainability. With respect to the methodology utilized, requires of adjustments to evaluate agroecosystems mixed of production.

Key words: agroecosystems, sustainability and milk

Índice

Introducción	Página 1
CAPÍTULO I.- CONTEXTO SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y LECHE EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TOLUCA	
I.1.- Aspectos Generales	6
I.2.- La producción de leche en la región	9
I.3.1.- Descripción del ejido de Benito Juárez (Agroecosistema Convencional)	17
I.3.2.- Descripción del ejido de San Cristóbal (Agroecosistema Modificado)	20
CAPÍTULO II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
II.0.- Planteamiento del problema	25
II.1.- Objetivos	28
II.2.1.- Objetivo general	28
II.1.2.1.- Objetivo en los Agroecosistemas	28
II.1.2.2.- Preguntas de investigación para los agroecosistemas	28
II.1.2.3.- Objetivo para el método	29
II.1.2.4.- Pregunta de investigación para el método	29
II.3.- Hipótesis	29
II.4.- Objetivos específicos	30
CAPÍTULO III.- MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	
III.1.- El desarrollo sustentable como marco conceptual	31
III.2.- Sustentabilidad y agricultura	32
III.3.- La Agroecología como paradigma para el diseño de la agricultura sustentable	34
III.4.- Nivel de análisis de la Agroecología	36
III.5.- Definiciones de agricultura sustentable	38
III.6.- Evaluación de la Sustentabilidad	42
III.7.- Propiedades, puntos críticos, criterios de diagnósticos e indicadores como instrumentos conceptuales para la evaluación de la sustentabilidad.	43
III.7.1.- Propiedades	43
III.7.2.- Criterios	44
III.7.3.- Puntos Críticos	45
III.7.4.- Indicadores	45
III.8.- El Agroecosistema como unidad de análisis para la Evaluación de la Sustentabilidad	46
III.9.- Algunas consideraciones teóricas para el análisis de la economía campesina	49
III.10.- Ganadería y economía campesina	52
III.10.- Revisión de literatura sobre ganadería lechera y sustentabilidad	53
CAPÍTULO IV .- MÉTODO	
IV.1.- El MESMIS (marco de evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad) como marco de referencia	57
IV.2.- El marco de evaluación de la sustentabilidad	57

IV.3.- Las premisas del MESMIS	58
IV.4.- Estructura operativa del MESMIS	60
IV.5.- Aspectos operativos de la evaluación del agroecosistema maíz/leche	62
IV.5.1.- Métodos y procedimientos de medición	62
IV. 5.2.- Definición del objeto de evaluación	64
IV. 5.2.1.- Puntos críticos	64
IV. 5.2.2.- Definición de criterios	65
IV. 5.2.3.- Los indicadores	65
IV. 5.2.4.- Integración de resultados	66
IV.5.3.- Mecanismos de selección de las unidades de producción en los dos agroecosistemas	66
IV.6.-Métodos y procedimientos para el monitoreo de los indicadores	68
IV.6.1.- Para determinar rendimiento del maíz	68
IV.6.2.- Para determinar rendimientos de leche	69
IV.6.3.- Para el análisis de la rentabilidad del maíz	69
IV.6.4.- Para el análisis económico de la leche	70
IV.6.5.- Para la medición de la energía	71
VI.6.6.- Para determinar la eficiencia en nitrógeno	73
IV.6.7.- Efectos climáticos en la producción	73
IV.6.8.- Para conocer el estado de suelo	74
IV.6.9- Eficiencia en el uso del agua	74
IV.6.10.- Para determinar la capacidad de carga	75
IV.6.11.- Para determinar el consumo de insumos externos	75
IV.6.11.1.- Agroquímicos	75
IV.6.11.2.- Concentrado	76
IV.6.11.3.- Fertilizante	76
IV.6.12.- Para determinar el grado de dependencia del CICA	76
IV.6.13.- Para determinar reducción de fertilizantes químicos	76
IV.6.14.- Para determinar la autosuficiencia económica	77
IV.6.15.- Para determinar porcentaje de leche no vendida	77
IV.6.16.- Para determinar el número de jornales asalariados	77
IV.6.17.- Para determinar la percepción de los campesinos	78
IV.6.18.- Para determinar la autosuficiencia de maíz y leche	78
IV.6.19.- Para determinar las condiciones laborales	78
IV.6.20.- Para determinar la proporción de ganancia del botero	78
IV.6.21.- Para determinar la proporción de adopción de tecnología	79
IV.6.22.- Para determinar los mecanismos de acceso a los recursos productivos	79
IV.6.23.- Para determinar mecanismos de toma de decisiones	80
V.- CAPÍTULO.- RESULTADOS	
V.1.- Definición del agroecosistema campesino de producción de maíz y leche	81
V.2.- Características generales del agroecosistema	81
V.3.- Evolución histórica del agroecosistema campesino de producción de maíz y leche	84
V.4.- Diagnóstico de los puntos críticos de los agroecosistemas	85
V.5.- Resultados de la evaluación	87
V.6.- Aspectos generales de las unidades de producción	87

V.6.1.- Estructura del hato	88
V.7.- Medición de los indicadores	92
V.7.1- Análisis integrado de resultados	129
V.7.2.- Selección de los valores y criterios ideales	130
V.7.3.- Interpretación de los mapas de sustentabilidad	137
V.7.4.- Productividad	135
V.7.5.- Estabilidad, Resiliencia Y Confiabilidad	138
V.7.6.- Adaptabilidad	138
V.7.7.- Autodependencia	139
V.7.8.- Equidad	139
VI.- CAPÍTULO.- DISCUSIÓN	
VI.1.-A nivel de los agroecosistemas	141
VI.1.2.- Puntos críticos de los agroecosistemas	144
VI.2.- A nivel de la metodología	146
VII.- CAPÍTULO.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VII.1.- Para los agroecosistemas	152
VII.2.- Para las ciencias agropecuarias	153
VII.3.- Para la metodología	155
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXO “A”	170
ANEXO “B”	181

Índice de tablas

	Página
Estructura de los hatos en el Valle de Toluca	13
Caracterización de los agroecosistemas campesinos en dos comunidades del Valle de Toluca	24
Principales propiedades para el estudio de la sustentabilidad de agroecosistemas	43
Propiedades de los agroecosistemas utilizadas en este estudio	44
Los criterios más comunes en la evaluación de la sustentabilidad	45
Características de los indicadores de sustentabilidad	46
Unidades de producción evaluadas (primera etapa)	67
Unidades de producción evaluadas (segunda etapa)	68
Sobre las conversiones de los insumos a kilocalorias	71
Conversión de alimento balanceado en energía.	72
Valores usados en la conversión de energía de los productos	72
Conversión en Nitrógeno de los insumos	73
Conversión en Nitrógeno de los productos	73
Matriz de puntos críticos, criterios en indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos del Valle de Toluca	86
Tamaño y uso del suelo en los dos agroecosistemas	87
Estructura promedio de los hatos en los dos ciclos de evaluación	89
Edad de los productores participantes en los dos agroecosistemas	90
Estructura familiar de las unidades de producción	91
Producción de leche litros/vaca/lactancia	93
Comparativo del costo de producción de una hectárea de maíz	94
Análisis económico de la producción de leche (monto)	95
Análisis económico de la producción de leche (efectivo)	96
Eficiencia energética (Mcal/ha) expresado en miles	98
Eficiencia en el uso de nitrógeno (Kg/ha)	100
Efectos de perturbaciones climáticas en los agroecosistemas	104
Datos de la sobrecarga forrajera de los agroecosistemas	109
Consumo de herbicidas en el cultivo del maíz (lt/ha)	109
Consumo de nitrógeno en pradera	113
Consumo de concentrado por vaca/día/lactancia (kgs)	114
Subsidios del CICA a los agroecosistemas	115
Consumo de estiércol en el maíz	116
Ingresos extraagropecuarios (\$/mes)	117
Porcentaje de leche sin comercializar en cada agroecosistema (lt/año)	118
Autosuficiencia alimentaria	122
Margen de ganancia de la leche por parte del intermediario	124
Adopción de tecnología	126
Grado de acceso a los recursos productivos	128

Grado de mecanismo de toma de decisiones	129
Comparativo de resultados por agroecosistema en el ciclo 1999	133
Comparativo de resultados por agroecosistema en el ciclo 2000	134

Índice de gráficos y figuras

	Página
Sobre los cultivos en el Valle de Toluca	7
Estructura de la tierra en el Valle de Toluca	8
Comportamiento de la producción de leche en el Valle de Toluca	10
Uso del suelo en el ejido de Benito Juárez (Agroecosistema Convencional) (AC)	19
Uso del suelo en el ejido de San Cristóbal (Agroecosistema Modificado) (AM)	23
Modelo conceptual de un agroecosistema a nivel unidad de producción	48
Procedimiento de evaluación del MESMIS	62
Unidades de producción evaluadas (primera fase)	67
Unidades de producción evaluadas (segunda fase)	68
Diagrama de interacciones e interrelaciones en el agroecosistema convencional	83
Diagrama de interacciones e interrelaciones en el agroecosistema modificado	83
Rendimientos de grano de maíz por hectárea	92
Margen por día trabajado en la producción de leche	97
Ingreso de nitrógeno por insumo 1999 y 2000	101
Egreso de nitrógeno por producto, año 1999 y 2000 (kg/ha)	102
Efectos de las heladas y exceso de lluvias en la producción de maíz en las unidades de producción	103
Comparativo del pH en maíz y besana	105
Comparativo del pH en pradera y besana	106
Comparativo de la materia orgánica en el maíz y la besana	106
Comparativo de la materia orgánica en la pradera y la besana	107
Consumo de nitrógeno en maíz (kg/ha)	110
Consumo de fósforo en maíz (kg/ha)	111
Consumo de potasio en maíz (kg/ha)	111
Jornales trabajados en la producción de leche, 1999 y 2000	119
Mapa de sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, 1999.	135
Mapa de sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, 2000.	136

INTRODUCCIÓN

Uno de los conceptos que actualmente se ha introducido a la gran mayoría de las ramas del conocimiento es el de “sustentabilidad”. En términos generales con este concepto se hace referencia a la búsqueda de un nuevo paradigma para la humanidad, en donde el principio básico es una relación más estable y armónica entre la sociedad y el entorno natural que le rodea. Esto implica la necesidad de conjugar intereses sociales, culturales, económicos y ambientales a fin de permitir la continuidad de las próximas generaciones.

Para la agricultura, lo anterior significa elevar y mantener por un tiempo prolongado la productividad de los sistemas, pero teniendo presentes las limitaciones y potencialidades sociales, económicas y de los recursos naturales del entorno (Spencer, 1992). Para las ciencias agropecuarias conjuntar estos intereses plantea un gran reto, ya que es necesario integrar áreas del conocimiento de diferentes disciplinas y una reformulación de los objetos de estudio, a fin de estar en posibilidad de evaluar de forma holística a los sistemas de producción, donde no sólo sea de interés explicar cómo funciona un sistema y los efectos de la adopción o no de la tecnología, sino entender y explicar cómo interactúan las dimensiones sociales, económicas y ambientales para permitir la operación y desarrollo del sistema de producción.

Ante ello, es constante la afirmación de que se requieren de marcos de análisis más amplios, nuevos enfoques de investigación, conceptos y herramientas metodológicas que permitan una mayor incorporación de los elementos biofísicos y socioeconómicos, a fin de poder establecer con mayor precisión las posibilidades y restricciones de los sistemas de producción (Edwards, 1993, Schaller, 1993 y Kaufman, 1995).

Esto lleva a la necesidad de desarrollar métodos prácticos para la evaluación de la sustentabilidad, que conduzcan a establecer de una manera más objetiva la situación y las posibilidades de las actividades productivas (Stockle, 1994 y Masera *et al.*, 1999).

El problema más serio para quienes evalúan sustentabilidad, es una indefinición de criterios de calificación. La consecuencia inmediata es la falta de parámetros para medir y

establecer el avance y retroceso de los sistemas de producción evaluados (Dumansky *et al.*, 1998; Conway, 1998; Torres *et al.*, 1999).

Frente a este compromiso, en la literatura reciente se ha convertido en una línea de investigación el desarrollo de métodos para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción agropecuarios, a través de diferentes formas de ponderación y estrategias de análisis. Entre éstas, se pueden citar: listas de indicadores Winograd (1996), elaboración de índices Harrington, *et al.*, (1994) y Murillo, (1997), marcos conceptuales para la derivación de criterios e indicadores UICN (1997); de Camino y Müller, (1993); Dumansky, (1998); y Masera *et al.*, (1999). Un común denominador es la necesidad de aplicar dichos marcos a estudios de caso a fin de comprobar su efectividad, así como mejorar su proceder en la integración y análisis de los resultados.

Por otra parte, la mayoría de los trabajos dedicados a realizar evaluación de sustentabilidad en la agricultura, parten de la identificación de las formas de producción más adecuadas, de acuerdo a criterios técnicos y ecológicos. En particular, se destacan los sistemas agroforestales, las granjas integrales, los sistemas mixtos de agricultura y ganadería, los sistemas de bajo consumo de insumos, y los sistemas campesinos ó tradicionales, entre otros. Para el caso específico de los sistemas campesinos, se afirma que éstos ofrecen una serie de ventajas relacionadas con la conservación de los recursos naturales, así como la versatilidad para adaptarse a condiciones adversas, a fin de darle mayor viabilidad y eficiencia a sus sistemas. (Toledo, 1994).

Los sistemas campesinos plantean para las instituciones que promueven el desarrollo rural, la instrumentación de acciones que permitan mejorar su perfil sustentabilidad, donde el reto es desarrollar tecnologías, o bien rescatar tecnologías que aumenten la productividad con productores de bajos ingresos y con renuencia al cambio; así mismo se presentan otros elementos, como son: las acciones que fortalezcan la autogestión de las comunidades, y que, además de ser rentables puedan competir en los mercados regionales así como mantener la producción en el tiempo.

La tesis que sustenta este trabajo es la construcción de un nuevo objeto de estudio para la ciencia veterinaria, a partir de un acercamiento diferente hacia la producción de

leche y la sustentabilidad para generar conocimiento de corte tecnológico, ecológico, socioeconómico que aporte información para comprender mejor los factores que actúan positiva y negativamente en las unidades de producción y permita tanto a los productores como a los investigadores tomar mejores decisiones sobre las posibilidades y/o restricciones de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche.

Se utilizó un enfoque de Análisis de Agroecosistema Conway (1986), con el fin de contar con una visión más amplia de los sistemas de producción agropecuarios. También se recurrió a los elementos teóricos para el estudio de la agricultura derivados de la Agroecología Altieri (1995 y 2000). Así mismo, se recurrió al método de evaluación de la sustentabilidad conocido como “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS) Masera (*et. al.*, 1999).

El análisis se centra en el subsistema pecuario, ya que es ahí donde se han concentrado las innovaciones tecnológicas para la intensificación de la producción de leche, aunque se considera la importancia de la participación del cultivo agrícola como proveedor de grano y forraje.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el agroecosistema campesino de maíz y leche del Valle de Toluca a partir de una evaluación de la sustentabilidad que permitiera obtener conocimiento de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica para desarrollar estrategias que mejoren su perfil de sustentabilidad.

Para efectos prácticos, se optó por conceptualizar y caracterizar al agroecosistema¹ maíz/leche en dos modalidades: **El Agroecosistema Convencional (AC)**, presenta, practicas productivas, tecnológicas y sociales comunes para la región. Es decir, el uso del suelo está dedicado al cultivo de maíz (*Zea mays*) para grano y destinado al autoconsumo, venta y alimentación animal, mientras que la producción de leche se realiza por medio del rastrojo y grano molido de maíz, y el pastoreo de sus vacas en pastos nativos de áreas no aptas para la agricultura, procesos de desorganización social para la

¹ La estructura conceptual de análisis de agroecosistemas, reconoce que existen interacciones con factores sociales, económicos y tecnológicos, por lo que permite estudiar aspectos sociales como los biofísicos que se desarrollan en la producción (Conway 1987).

producción y la participación de los miembros de la familia en el proceso productivo. Este sistema es común en el Valle de Toluca Castelán (1997); Arriaga, *et al.*, (1998) y Espinoza (1999).

Por su parte, el **Agroecosistema Modificado (AM)**, es consecuencia de una serie de innovaciones tecnológicas que desde 1990 se vienen incorporando al sistema original, a través de diferentes instituciones gubernamentales y de investigación como una estrategia para intensificar la producción de leche y elevar la productividad y sustentabilidad del sistema frente a la pérdida de rentabilidad del maíz (SAGAR, 1992, Arriaga, *et al.*, 1996 y 1997). El agroecosistema se ha modificado a través de la incorporación del pastoreo intensivo en praderas de riego de ballicos perennes y anuales (*Lolium perenne* y *L. multiflorum*) solos y asociados con trébol blanco (*Trifolium repens*), así como el uso de cercos eléctricos para realizar pastoreos rotacionales, el tratamiento de esquilmos agrícolas con urea a fin de incrementar su digestibilidad, almacenamiento de forraje por medio de silos, manejo de registros productivos, programas de alimentación, y análisis económicos de la unidad, entre otras acciones.

Frente a estos dos escenarios de producción de maíz y leche, es que se ha planteado el objeto de estudio, a partir de un diagnóstico inicial y la transferencia de algunas tecnologías al AC, con la intención de mejorar el perfil de sustentabilidad y de esta manera evaluarlo con respecto AM, así como identificar los puntos fuertes y débiles de ambos agroecosistemas.

Las preguntas de investigación que se plantearon fueron:

- ¿Cuál de los dos agroecosistemas es más sustentable, el **convencional** o el **modificado**?
- ¿Cuáles son las diferencias entre ellos?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (**MESMIS**) como instrumento metodológico para evaluar sustentabilidad en los agroecosistemas de maíz y leche, durante dos ciclos de medición?

La información empírica y experiencias son derivadas de un trabajo multidisciplinario en seis unidades de producción dentro de cada agroecosistema. El levantamiento de la información comprendió, de abril de 1999 a mayo del 2001, a través de dos fases, donde se desarrollaron diversos indicadores que fueron monitoreados quincenalmente por el equipo de investigación.²

El presente trabajo se desarrolla de la siguiente manera: **en el primer capítulo**, se describe el contexto social, económico y ambiental de la producción de maíz y leche en la región del Valle de Toluca y la problemática de este esquema de producción. **En el segundo capítulo** se delimita el problema de investigación y se plantean las hipótesis a seguir y los objetivos a cumplir. Dentro **del tercer capítulo** se expone la plataforma teórica utilizada y se revisan las diferentes líneas teóricas que dieron origen al paradigma de la sustentabilidad en la agricultura, para identificar los elementos comunes que permitan el desarrollo de una evaluación objetiva y, de esta manera, soportar los conceptos y el enfoque metodológico para la elaboración y utilización de indicadores de la sustentabilidad que se utilizan en la investigación. **El cuarto capítulo**, se refiere a la propuesta metodológica adoptada en el análisis de los agroecosistemas; además, se hace referencia a los diferentes procedimientos, estrategias y métodos de investigación utilizados. **El quinto capítulo** aborda los resultados y el análisis de cada uno de los indicadores monitoreados. El **sexto capítulo** se dedica a una discusión general sobre los niveles de sustentabilidad en los agroecosistemas estudiados. Así mismo, se abordan las restricciones metodológicas del MESMIS. Por último, **en el séptimo capítulo** se presentan las conclusiones y recomendaciones.

² El trabajo de investigación y los tesis participantes durante el primer y segundo ciclo de evaluación, fueron apoyados a través del financiamiento al proyecto de investigación “Desarrollo de Indicadores de sustentabilidad para los agroecosistemas del Valle de Toluca” con participación del CONACYT, UAEM y el CICA.

CAPÍTULO I

CONTEXTO SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y LECHE EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TOLUCA

I.1.- Aspectos Generales

El Valle de Toluca es un conjunto de 24³ municipios que corresponde a la parte central del Estado de México. Administrativamente, la región se delimita como el Distrito de Desarrollo Rural No. I Toluca, de la SAGAR, también, conocida como la Región Agropecuaria I de la SEDAGRO. (Ver mapa en anexo B).

Cuenta con una superficie total de 3,026.03 kilómetros cuadrados, lo que representa el 13 por ciento de la superficie estatal, y alberga a 1,694,821 habitantes, lo que la convierte en una de las regiones más pobladas del país (INEGI, 1991). Los municipios más poblados son Toluca y Metepec, que juntos concentran el 50 por ciento de la población total.

La región del Valle de Toluca se ubica en el Altiplano Central, localizándose entre los 18° 59' 04" y los 19° 34' 54" de latitud Norte y entre los 99° 14' 43" y los 99° 56' 27" de longitud Oeste de Greenwich; se delimita por una serie de formaciones volcánicas. Mientras que en la parte central se encuentra una enorme planicie, conocida como zona natural o vaso lacustre (Albores, 1995).

La altura promedio es de 2,690 msnm, un clima templado subhúmedo y lluvias en verano de mayor intensidad en julio y agosto. Las precipitaciones promedio son de 1,088 mm. Las temperaturas en invierno llegan a los 5 grados bajo cero y se registran en los meses de enero y febrero con alta probabilidad de heladas, mientras que la media es de 12.5 grados centígrados. Los suelos son de origen volcánico y predominan los andosoles, feozem, vertisoles y litosoles con una textura de franco arenoso, franco arcilloso y arenoso arcilloso y un pH de 5.0 a 6.0, propios para la agricultura (INIFAP/SARH, 1995).

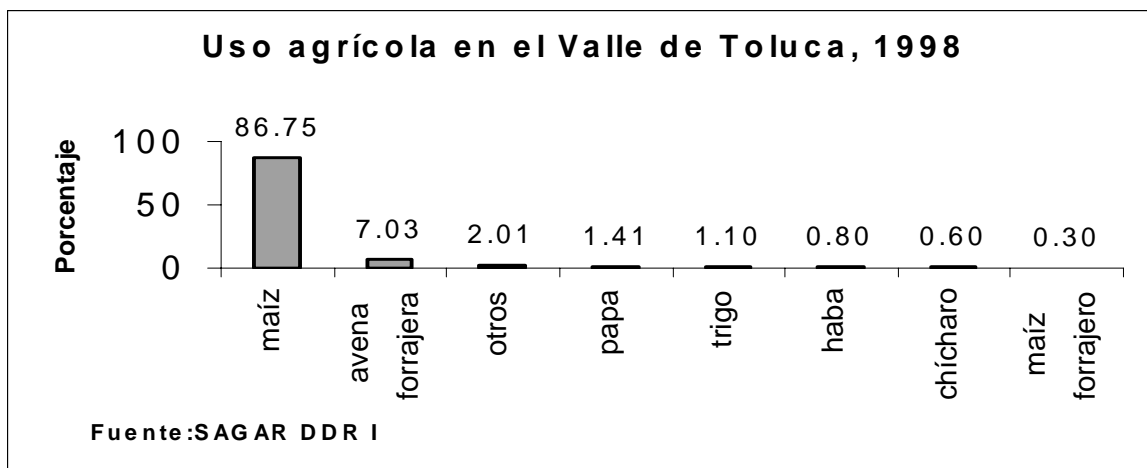
³ En algunos estudios se reduce a sólo 23 excluyéndose al municipio de Huixquilucan por tener condiciones climáticas y geográficas de alta montaña.

El Valle se clasifica en 3 subregiones: la baja ó lacustre que comprende a 8 municipios ocupando un 7.5 por ciento, de la superficie total; la mixta o media que incluye a 11 municipios y representa el 35.6 por ciento; y por último, la parte alta conformada por 4 municipios y que corresponde al 56.9 por ciento. Esta división también matiza los sistemas de producción agrícolas y pecuarios del Valle, así como determina la concentración de la población.

De acuerdo con las cifras oficiales (INEGI, 1991), en el Valle de Toluca se puede establecer la siguiente distribución de la población: 55.3 por ciento en áreas urbanas, 28.6 por ciento en áreas semiurbanas y el 16.1 por ciento en las zonas rurales.

En relación con el uso del suelo, el 50 por ciento de la superficie es destinada a la agricultura; el 27 por ciento es forestal; el 16 por ciento, otros (urbano, cuerpos de agua, etc.) y el 7 por ciento, pecuario. Destaca el cultivo de maíz, que ocupa más del 85 por ciento de la superficie agrícola, como se observa en el siguiente gráfico.

Figura I.1: Sobre los cultivos en el Valle de Toluca 1998

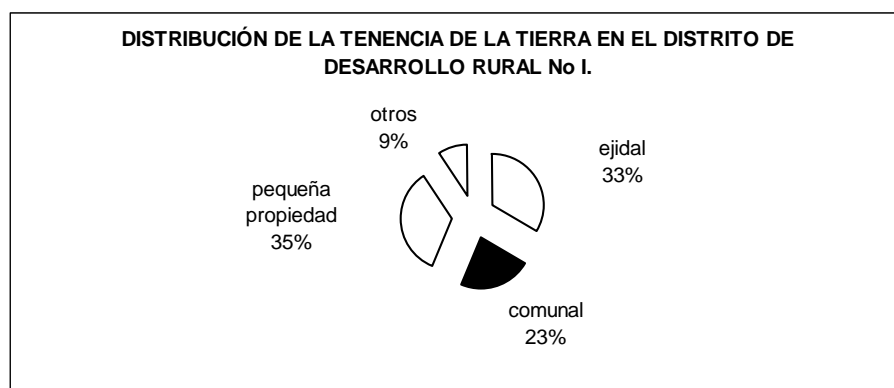


El maíz se establece como monocultivo. Entre los cultivos cíclicos sobresalen la avena y la papa. La participación de los cultivos perennes, como el caso de las praderas, no es aún representativa en el Valle.

En la región la producción de maíz tiene diferentes fines. Por ejemplo, en la zona baja predominan los maíces blandos, mientras que en las demás zonas destacan los maíces duros y criollos. La información del Distrito de Desarrollo Rural No. I, reporta que el 99.4 por ciento, de la superficie destinada al maíz, se trabaja con maquinaria y con una alta predominancia del paquete tecnológico derivado de la Revolución Verde, es decir, aplicación de herbicidas, pesticidas y fertilizantes y uso de semillas mejoradas. El rendimiento promedio se estima en 3.6 ton/ha. El grano tiene tres destinos: el autoconsumo, la venta y la alimentación animal (SAGAR/DDRI, 1998).

En el Valle la estructura de la tenencia de la tierra se distribuye de la siguiente manera:

Figura No. 1.2: Estructura de la tenencia de la tierra



Fuente: SAGARPA/DDR I

En la región predomina el minifundio, ya que el 68 por ciento de las unidades de producción tienen 5 has o menos, y el 32 por ciento corresponde a unidades mayores de 5 has (INEGI, 1994).

Son varias las limitantes que presenta el sector agropecuario en la región, entre las que destacan la altitud, la presencia de heladas tempranas ó tardías durante ciertas épocas del año, granizadas severas en el periodo de lluvias, así como la concentración de

lluvias y fuertes vientos. Estas condiciones frecuentemente afectan a los cultivos, ya sea por pérdidas o por facilitar la presencia de plagas y enfermedades, lo que a su vez desestabiliza la economía de los campesinos. De ahí, la presencia de varias especies pecuarias (aves, cerdos y bovinos), a fin de distribuir los riesgos de la producción y ser una estrategia común en la mayoría de las unidades productivas de la región.

I.2.- La producción de leche en la región del Valle de Toluca

Dentro de la actividad pecuaria en la región sobresalen las explotaciones destinadas a la producción de leche.⁴ Se registra una población de vientres del orden de 31,570⁵, en 11, 745 unidades de producción (INEGI, 1994). Por su parte, la SAGAR a través del Distrito de Desarrollo Rural No. I Toluca, en su informe de cierre de producción del año 1999 (SAGAR/DDRI, 2000), reportó que se produjeron 48,115 miles de litros de leche lo que representó un 11.13 por ciento de la producción total estatal, con un hato de 37,438 cabezas.

Por su parte, la información del Censo Agropecuario de 1992, sobre unidades de producción, existencias y producción de leche, muestra que el mayor número de unidades se encuentra en el rango de una a cinco cabezas de bovinos. Situación que destaca la importancia de esta estrategia en gran parte de los productores del Valle de Toluca (INEGI, 1992).

La producción de leche en el Distrito de Desarrollo Rural I, presentó una importante caída de más del 50 por ciento, entre 1991 y 1993. El descenso puede explicarse en función de la poca rentabilidad que presentó la actividad a finales de la década de los ochenta, con motivo del precio controlado de la leche, así como por el crecimiento de la

⁴ Este dato corresponde al año de 1996, en donde la producción de leche fue de 44,710 miles de lt y su valor de \$129,659.00, mientras que el de la carne de bovino correspondió a 7,500 tons. y un valor de la producción de \$105,000.00. Fuente Subdelegación de Planeación de la SAGAR en el Estado de México.

⁵ El dato incluye a vientres de doble propósito, carne y leche

mancha urbana, situaciones que provocaron la desaparición ó desplazamiento de los establos.

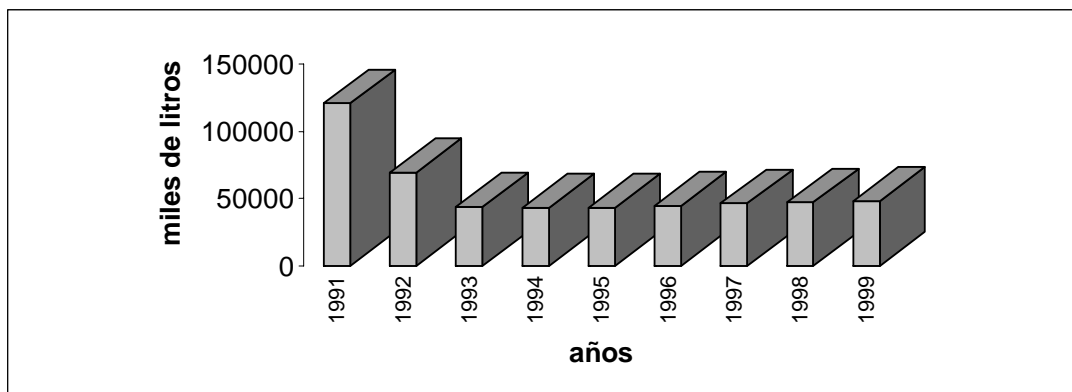


Figura.- I.3: Comportamiento de la producción de leche en el DDR I, 1999.

Fuente: elaboración propia con base en datos del Distrito de Desarrollo Rural No I

Actualmente, en el Valle de Toluca, la principal fuente de leche es el sistema conocido como semi-especializado (Muñoz *et al.*, 1995), ganadería campesina (INEGI/COLPOS, 1998), sistema de producción de leche familiar (Zorrilla *et al.*, 1997) ó sistema de producción de leche en pequeña escala (Arriaga *et al.*, 1997:a). De acuerdo con el personal técnico de la SAGAR y la SEDAGRO, en la región sólo se cuenta con 10 explotaciones con 40 o más vacas.

Al igual que en otras partes del altiplano mexicano, estos sistemas se caracterizan por estar estrechamente vinculados con la producción agrícola, fundamentalmente con el cultivo de maíz, en donde los esquilmos se incorporan a la alimentación del ganado, en tanto éste proporciona abono orgánico para el cultivo, lo que crea una complementariedad entre los subsistemas (Arriaga *et al.*, 1997; Castelán 1999).

En el Valle el sistema opera bajo el régimen de la semiestabulación, ya que está condicionado al estado fisiológico del cultivo de maíz. Es común la práctica de pastoreo de la tierra de cultivo durante el periodo comprendido entre la finalización de la cosecha y la preparación de los suelos para la siembra del siguiente ciclo agrícola.

La dieta de los animales se basa en alimentos balanceados comerciales con un consumo de 5.0 a 6.0 kg/vaca/día (solo las vacas en producción reciben este complemento), rastrojo de maíz, maíz molido, deshierbes de los campos de cultivo y del pastoreo en pastos nativos en agostaderos y áreas no útiles para los cultivos. Algunos productores incorporan el cultivo específico de forrajes (praderas cultivadas, maíz para ensilar, avena y otros forrajes de corte) en sus unidades de producción (Arriaga *et al.*, 1997).

Los animales son una cruce de ganado Holstein y “criollo” con una alta capacidad de adaptación al medio y a las condiciones de manejo. No existen prácticas de medicina preventiva ni de manejo reproductivo del hato.

El principal producto es la leche bronca, de baja calidad sanitaria. En el Valle no se identifica un desarrollo de la agroindustria de la leche. El sistema es practicado en áreas dispersas del Valle, pero cercanas a centros de población, dada la necesidad de comercializar rápidamente la leche. La ordeña es manual y la leche se comercializa a través de intermediarios llamados “boteros”. Los excedentes se transforman en quesos frescos. Una parte de estos productos se destina al autoconsumo y el resto para la venta. La etapa difícil para la comercialización de la leche es la época de lluvias, ya que por una parte aumenta la producción, por razón de que los animales reciben forrajes verdes y por otra, baja la demanda como consecuencia de las vacaciones escolares (julio y agosto). Estas dos condiciones provocan que el precio de la leche baje y que no se recolecte toda la producción, lo que genera pérdidas económicas a las unidades de producción.

Es imprescindible la participación de los miembros de la familia en las diferentes fases del proceso de producción, ya sea con trabajo o a través de aportes monetarios, a fin de mantener la dinámica y estabilidad económica del sistema. Es común la presencia de pequeños establos que utilizan materiales de la región que se ubican al lado de la casa habitación, a fin de aprovechar elementos disponibles (como el agua, las paredes, etc). Además de que permite a los propietarios estar al pendiente de los animales.

Estos sistemas son considerados como complejos por la multitud de interacciones (cultivos-animales-familia) en las que se desenvuelven. De acuerdo con Castelán (1999), el sistema de producción maíz y leche es complejo por lo impredecible del ambiente y las

adversidades económicas que tienen que enfrentar los campesinos, de tal manera que estos sistemas se convierten en múltiples opciones, al tener que manejar varias especies animales y por lo menos tres variedades de maíces para cubrir diferentes propósitos: maíz criollo para autoconsumo, maíz mejorado para la venta y maíz forrajero para el ganado.

Las características generales de los sistemas de producción de maíz y leche en el Valle han sido descritas por (Castelán, 1996), de la siguiente manera:

- En su mayoría son operados por campesinos ejidatarios de bajos ingresos, o bien, dentro de niveles de subsistencia.
- La principal forma de tenencia de la tierra es el ejido, aunque también existe la pequeña propiedad.
- El tamaño promedio de la unidad de producción es de 1.5 has por familia.
- La principal actividad agrícola es el cultivo de maíz.
- La producción de ganado bovino y de leche es una actividad tradicional para los productores.
- El tamaño del hato por familia varía entre 1 y 15 animales, con un promedio de 6.
- La producción de leche es una actividad altamente integrada con la agricultura (maíz).
- La producción de leche depende principalmente de esquilmos, como pajas y rastrojos para la alimentación de los animales dentro del sistema.
- La actividad ganadera constituye una forma importante de ahorro, de acumulación y de *estatus social*.
- Los bovinos constituyen una fuente importante de fertilizante orgánico y de combustible.
- Por la integración de la ganadería lechera con la agricultura, ésta es menos susceptible a las fluctuaciones del mercado.

En cuanto a la distribución en el Valle de Toluca, Espinoza (1999) establece, de acuerdo a la información disponible de INEGI (1994), que el 64 por ciento de las unidades de producción se encuentra en la subregión alta; el 30 por ciento en la subregión media, y

sólo el 6 por ciento en la subregión baja del Valle de Toluca. Así mismo, identifica el número de animales por unidad (tabla I.1).

TABLA No.I.1.- Estructura de los hatos lecheros en el Valle de Toluca

Cantidad de cabezas	% de las unidades de producción
1 a 5 animales	68
6 a 29 animales	23

Fuente: Espinoza, 1999. Modificado.

Respecto a los sistemas existentes y tomando como referencia los trabajos del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), de la Universidad Autónoma del Estado de México, se reconoce que en el Valle de Toluca existen tres sistemas de producción de leche, los cuales son identificados de acuerdo a su ubicación y fuentes de alimentación, de la siguiente manera:

El primero se identifica en la zona baja. Su principal característica es la alimentación de los hatos en épocas de lluvia con base en el pastoreo en diferentes áreas anegadas o ciénegas, donde se obtienen pastos naturales, mientras que en épocas de estiaje la alimentación se centra en rastrojo y grano de maíz. Es el sistema menos especializado y con bajos rendimientos de leche (Castelán, 1996).

El segundo se ubica en la subregión alta. El sistema se caracteriza por incorporar cultivos forrajeros, específicamente avena, así como destinar parte del maíz para silo, concentrado comercial y pastoreo continuo en áreas no sembradas (Carmona, 1992). En ciertas partes se identifican variantes como es la presencia de praderas inducidas de pastoreo y de corte que desplazan al cultivo del maíz. También utilizan silo de maíz, concentrado comercial y/o suplementos agroindustriales en la dieta de los animales (Arriaga, *et. al* 1997:A).

El tercer sistema, localizado en la zona media también se basa en rastrojo y grano de maíz, con la diferencia de que se incorporan esquilmos de hortalizas en la alimentación animal y presentan un proceso de intensificación del uso del suelo, al contar con agua para riego y buenos suelos —lo que permite sembrar diferentes cultivos de desarrollo

rápido en un mismo año, como es el caso de lechuga (*Lactuca sativa*), zanahoria (*Daucus carota*), espinaca (*Spinacia olerancia*) —. Otra particularidad es que este tipo de sistema esta más integrado al mercado regional de comercialización de hortalizas, de manera que el subsistema animal es menos importante en la operación de toda la unidad (Castelán, 1999 y Villa, 1997).

Por otra parte, se afirma que el crecimiento y desarrollo de los sistemas de producción de leche de la región, obedecen a las siguientes condicionantes:

1) En los sistemas de producción del Valle de Toluca se está gestando un proceso de reconversión productiva hacia la producción de leche en pequeña escala, donde cada vez más productores están destinando pequeñas superficies a la producción de forrajes y maíz para el consumo animal, que para la venta (Espinoza, 1999).

2) La actividad de la lechería en pequeña escala ha tomado una mayor importancia dentro de las estrategias productivas de los campesinos, como consecuencia de la pérdida en la rentabilidad del cultivo del maíz (Arriaga, *et al.*, 1998).

3) La producción de leche en pequeña escala aporta ingresos superiores a los generados por el cultivo de maíz, e iguales o mejores que los que podrían obtener en actividades no agropecuarias, dentro o fuera de la comunidad; además, los ingresos son estables a lo largo del año, lo que permite a las familias campesinas presupuestar sus gastos (Espinoza, 1997 y 1999).

4) La lechería en pequeña escala genera ocupación de la fuerza de trabajo familiar, con ingresos los 365 días del año, lo que permite a la población rural tener oportunidades de ocupación, permanecer en la comunidad, y disminuir la migración a las ciudades (Arriaga, *et al.*, 2000).

5) Se reconoce también la capacidad de estos sistemas de adaptarse a condiciones adversas, tanto de carácter climático como económico, así como la facilidad para operarlas con escasos recursos monetarios y tecnológicos (Arriaga, *et al.*, 1996).

Los diferentes trabajos que han abordado al sistema de producción campesino de maíz y leche, de la zona alta han concluido que:

- ❑ Uno de los principales problemas que enfrenta el sistema es la necesidad de contar con una mejor fuente de alimentación para los animales, que no implique costos adicionales (Arriaga, *et al.*, 1996).
- ❑ La etapa crítica para el sistema es la época de estiaje, cuando la disponibilidad de forrajes es escasa. En esta etapa los animales son sometidos a altas cantidades de rastrojo y subproductos agrícolas de bajo nivel energético, lo que representa problemas nutricionales (Castelán, 1997; Arriaga, 1997; Domínguez, 1997).
- ❑ El sistema de producción campesino de leche, no presenta medidas sanitarias adecuadas y es común la presencia de enfermedades como mastitis, tuberculosis y brucelosis, que además de afectar a los animales en su estado general, representan un problema de salud pública y una disminución en la rentabilidad (Fernández, *et al.* 1997).
- ❑ El sistema de producción de leche se ve seriamente afectado por el incremento acelerado de los costos de producción, sobre todo en lo referente a la alimentación, ya que existe una gran dependencia de alimentos balanceados, los cuales sufren constantes aumentos (Brunett *et al.*, 2000).
- ❑ El crecimiento urbano que presenta el Valle está ejerciendo una presión sobre el suelo, lo que origina incrementos en el valor de la tierra, así como un aumento en la demanda de mano de obra. Esto ocasiona que las actividades agropecuarias sean menos atractivas para los campesinos (González *et al.*, 2000).
- ❑ Los sistemas de producción basan su dinámica en la capacidad que tiene el “botero” de colocar la leche; es decir, la prioridad no es aumentar la producción de leche, sino abaratar los costos de producción, lo que se busca invirtiendo lo menos posible y sobreexplotando la mano de obra y sus recursos productivos (Hernández, 2001).
- ❑ La dinámica del sistema contribuye al sobrepastoreo y a la pérdida de cobertura del suelo, propiciando un proceso de erosión; de igual manera, el mal manejo de los pastos nativos trae consigo la desnutrición de los animales, debido a la baja calidad nutritiva de los pastos (Gutiérrez, 2000).

Una estrategia para abordar parte de la problemática expuesta ha sido el establecimiento de praderas de pastoreo y de corte, como una opción para elevar la productividad y rentabilidad del sistema, así como un elemento para mejorar los suelos.

En este sentido la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, a través del Distrito de Desarrollo Rural No I Toluca, realizó, entre 1992 y 1995, una serie de trabajos dentro del Proyecto de Investigación y Extensión (PIEX), financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo, con la intención de proponer alternativas de producción frente a las dificultades del mercado de maíz. Con este fin se seleccionó al ejido de San Cristóbal, en el municipio de Almoloya de Juárez.

La SAGAR se propuso transferir el paquete tecnológico de praderas para pastoreo, liberado por el INIFAP (Carmona, *et al.* 1992), bajo el esquema de módulo de demostración que buscó sensibilizar a los productores en el pastoreo de praderas, más que en el corte, así como impulsar distintas prácticas relativas al manejo del ganado. El proyecto finalizó en 1995 por aspectos administrativos, pero se considera que hubo una respuesta positiva para incorporar a las praderas de pastoreo en los sistemas de producción.

El proyecto fue retomado por el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), de la Universidad Autónoma del Estado de México, con la intención de realizar diferentes investigaciones para el mejoramiento de las condiciones de vida, a través del incremento de la productividad y sustentabilidad del sistema de producción de maíz y leche. Sus trabajos de investigación han profundizado en diferentes aspectos, tales como los tecnológicos, productivos, sociales y económicos, por medio de la metodología de investigación de desarrollo participativo (Arriaga, *et al.*, 1996).

Los principios sobre los cuales se basan estos trabajos son: a) el animal cosecha su propio alimento, por lo que se reduce el consumo de concentrado comercial y se incrementan los beneficios económicos; b) libera mano de obra en aspectos como el acarreo de forraje y la limpieza del establo; c) se favorece la incorporación de nutrientes al suelo, a través de las deyecciones directas en complementación con el uso de tréboles como fijadores de nitrógeno (que reducen el uso de nitrógeno químico), y por último, d) al ser la pradera un cultivo perenne, permite la cobertura del suelo durante varios años, con lo que se mejora la estructura del suelo y se eliminan plagas del mismo. En cuanto al aspecto social, esta opción es ampliamente aceptada, ya que la mayoría de los

productores tienen acceso a esta tecnología por su bajo costo, lo que genera oportunidades de trabajo para más campesinos (Arriaga, *et al.*, 1997).

I.3.1.- Descripción del ejido de Benito Juárez (Agroecosistema convencional)

El ejido de Benito Juárez es consecuencia de la afectación a la Hacienda El Salitrillo en el reparto agrario de 1936. Colinda al norte y al este con el ejido Santa Catarina Tabernillas, al sureste con el ejido San Cristóbal, al sur con el ejido Cieneguillas y al oeste con el Ejido Santiago del Monte. A su interior, el ejido está dividido por lomas y barrancas. Existen tres núcleos de población conocidos como La Loma de San Antonio, La Loma del Terraplén y La Loma de la Purísima o de la Escuela y “La Ampliación”, que es un área de reciente asentamiento. Esta última se divide en dos partes: Las Ranas y La Nopalera. (Ver mapa en anexo B).

Cuenta con una superficie de 839 hectáreas. Se localiza aproximadamente a 20 kilómetros al este de la cabecera municipal, Almoloya de Juárez. Se ubica entre los 19°24'45" y 19°27'55" de latitud norte y los 99°49'55" y 99°52'08" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Se llega al ejido por la carretera Toluca-Zitácuaro, desviándose en la carretera que se dirige hacia Santa Catarina Tabernillas, la cual atraviesa por el ejido, encontrándose a 3.5 kilómetros aproximadamente de esta desviación.

La altitud oscila entre 2,445 y 2,520 m.s.n.m., en planos, con pendientes del 2 al 8 por ciento, por lo que estos terrenos pertenecen a las clases de “a nivel o casi a nivel” y “ligera”. El relieve es normal y subnormal, la pedregosidad es menor del 5 por ciento y la rocosidad también menor del 1 por ciento, presenta una erosión hídrica moderada en la mayor parte de este sitio; sin embargo, en algunas áreas alcanza niveles que exceden las pérdidas permisibles de suelo.

El suelo dominante pertenece a la subunidad vertisol pélico, según el sistema de clasificación de la FAO-UNESCO; los suelos son de origen coluvial y aluvial profundo (más de 50 cm), el color varía en húmedo de negro a gris oscuro y en seco gris, la textura es arcillosa; la estructura es blocoso-angular y subangular, la consistencia en seco es dura, en húmedo es friable y en saturado plástico y muy plástico; el drenaje interno de los

suelos es ligeramente lento a lento, tiene un pH de 6.1, no presenta problemas de salinidad ni sodicidad (COTECOCA, 2000-A).

El clima dominante en el ejido es el templado subhúmedo con lluvias en verano, con la fórmula climática según el sistema de clasificación de Köppen y las modificaciones propuestas por E. García, es C(w₂)(w); la temperatura media anual es de 13.3°C, la precipitación pluvial promedio es de aproximadamente 840 mm, con 90 a 120 días de lluvia apreciable. El 83 por ciento de la precipitación se presenta de junio a octubre; con humedad en el suelo de junio a noviembre.

En lo que respecta a la infraestructura hidráulica para riego, el ejido posee:

- Presa “La Purísima “
- Pozo profundo en la Loma del Terraplén
- Presa “San Antonio”
- Pozo profundo en la Loma de San Antonio
- Presa “La Nopalera”
- Presa “El tejocote” (inhabilitada)
- Presa “Ignacio Ramírez” (parte y desecada)
- Presa “Barranca Seca” (seca)

Las zonas agrícolas se dedican exclusivamente a la siembra de maíz, el cual se siembra bajo la modalidad de humedad residual o punta de riego,⁶ misma que representan el 13 por ciento, de la superficie total del ejido. La zona agrícola de temporal ocupa el 43 por ciento de la superficie total del ejido.

De acuerdo con COTECOCA (2000-A), el 100 por ciento de la superficie de pastoreo presenta condiciones por debajo de “buenas” y con una clara tendencia a condición negativa. Estos agostaderos han perdido del 30 al 50 por ciento de su potencial productivo, mientras que los suelos se están perdiendo paulatinamente por los procesos erosivos, como consecuencia, principalmente de la sobreutilización de los mismos.

⁶ La modalidad de punta de riego, consiste en sólo un riego de presiembra para preparar el terreno.

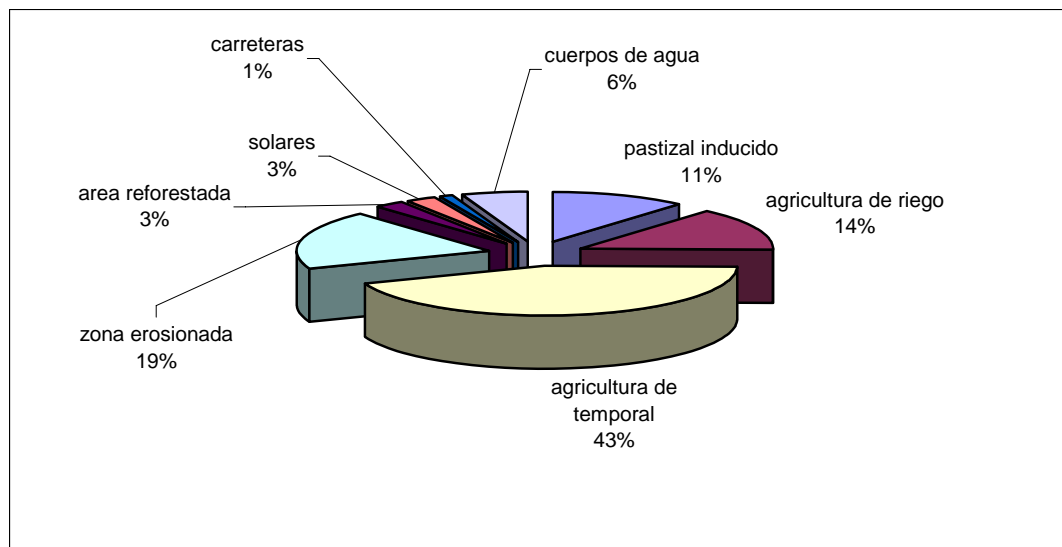


Figura I.4: Uso del suelo en el ejido de Benito Juárez, 2000

Fuente: COTECOCA, 2000-A

Información derivada de un de la proyecto UNAM, ⁷ establece que existen 324 unidades familiares, de las cuales 150 cuentan con ganado bovino; es decir, el 46.9 por ciento de las familias integran a los bovinos como una estrategia productiva. Así mismo, se reporta que en este grupo de unidades, el 38 por ciento tiene menos de 5 años de dedicarse a la ganadería lechera; 13 por ciento, tiene entre 5 y 10 años de haberla incorporado a su estrategia productiva y el 49 por ciento, cuentan con más de 10 años de dedicarse a la actividad.

El diagnóstico también arrojó que el 57 por ciento tiene la perspectiva de aumentar su hato, el 40 por ciento, de permanecer igual, y 3 por ciento, de reducir sus hatos como consecuencia de problemas económicos ó falta de tiempo para atenderlos.

La unidad de producción típica del ejido tiene de 2 a 5 hectáreas para siembra de maíz (algunas pueden tener acceso a agua para riego), áreas de pastoreo comunales y un hato de 2 a 7 vacas, aunque no todas en producción.

La historia del ejido se puede sintetizar de la siguiente manera: la gente reconoce que el cambio de maiceros a ganaderos se da en 1978, a través de un crédito a fondo perdido otorgado por una institución del gobierno estatal conocida como Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México (CODAGEM), dentro del “Programa Bovino Familiar” que financió las primeras 8 vacas de “clase”: bovinos con características de raza Holstein, cuyas vacas son conocidas como “pintas”. El siguiente factor que influyó fueron dos fuertes créditos bancarios, el primero en 1986, a través del Banco del Atlántico que les permitió traer vientres de un municipio del norte del Estado de México. El segundo crédito corresponde al año de 1987, mediante el cual se trajeron animales de Cd. Juárez, Chihuahua. El último crédito fue acompañado de un paquete de asistencia técnica y adquisición de maquinaria y equipo para mejorar el manejo de los recursos. A partir de este impulso el ejido fue considerado como un modelo potencial para desarrollar la ganadería lechera familiar en la zona.

Sin embargo, actualmente se observa un fuerte proceso de deterioro de la calidad genética de los animales, pero con posibilidades de mejorarse (Barbabosa *et al.*, 1997). Se ha estimado que el ejido aporta 2,500 litros de leche diariamente (Inclán, 2001).

I.3.2.- Descripción del ejido de San Cristóbal (Agroecosistema modificado)

El Ejido San Cristóbal cuenta con una superficie de 198 hectáreas, se localiza aproximadamente a 20 kilómetros al este de la cabecera municipal, su ubicación es entre los 19°24'33" y 19°25'39" de latitud norte y los 99°49'46" y 99°50'45" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se llega a él por la carretera Toluca-Zitácuaro, desviándose en la comunidad de Cieneguillas por un camino de terracería, encontrándose el ejido a 3 kilómetros aproximadamente (ver mapa en anexo B).

Se localiza a una altitud de 2,565 a 2,590 m.s.n.m., en planos, con pendientes del 3 al 8 por ciento por lo que estos terrenos pertenecen a las clases de “a nivel o casi a nivel” y “ligera”, el relieve es normal y subnormal, la pedregosidad es menor del 5 por ciento, y la

⁷ “Impacto socioeconómico de la lechería en pequeña escala en el Centro y Occidente de México”, el proyecto tiene como unidad de análisis al ejido de Benito Juárez y cuenta con 5 pasantes de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, trabajando tesis en diferentes temas, desde mayo del 2000, con financiamiento UNAM-CONACYT.

rocosidad también menor del 1 por ciento; presenta una erosión hídrica moderada. Aunque en algunas áreas alcanzan niveles que exceden las pérdidas permisibles de suelo COTECOCA (2000:B).

El suelo dominante pertenece a la subunidad vertizol pélico, según el sistema de clasificación de la FAO-UNESCO. Los suelos son de origen coluvial y aluvial profundo (más de 50 cm); el color varía en húmedo de negro a gris oscuro y en seco gris; la textura es arcillosa; la estructura es blocoso-angular y subangular; y la consistencia es dura, en húmedo es friable y en saturado plástico y muy plástico. El drenaje interno de los suelos es ligeramente lento a lento, tiene un pH de 6.1, no presenta problemas de salinidad ni de sodicidad.

El clima en el ejido es el templado subhúmedo con lluvias en verano, con la fórmula climática según el sistema de clasificación de Köppen y las modificaciones propuestas por E. García, es C(w₂)(w). La temperatura media anual es de 13.0°C, la precipitación pluvial promedio es de aproximadamente 843 mm, con 90 a 120 días de lluvia apreciable, el 83% de la precipitación se presenta de junio a octubre; con humedad en el suelo de junio a noviembre.

Se han identificado las siguientes especies forrajeras en el ejido: *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*, *Sporobolus poiretii*, pata de gallo *Eleusine indica*, cola de zorra *Setaria geniculata*, *Microchloa kuntii*, *Lycurus phleoides*, *Eragrostis* spp, *Muhlenbergia* spp, *Hilaria cenchroides*, *Stipa ichu*, *Bromus carinatus*, Trébol blanco *Trifolium repens*, Trébol rojo *Trifolium pratense*, además existe la presencia de algunas *Cyperaceas* en áreas con mal drenaje (Rojo *et al.*, 1996).

La infraestructura hidráulica con que cuenta el ejido es la siguiente:

- Un pozo profundo, que proporciona agua potable y de riego a la zona agrícola.
- Dos bordos para el almacenamiento de agua.
- Canales de riego, revestidos en su mayoría, que sirven para la conducción del agua a las áreas agrícolas.

- Existen 800 metros de manguera de 3", la cual será empleada para habilitar las áreas que actualmente son de temporal (a la fecha de la realización del estudio).

De acuerdo a información de estudios anteriores, en el ejido existen 386 bovinos, 50 ovinos y 25 cabezas de ganado equino; los cuales se tienen entre 66 familias que viven en el ejido. El ejido se compone por 30 ejidatarios, más la parcela escolar y 14 posesionarios. (Arriaga, *et al.*, 1996).

Se afirma que el 81 por ciento de los productores incorporan pequeños hatos de bovinos a sus estrategias productivas y que el cultivo de maíz forma parte del eje de producción (Arriaga, *et al.*, 1997). Se estima que el 80 por ciento, de la superficie agrícola es ocupada por este cultivo y que el 10 por ciento de esta superficie es destinada al ensilaje como forraje (Rojo y Valdés, 1996).

En cuanto al uso del suelo, en el ejido existe una tendencia a la especialización de la producción intensiva de leche. La presencia de praderas inducidas de ballicos y tréboles tanto para corte como para pastoreo se ha incrementado. Para el ciclo p/v 1999, se reportaban 20 has de praderas, mientras que para el ciclo del 2000 fueron 23.5 has y para el 2001 se manejaban un total de 25.6 has.⁸

En lo referente a la producción de leche, los productores trabajan con hatos de entre 1 y 16 vacas, en que predominan los animales encastados de Holstein. Los establos se ubican en la parte trasera de la casa habitación a fin de utilizar paredes y el agua potable para el ganado.

Entre las instituciones que han tenido presencia en el ejido de San Cristóbal para promover la especialización a la producción de leche, están el Instituto de Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Forestal y Acuícola del Estado de México (ICAMEX) y el Centro de investigación en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del

⁸ La información del 2001, corresponde a una entrevista con el Sr. Hermenegildo Reyes, quien es el encargado del pozo, es decir, el que distribuye el agua para riegos.

Estado de México, que han colaborado para conformar el esquema productivo que actualmente se lleva a cabo en el ejido de San Cristóbal.

Específicamente, el sistema de producción en el ejido de San Cristóbal se ha modificado a través de la incorporación de innovaciones tecnológicas, como es el pastoreo intensivo en las praderas de riego de ballicos perennes y anuales (*Lolium perenne* y *L. multiflorum*), solos o asociados con trébol blanco (*Trifolium repens*), así como el uso de cercos eléctricos para realizar pastoreos rotacionales, el tratamiento de esquilmos agrícolas con urea, a fin de incrementar su digestibilidad, el almacenamiento de forraje a través de silos, el manejo de registros productivos, el establecimiento de programas de alimentación, y análisis económicos de la unidad, entre las acciones más importantes.

En el ejido se puede observar una respuesta positiva hacia la adopción del cultivo de praderas. El manejo de los cercos eléctricos también se ha extendido a lo largo y ancho de la comunidad. Existen 9 pulsadores que cubren una superficie de 18.5 has.

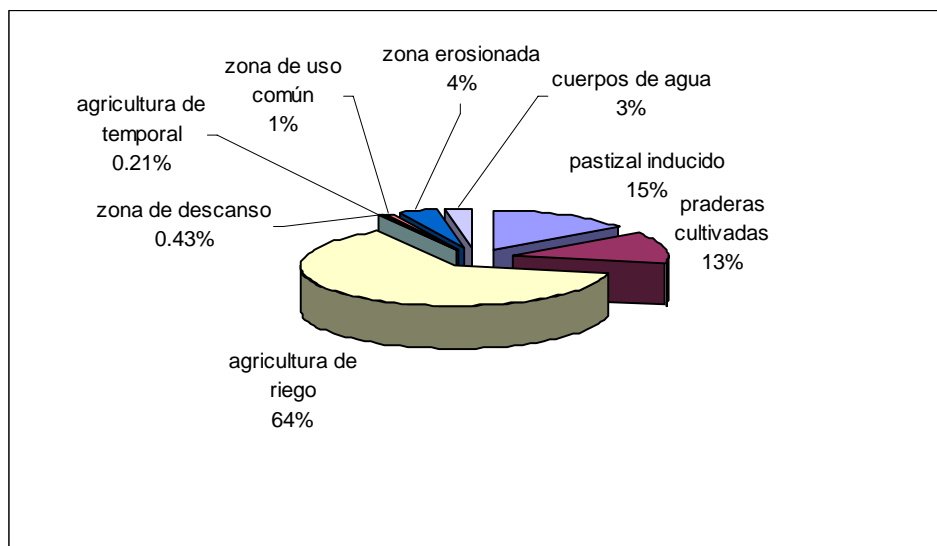


Figura I.5: Uso del suelo en el ejido de San Cristóbal, 2000
Fuente: Cotecoca, 2000:A

CUADRO I.I.- CARACTERIZACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS EN DOS COMUNIDADES DEL VALLE DE TOLUCA

DETERMINANTES DEL AGROECOSISTEMA	AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL (Ejido Benito Juárez)	AGROECOSISTEMA MODIFICADO (Ejido San Cristóbal)
CONDICIONES BIOFISICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: 35 km al NW de Toluca en el municipio de Almoloya de Juárez. Altitud: 2600 msnm. • Clima: Templado subhúmedo con lluvias en verano. • Temperatura media anual: 17.3°C. Precipitación pluvial anual 800 mm. • Paisaje: Lomeríos y valles con pendientes poco pronunciadas. • Suelos: Feozem háplico rico en materia orgánica y nutrientes de lento drenaje y vertisol pélico con textura arcillosa pesada con pH ácido. 	
ASPECTOS GENERALES	<p>Superficie: 744 ha No. de familias: 295 No. De ejidatarios: 104 Infraestructura: Presa, bordos, pozos (para regar 370 has) y caminos</p>	<p>Superficie: 190 ha No. de familias: 54 No. De ejidatarios: 30 Infraestructura: Bordos, pozos y canales (para regar 95 has) y caminos</p>
SUBSISTEMA AGRICOLA	Producción campesina de maíz monocultivo (riego y temporal) con importantes excedentes al mercado, grado mediano de tecnificación y uso de insumos externos.	
SUBSISTEMA PECUARIO	<ul style="list-style-type: none"> • Producción campesina de leche basada en subproductos del maíz, pastoreo en áreas comunales y arvenses, baja tecnificación y uso importante de insumos externos. Hatos de 1 a 8 animales. • Total de hatos 114 con 345 vacas. • Otras especies (aves) • Otros cultivos forrajeros (avena) en menor proporción). 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción campesina de leche basada en un mayor uso de praderas cultivadas de pastoreo y ensilaje de maíz y manejo de cercos eléctricos. Con un mayor nivel de tecnificación. Hatos de 1 a 15 animales. • Con 47 hatos y 190 vacas. • Otras especies (aves) • Otros cultivos forrajeros (avena) en menor proporción.
ACTIVIDADES EXTRA-AGROPECUARIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Comercio • Trabajo asalariado en Toluca 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin trabajo externo
OBJETIVOS DE LA PRODUCCION	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de ingresos • Autoconsumo 	
PROBLEMÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> • Precios bajos del maíz. • Altos costos de insumos externos. • Estacionalidad de la demanda de leche. • Baja calidad genética de los animales • Poca organización. • Desconfianza al interior y exterior de la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precios bajos del maíz. • Altos costos de insumos externos. • Estacionalidad de la demanda de leche. • Alta dependencia de insumos, tecnología y asistencia
INTERVENCION EXTERNA	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de programas gubernamentales y crédito bancario en apoyo a la lechería de 1978 a 1985. • Apoyos gubernamentales a través de Procampo, Alianza para el Campo, Progres, DIF, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de programas gubernamentales y de investigación (SAGAR, INIFAP, ICAMEX y CICA) como apoyo a la lechería desde 1990 a la fecha. • Apoyos gubernamentales a través de Procampo, Alianza para el Campo, Progres, DIF, entre otros.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“...el problema no sólo es saber que es más sustentable, sino cuánto y durante qué tiempo”

Las dificultades que enfrenta el concepto de sustentabilidad se pueden sintetizar en dos niveles. El primer nivel corresponde a aspectos de corte teórico metodológico, entre ellos se pueden citar los siguientes: a) el desarrollo de marcos de análisis que permitan integrar aspectos cualitativos y cuantitativos; b) la integración de enfoques multidisciplinarios para su aproximación; c) contar con criterios que permitan una valoración objetiva; d) integración de los datos para su análisis y procedimientos estadísticos a seguir; e) contar con umbrales que permitan establecer cuánto falta para llegar a un nivel ideal (De Camino, 1993; Gameda, 1995; Dumasky, 1998; Masera, *et al.*, 1999). En el segundo nivel, se reconoce la escasez de propuestas metodológicas que permitan estudiar en forma práctica e integral el estado de sustentabilidad que guardan los sistemas de producción, para identificar en qué partes son débiles y en cuáles son fuertes (Schaller, 1993; Munashinghe, 1995).

A partir de estas dos dificultades se identifican una serie de propuestas metodológicas encaminadas a diseñar marcos de análisis que identifiquen y califiquen los componentes sociales, económicos y ambientales dentro de los sistemas de producción. Sin embargo, también se reconocen vacíos y necesidades de ajuste a estas herramientas. Por lo que se afirma que la mejor forma de establecer las limitaciones de tales propuestas, es a través de su aplicación en diferentes casos de estudio, de manera que se pueda establecer su efectividad y mejorar su proceder a través de las modificaciones pertinentes.

En este caso se ha optado por trabajar la evaluación a través de la propuesta “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999). Este modelo ha sido utilizado en varios estudios de casos para evaluar sustentabilidad en sistemas de producción campesinos (Masera y López-

Ridaura, 2000), de los que resultan varias observaciones y recomendaciones hacia el marco de evaluación. Como consecuencia de lo anterior, en este trabajo se parte de algunas de estas experiencias prácticas, así como de las consideraciones metodológicas planteadas para un mejor análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción campesinos.

Bajo estas condicionantes es que se han seleccionado a los agroecosistemas campesinos de producción de leche con eje en la producción de maíz. En ellos, las vacas son utilizadas como un elemento para aprovechar los esquilmos agrícolas, las arvenses de la milpa, los pastos nativos de diferentes áreas y la mano de obra disponible. Por su parte, los bovinos proporcionan leche, carne y fertilizante orgánico así como energía combustible. Además son un medio de capitalización y de *status social* (Castelán, 1997).

Estos agroecosistemas han sido considerados como una opción de Desarrollo Rural Sostenible por sus características y capacidad de adaptación a condiciones adversas (Arriaga, 1997). Aunque en otros estudios (Castelán, 1996) se les cataloga como “altamente sustentables” en lo económico y en lo social, más no en lo ecológico, por el alto consumo de fertilizantes químicos. También, se reconoce que aún existe un escaso conocimiento de su funcionamiento, como de la problemática que les afecta y las posibilidades de impulsar un Desarrollo Rural más sustentable a partir de este esquema de producción (Castelán, 1996 y 1997).

Ante esta problemática se plantea la necesidad de seguir avanzando en el conocimiento de estos agroecosistemas, para lo que se requiere de una evaluación más objetiva de su sustentabilidad.

Para efectos prácticos se han diferenciado dos agroecosistemas:

- El **agroecosistema convencional (AC)** esta caracterizado por el uso del suelo dedicado al cultivo de maíz (*Zea mays*) para grano y destinado al autoconsumo, venta y alimentación animal, mientras que la producción de leche se realiza por medio del rastrojo y grano molido de maíz, y el pastoreo de sus vacas en pastos nativos de áreas no aptas para la agricultura,

procesos de descomposición social y una alta participación de los miembros de la familia en el proceso productivo.

- El **agroecosistema modificado (AM)** es derivado de una serie de innovaciones tecnológicas que se vienen incorporando, desde 1990, al sistema original por la vía de diferentes instituciones de investigación y de fomento⁹ como un medio para intensificar la producción de leche ante la problemática del maíz. El agroecosistema se ha modificado a través de la incorporación de praderas de riego de ballicos perennes y anuales (*Lolium perenne* y *L. multiflorum*) solos y asociados con trébol blanco (*Trifolium repens*), para pastoreo intensivo, así como el uso de cercos eléctricos para realizar pastoreos rotacionales, el tratamiento de esquilmos agrícolas con urea a fin de incrementar su digestibilidad, almacenamiento de forraje por medio de silos, manejo de registros productivos, programas de alimentación, y análisis económicos de la unidad, entre otras acciones.

Frente a estos dos escenarios de producción de maíz y leche, es que se ha planteado el objeto de estudio, para esclarecer sus potenciales y limitantes a través de una evaluación de la sustentabilidad más objetiva, a fin de identificar los puntos fuertes y débiles de cada agroecosistema y, de esta manera fortalecer aquellos aspectos que permitan cubrir mejor sus objetivos y metas.

En este contexto, se planteó realizar un trabajo sobre la sustentabilidad a nivel de unidad de producción. Existe un acuerdo entre los estudiosos del tema, en cuanto a que los efectos en este nivel influyen de manera determinante en los niveles subsiguientes de los agroecosistemas. Munashige (1995) sostiene que no es posible la síntesis de resultados que no han sido obtenidos en escala de unidad de producción y que el análisis a nivel micro, permite entender mejor al sistema de producción, lo que facilitará su articulación en un contexto más amplio.

⁹ Destacan el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Distrito de Desarrollo Rural No I de la SAGAR, el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA) de la Universidad Autónoma del Estado de México y el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX).

A partir de este interés, y de la importancia de llevar a cabo un análisis integral de los agroecosistemas de producción de maíz y leche, se plantean los siguientes objetivos y preguntas:

II.1.- Objetivos

II.1.2.- OBJETIVO GENERAL

Estudiar el agroecosistema campesino de producción de maíz y leche del Valle de Toluca, a partir de una evaluación de la sustentabilidad que permita obtener conocimientos de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica para desarrollar y aplicar estrategias que mejoren su perfil de sustentabilidad.

II.1.2.1.- OBJETIVO EN LOS AGROECOSISTEMAS

- Evaluar el nivel de sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche: A) el **convencional** y B) el **modificado** de la zona noroeste del Valle de Toluca.

II.1.2.2.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN PARA LOS AGROECOSISTEMAS

¿Cuál es el nivel de sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche: uno con un esquema de producción convencional y el otro con modificaciones tecnológicas?.

¿Existen o no diferencias entre el agroecosistema convencional y el modificado, respecto a su perfil de sustentabilidad?

El segundo problema que obliga a su análisis es el siguiente: para el estudio de la *Agricultura Sustentable* se debe integrar una serie de aspectos teóricos y conceptuales con diferentes enfoques, lo que implica saber: qué criterios utilizar y cómo relacionar e identificar variables que permitan una evaluación clara sobre el avance o retroceso de los agroecosistemas. Ante ello, una de las líneas de investigación que se ha promovido en la actualidad es la de desafiar a las metodologías de evaluación de la sustentabilidad, con la

finalidad de realizar los ajustes necesarios para convertirlas en herramientas importantes de la propia sustentabilidad.

II.1.2.3.- OBJETIVO PARA EL MÉTODO

- Evaluar el instrumento metodológico conocido como *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo, Incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999) en la evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche durante, dos ciclos de medición.

II.1.2.4.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN PARA EL MÉTODO

¿Cuáles son las debilidades y fortalezas del MESMIS como instrumento metodológico para evaluar la sustentabilidad de dos agroecosistemas de maíz y leche del Valle de Toluca, durante dos ciclos de medición?

II.3.- HIPÓTESIS

Para poder trabajar las preguntas de investigación, se plantearon las siguientes hipótesis:

A nivel de los agroecosistemas :

Los agroecosistemas convencional y modificado son esquemas de producción que reúnen condiciones favorables de orden ecológico, social, económico y productivo, y por lo tanto, *no existen* diferencias entre ellos en términos de sustentabilidad.

A nivel del método

La sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de maíz y leche del Valle de Toluca puede ser medida con el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo, Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999).

II.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir y esquematizar los agroecosistemas “convencional” y “modificado” de producción de maíz y leche practicados en el Valle de Toluca.
- Identificar los “puntos críticos” para alcanzar la sustentabilidad de ambos agroecosistemas.
- Diseñar y medir indicadores estratégicos que permitan realizar de forma práctica la evaluación de la sustentabilidad, así como el seguimiento y control del agroecosistema maíz y leche.
- Analizar la información de los indicadores para definir si existen o no diferencias entre los dos agroecosistemas.
- Establecer algunas estrategias al interior de los agroecosistemas para elevar el nivel de sustentabilidad.
- Proponer ajustes a la metodología MESMIS que sirvan para mejorar su utilidad como herramienta para la evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas mixtos agricultura-ganadería.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

“Sustentable ó insustentable, cuestión de evaluar”

III.1.- EL DESARROLLO SUSTENTABLE COMO MARCO CONCEPTUAL

La concepción más generalizada del *Desarrollo Sustentable*, es la propuesta “Nuestro Futuro Común”, también conocida como el informe Brundtland, documento que apareció en 1987. De acuerdo con el mencionado informe, el desarrollo económico y social debe descansar sobre la base de la sustentabilidad, por lo que es entendido como “...el manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de un cambio tecnológico, de tal forma que se asegure la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, conservando con ello el medio en que vivimos”. Esta concepción hace hincapié en un uso racional del suelo, el agua y la biodiversidad, bajo la perspectiva de un desarrollo técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable.

A partir de esta visión, se convierte en un constante reto el diseñar un nuevo modelo de desarrollo con un concepto diferente de crecimiento económico —que no supere la capacidad de restauración de los recursos naturales—, a través de una racionalidad económica, en que los hábitos de consumo y los patrones de producción sean compatibles con la naturaleza.

Uno de los elementos más utilizados para llegar a cubrir los principios que establece el Desarrollo Sustentable es proponer un nuevo desarrollo cultural, por lo que se habla de “un cambio tecnológico-educativo e institucional y de nuevos principios éticos de conservación de la naturaleza”, que nos conduzcan a una transformación en la relación sociedad-naturaleza y a un nuevo nivel de equidad frente al modelo hegemónico de desarrollo; de ahí que se contemple también a “la voluntad política” como elemento importante para impulsar acciones en pro de la sustentabilidad (Allen *et al.*, 1991).

En el Desarrollo Sustentable está implícito un proceso de “cambio social” ya que requiere de la participación activa de los habitantes y de una voluntad política que dé preferencia a las necesidades humanas básicas y al respeto a los procesos biológicos, ecológicos y culturales, antes que a los intereses de crecimiento económico (Schaller, 1993; Murillo, 1997).

De estas reflexiones se desprende que al Desarrollo Sustentable hay que ubicarlo en el contexto social, económico, cultural y político de la producción, dando especial interés a la renovación de los recursos naturales.

No obstante, los argumentos sobre el paradigma del Desarrollo Sustentable y el tiempo transcurrido después de su aparición y la infinidad de documentos que se han elaborado usándolo, aún no hay consenso respecto a lo que realmente significa e implica. Existen infinidad de interpretaciones, en función a ideologías, disciplinas, contextos, enfoques e intereses en que está siendo utilizado, así como a la amplitud de la problemática que se pretende abordar (UICN, 1997).

III.2.- Sustentabilidad y agricultura

En términos teóricos es posible identificar por lo menos tres posturas teóricas que abordan a la sustentabilidad en la producción agrícola:

La primera, se puede ubicar dentro de una corriente **Neoeconomicista**, la cual parte de la idea de que la sustentabilidad se logra con asignar un precio al medio ambiente, tras reconocer la incapacidad del mercado para responder a los procesos de deterioro ambiental. Su marco conceptual se deriva de la *teoría marxista de valor de uso y valor de cambio*, con lo que se construye una perspectiva conocida como **Economía Ambiental**. Su propuesta se concentra en analizar un proceso denominado externalización¹⁰ de los costos ambientales en los procesos de producción, bajo la idea de darle un costo teórico a

¹⁰El concepto de Externalización hace referencia a que los costos y beneficios de la actividad productiva que generan la mayoría de los actores económicos y que transfieren a otros su costo. La tendencia actual es internalizar estos costos por medio de diferentes metodologías. Véase “Valoración económica del medio ambiente y los recursos naturales”. Belausteguigoitia y Pérez en Economía Informa. No. 23 diciembre de 1996. UNAM.

los servicios que proporciona la naturaleza así como aplicar un costo al deterioro ambiental e incorporarlos al marco de análisis de la relación costo/beneficio. Es decir, considera a los recursos naturales una mercancía y en un medio para obtener ganancias.

La segunda postura, es clasificada como **Socio-Antropológica**, parte de la crítica al modelo tecnológico por su alto contenido de insumos y capital y por su característica excluyente para la población que no cuenta con recursos para la adquisición de los medios de producción. Reconoce la necesidad de mantener la cultura y conocimiento tradicional como elementos necesarios para la conservación de la naturaleza y de la producción. Dentro de este grupo se encuentra una derivación de la ciencia de la Ecología conocida como **Etnoecología**¹¹ que se basa en una evaluación de tipo ecológica de las actividades productivas, pero incorpora a los patrones culturales e instituciones sociales como elementos que mantienen un equilibrio en el uso y distribución de los recursos. Sostiene que las unidades de producción campesinas y sus prácticas tradicionales son más eficientes en el manejo de sus recursos que los sistemas intensivos.

La tercera corriente, es la **Técnico-Biológica**, establece la importancia de la biodiversidad y de las interacciones de los ecosistemas, por lo que promueve un abordaje multidisciplinario. Su concepción es que es posible maximizar la eficiencia de los sistemas de producción y obtener mayores beneficios con el uso de técnicas ecológicas. Reconoce la importancia de un verdadero conocimiento del potencial ecológico para impulsar alternativas productivas propias para cada región. Dentro de esta propuesta se encuentra un enfoque conocido como **Agroecología**¹², la cual busca el desarrollo de tecnologías de uso eficiente de energía, de bajo impacto ambiental y de conservación de los recursos naturales por medio de sustituir el uso de insumos derivados de la química, así mismo sostiene la importancia de una integración del conocimiento tradicional con el conocimiento moderno. Su abordaje es de tipo integral al incorporar las dimensiones: biofísica, socio-económica y tecnológica que intervienen en el proceso productivo. Esta

¹¹ En materia rural, Toledo y su grupo de investigadores plantean este enfoque, a partir del análisis de los procesos productivos primarios y su eficiencia ecológica. Referirse a Toledo V.M, Carabias, Toledo, C. y González, C. 1990, "La Producción Rural en México: alternativas ecológicas". Fundación Universo Veintiuno y UNAM.

¹² Dentro de este enfoque destacan los trabajos desarrollados por Altieri, 1995, Gliessman, 1999 y Guzmán, 1999 encaminados a la conformación del marco teórico y conceptual para el abordaje de agricultura tradicional.

postura hace énfasis en que la tecnología no sólo se debe dirigir a la productividad de los ecosistemas, sino que debe de contemplar otros indicadores como los sociales, económicos y biológicos.

La postura que se asume en este trabajo corresponde a la última de las descritas, por lo que requiere de una revisión más a fondo.

III.3.- La Agroecología como paradigma para el diseño de la agricultura sustentable

Desde la década de los setenta, se observa el desarrollo de un nuevo enfoque para el estudio de la agricultura a través de una perspectiva más amplia que se conoce como Agroecología. De acuerdo con Guzmán (1999), la conformación de la Agroecología obedece a las reflexiones teóricas y a los avances científicos de diferentes disciplinas, que en conjunto han contribuido a conformar su actual cuerpo teórico y metodológico.

Un elemento importante que permeó a la Agroecología, es el pensamiento ecologista, que dotó de una perspectiva crítica a la racionalidad científica sobre la que se construyó a la agricultura moderna (Allen *et al.*, 1991).

A partir de una concepción más avanzada de la noción del desarrollo, en general, se conformó la Agroecología como una herramienta para analizar y organizar un nuevo modelo de agricultura y de desarrollo rural (Guzmán *et al.*, 1999). Uno de sus aportes importantes es que su enfoque permite introducir los aspectos sociales como variables explicativas para analizar y diseñar programas de desarrollo rural (Gleissman, 1992 y 1999; Altieri, 1995).

Según Altieri (1995), como mejor se puede definir a la Agroecología es como “una disciplina que proporciona los principios ecológicos básicos de cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean tanto productivos como conservadores de recursos y además socialmente justos y económicamente viables”. Para ello se deben integrar diferentes perspectivas disciplinarias y métodos, a fin de analizar los procesos agrícolas de una manera más amplia e integral, por lo que incorpora a los procesos agrícolas, los

ciclos de nutrientes, la transformación de la energía, los procesos biológicos y los aspectos sociales, para ser estudiados como un todo.

Este enfoque busca la optimización de todo el agroecosistema y no la maximización de la producción de un componente en particular, por lo que sostiene, que la atención no sólo se debe dirigir a la productividad, sino incorporar a la mayoría de elementos que participan en su interior (Altieri y Nicholls, 2000). De tal modo, que el objetivo no sólo es evaluar el estado de los agroecosistemas, sino proponer estrategias que eleven su sustentabilidad (Altieri, 1995; Guzmán *et al.*, 1999).

Cabe mencionar, que el enfoque de la Agroecología se centra en el diseño de soluciones de acuerdo con las necesidades y aspiraciones de las comunidades, así como en las condiciones biofísicas y socioeconómicas imperantes; por lo tanto, las propuestas deben ser de orden local y particular. Este enfoque considera de importancia determinadas variables específicas, como son: condiciones ecológicas, relaciones económicas, relaciones de poder, organizaciones sociales y aspectos culturales, entre otras, para el diseño de paquetes tecnológicos (Gliessman, 1999; Altieri y Nicholls, 2000).

Otro elemento a considerar por la Agroecología, es: el conocimiento campesino, el cual, se asume, es derivado de una variedad cultural que ha coevolucionado con las condiciones naturales, por lo que es necesario darle presencia en el desarrollo técnico-científico (Altieri, 1995).

En el mismo sentido se encuentra la influencia de la mujer en la toma de decisiones y la distribución del trabajo al interior de las unidades de producción y las aspiraciones del productor, como factores relevantes en el estudio de los agroecosistemas.

Por lo que Gliessman, 1999; y Núñez, 2000, afirman que el diseño de agroecosistemas con base en la Agroecología debe de ser culturalmente adaptable y socialmente aceptable.

Para poder asumir el compromiso de integrar y mejorar las prácticas que conlleven los principios de la Agroecología, se parte de los siguientes principios metodológicos (Guzmán, *et al*, 1999).

- Un enfoque **sistémico**, ya que permite la identificación de los componentes, su complejidad y su jerarquización.
- Un acercamiento **holístico**, donde se asume que las partes no pueden entenderse fuera de su totalidad, la cual es distinta a la suma de las partes.
- Una visión **multidisciplinaria**, a partir de sostener que los sistemas sólo pueden conocerse a través de la visión que aportan diferentes áreas del conocimiento.
- Una acción **participativa**, en que los campesinos son sujetos y no sólo objetos del proceso de investigación.

III.4.- Nivel de análisis de la Agroecología

Los niveles de análisis de la Agroecología surgen de la necesidad de incorporar los espacios socioculturales y ecológicos donde se desarrolla la producción; Esto conlleva una participación activa de los productores, por lo que una de las técnicas centrales de la investigación, bajo este enfoque, es la acción/participativa, que permite una mayor aproximación a la realidad social (Guzmán, 1999).

La investigación agroecológica comprende 5 niveles de análisis: a) unidad de producción, b) estilo de manejo de los recursos, c) comunidad local, d) sociedad local (cuenca o comarca) y d) sociedad mayor. Este trabajo se centra en la **unidad de producción**, que debe contextualizarse para su análisis, tanto en su dimensión socioeconómica como en la ecológica.

Teóricamente, la unidad de producción es entendida como “el grupo doméstico sobre el cual descansa la gestión de la explotación”. En las ciencias sociales se conceptualiza como “el proceso de reproducción social”; que dicho de otra manera, consiste en la articulación de los planes de vida de los distintos actores que participan en la unidad doméstica, a partir de lo cual se determina el futuro del manejo de los recursos de la

unidad. En este nivel de análisis se enfatiza en las interacciones implicadas. Las interacciones son entendidas como aquellos productos o subproductos que resultan de un componente y se usan en la producción de otro.

Dentro del esquema conceptual de la Agroecología, el área que mayormente ha sido desarrollada es la que corresponde a la parte ecológica, a través de la identificación y el mejoramiento de los componentes del agroecosistema, con la finalidad de aumentar los rendimientos con medios internos; como son: los procesos de reciclaje de nutrientes y materia orgánica, la rotación de cultivos, los mecanismos de control biológico y la diversidad biológica y genética, entre otros. Así, se sostiene que el diseño y funcionamiento de los agroecosistemas, tendrá que estar basado en la utilización de las interacciones –también conocidas como sinergias– entre los componentes bióticos y abióticos como forma para potencializar, fortalecer y manejar los diferentes agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2000).

Edwards *et al.*, (1993) y Altieri y Nicholls (2000), consideran que las siguientes estrategias en un agroecosistema, son básicas para llevarlo a ser sustentable:

- Reducir el uso de energía y regular la inversión total de energía para obtener una alta relación de producción/inversión.
- Reducir las pérdidas de nutrientes y mejorar los procesos de reciclado.
- Estimular la producción local de cultivos y animales, adaptados al entorno socioeconómico y ambiental.
- Mantener la producción con la preservación de los recursos naturales.
- Reducir costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de los sistemas.

Las propuestas para lograr esta transformación, se basan principalmente en promover acciones como:

1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética, en tiempo y espacio.

2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balance del flujo de nutrientes.
3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para el crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.
4. Minimización de pérdidas del suelo y agua, manteniendo la cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.
5. Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas, mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica (antagonistas, alelopatías, etc.).
6. Explotación de sinergias que emergen de interacciones de ambiente-plantas-animales.

A manera de una primera conclusión, se puede establecer que la Agroecología es un enfoque relativamente nuevo que pretende unificar las perspectivas ecológica y socioeconómica –aunque esta última está menos desarrollada– para la exploración, diseño y manejo de los agroecosistemas. Su propuesta se basa en promover procesos de interacciones entre los diferentes elementos del sistema, además de considerar los conocimientos del productor y sus aspiraciones como factores que influyen en la dinámica del agroecosistema.

III.5.- Definiciones de agricultura sustentable

Con la finalidad de ir delimitando con mayor precisión lo que implica la sustentabilidad en la agricultura y de esta manera contar con elementos que permitan su evaluación, es que se recurre a las definiciones más comunes con las que trabajan los diversos investigadores:

A).- Una definición integrada y específica como modelo de agricultura sustentable, es la que propone Aguilar, (1993, citado por Narváez, 1996): “Aquella agricultura que implica componentes ecológicos, técnicos y sociales que permitan tener una producción de alimentos y fibras, sin poner en riesgo la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y cultural para las generaciones futuras y que realmente fortalezcan un modelo de vida y de civilización distinto al que se ha impulsado a nivel mundial” .

B).- Otra definición hace hincapié en los principios que debe contener: "Agricultura sustentable es la que perdura a través del tiempo enfatizando en la calidad del ambiente y de los recursos naturales base, de los cuales dependen los alimentos y las fibras necesarios para la humanidad, y que deben ser económicamente viable y elevar la calidad de vida de los productores y de la sociedad en su conjunto (Definición de la Sociedad Americana de Agronomía, citado por Stockle, 1994).

C).- En términos de los procedimientos a seguir se identifica la siguiente definición de agricultura sustentable: "sistemas de producción agrícola integrados, con un mínimo de dependencia de insumos y de energía del exterior en forma de químicos sintéticos que no sustituyan técnicas culturales y biológicas por estos insumos. Además, deberán mantener o sólo reducir escasamente la producción y productividad, así como mantener ó incrementar el ingreso neto de los productores. Estos últimos tendrán que proteger el ambiente, la contaminación de alimentos, el mantenimiento de la biodiversidad e impulsar la fertilidad y productividad del suelo" (Schaller, 1993).

D).- Otro grupo de autores ponen énfasis en los procesos biológicos como una posibilidad para efficientizar la producción, por lo que conceptualizan a la agricultura sustentable como: " un sistema integrado con prácticas de producción de planta y animal en un lugar específico de aplicación a través del tiempo, el cual satisface las necesidades humanas de alimentos y fibras, a través de integrar a la producción los ciclos biológicos, mantener una viabilidad económica en las operaciones de la unidad de producción y elevar la calidad de vida del productor y la sociedad en general" (Ikerd, 1996). Esta postura hace énfasis en un uso más eficiente de los recursos no renovables y en la calidad ambiental.

E).- Agricultura sustentable es "el manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades cambiantes de la humanidad, mientras se mantiene o se mejora la base de los recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo" (De Camino y Müeller, 1993).

F).- Para Altieri, la agricultura sustentable es "...un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema" (Altieri y Nichols, 2000).

G).- Finalmente, una concepción más, es la que destaca los aspectos culturales, económicos y sociales (Masera *et al*, 2000), al definir a la agricultura sustentable como: "...la que persigue una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción, se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias, de igual manera busca reducir las desigualdades actuales de acceso a los recursos productivos e intenta, así mismo, desarrollar tecnologías y sistemas adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales, además de tener que ser rentable".

Las diferentes definiciones sobre agricultura sustentable, aquí presentadas, se derivan básicamente del enfoque agroecológico. En esencia, parten de la existencia finita de los recursos naturales y, en consecuencia, de la necesidad de realizar un cambio en el patrón de producción que ha venido siguiendo la agricultura, priorizando la integración entre técnicas orgánicas con algunas técnicas de la agricultura moderna. Básicamente se trata de impulsar la conservación y administración "racional" de los recursos e insumos internos y externos; lo que supone, no eliminar el uso de insumos o técnicas externas, sino más bien hacer un uso adecuado de ellos (Pretty, 1995; Hansen, 1996; Altieri, 2000) .

Otros elementos que incorpora el enfoque agroecológico sobre la definición de sustentabilidad son: (Guzmán *et al.*, 1999)

1. El concepto de sustentabilidad es por naturaleza dinámico, por lo tanto, no puede decirse que un agroecosistema es o no sustentable, sino que es más o menos sustentable que antes, o que otro, si se le compara.
2. No todos los objetivos que se establecen en la sustentabilidad, pueden llegar a alcanzarse al mismo tiempo.
3. La aplicación de la sustentabilidad debe hacerse sobre agroecosistemas específicos, por lo tanto, los objetivos pueden variar tanto en el espacio como en el tiempo.

Teniendo presentes estos elementos resulta imposible definir de forma concisa y concreta lo que significa sustentabilidad en la agricultura, ya que la integración de las dimensiones sociales, económicas y ambientales, en espacios y tiempos, conduce a no poder delimitar rígidamente al concepto. Sin embargo, Edwards, *et al.*, (1993) sugiere que es preferible abordar la sustentabilidad como un “marco de referencia flexible y adaptable” a las condiciones particulares de cada región. Ello denota la importancia de un enfoque holístico, multidisciplinario e integral, para el estudio de la agricultura sustentable.

En el mismo sentido, Pretty (1995), señala que para estar en posibilidades de diseñar un marco de referencia, es importante responder, primero, a las siguientes preguntas: ¿qué está siendo sostenido?, ¿por cuánto tiempo?, ¿para beneficios de quiénes y a qué costo? ¿En qué superficie y medidos por cuáles criterios?. De igual manera, Masera *et al.*, (2000) propone las siguientes preguntas antes de pretender definir a la sustentabilidad: ¿sustentabilidad para quién? ¿Quién la llevará a cabo? y ¿Cómo?. Estas preguntas sirven de guía para poder establecer un marco de referencia conceptual y entender lo que se pretende con la implantación de la agricultura sustentable.

Frente a lo anterior, se recurre a la propuesta que utilizan una buena parte de los investigadores dedicados al estudio de la agricultura sustentable (Pretty, 1995; Altieri, 1995; Conway 1994; Guzmán, 1999; y Masera 2000). Ellos reconocen que no se puede circunscribir el concepto de sustentabilidad a una definición estrecha de carácter universal y única, por lo que para establecer el comportamiento del agroecosistema se opta por una serie de criterios, como línea general para delimitar al concepto. Los criterios se fundamentan en los siguientes principios:

Ser ecológicamente válido.- Lo que es entendido como el mantenimiento y la restauración de los recursos naturales. Ello implica que las acciones sean dirigidas a que los recursos que se usen de manera que se minimicen las pérdidas de nutrientes y energía y se reduzca la contaminación.

Ser económicamente viable.- Se refiere a que los ingresos garanticen retornos suficientes que cubran los costos, asegurando una fuente permanente de ingresos, con altos niveles de productividad, a fin de darle viabilidad y continuidad al sistema.

Ser socialmente justa.- Esto es, que el poder y los recursos sean distribuidos de forma equitativa, que se promueva la autogestión y que la participación garantice el control de los medios de producción y de los recursos naturales.

Ser adaptable.- Que el sistema sea capaz de adaptarse a los cambios externos, es decir, a las distintas políticas agropecuarias implementadas, así como a las condiciones de mercado y a los procesos sociales y productivos que se presenten.

Aun teniendo presente estos principios, sobre la sustentabilidad en la agricultura, el problema sigue siendo cómo llevar a cabo este tipo de agricultura y cómo reconocer e identificar variables que cubran los aspectos antes mencionados, y que además, permitan la evaluación de éstos, para establecer con claridad si existe un avance o un retroceso respecto a las estrategias establecidas.

III. 6.- Evaluación de la Sustentabilidad

Los procesos de evaluación de la sustentabilidad, se enfocan a identificar y calificar las interacciones entre los componentes del sistema social, natural y productivo, a fin de reconocer y modificar y/o fortalecer condiciones que influyen negativa o positivamente en la dinámica del agroecosistema. Esta tarea es asumida de diferentes maneras, dependiendo de la escala de tiempo y espacio que se va a analizar. Ello implica definir el tipo de variables a evaluar.

En la literatura reciente existen varios métodos dirigidos a cuantificar y parametrizar la sustentabilidad, entre ellos, pueden citarse los siguientes: a) **Factor Total de Productividad** (Harrington 1992), b) **uso de modelos de simulación** (de Wit 1994; Hodgson 1996) y c) **diseño de Indicadores** (De Camino 1992, Dumansky *et al.*, 1998, Masera *et al.*, 1999 y Torres 1999).

El uso de los indicadores se centra en realizar descripciones detalladas de las funciones, las interacciones y los elementos que permiten la viabilidad de los procesos productivos del agroecosistema, permitiendo identificar las debilidades y las fortalezas del mismo. Con esto, al final es posible proponer alternativas de mejoramiento de los

sistemas evaluados (Masera *et al.*, 1999). Los indicadores debe ser de índole social, económica y ambiental, tratando de que muestren un panorama integral.

III.7.- Propiedades, puntos críticos, criterios de diagnósticos e indicadores como instrumentos conceptuales para la evaluación de la sustentabilidad.

El desarrollo conceptual y metodológico para la evaluación de la sustentabilidad utilizado en este trabajo, se basa en la identificación y calificación de las interacciones entre los componentes del sistema social, natural y productivo, a través del uso de variables, a fin de estar en posibilidades de estimar cuantitativa y cualitativamente el nivel de sustentabilidad en que se encuentra determinado agroecosistema. Para ello se seleccionó el esquema de **propiedades-criterios-indicadores** (De Camino 1993; Dumanski *et al* 1998; Masera *et al.*, 1999).

III.7.1.- PROPIEDADES

Para entender el funcionamiento y la dinámica de los agroecosistemas, y poder analizar el estado de sustentabilidad en que se encuentran, es necesario identificar sus **propiedades**. Las propiedades se conceptualizan como el conjunto de atributos básicos que debe poseer un agroecosistema para ser considerado como sustentable, por lo que pueden variar en función al tipo de estudio e incluso a propuesta del investigador. Un requisito importante es que las propiedades propuestas deben cubrir los aspectos que tienen efecto sobre el comportamiento de un agroecosistema.

Tabla No. 3.1: Principales propiedades para el estudio de la sustentabilidad de los agroecosistemas

Conway 1987	Dumansky, 1992	Ikerd, 1994	Masera 1999
o Productividad	o Productividad	o Rentabilidad	o Productividad
o Estabilidad	o Seguridad	o Productividad	o Estabilidad
o Sustentabilidad	o Protección	o Calidad del suelo, agua y aire	o Resiliencia
o Equidad	o Prevención	o Biodiversidad	o Confiabilidad
o	o Viabilidad	o Calidad de vida	o Adaptabilidad
	o Aceptabilidad	o Cultura	o Equidad
	o	o	o Autodependencia

Para este trabajo se utilizaron las propiedades propuestas por Masera (1999), que se definen de la siguiente manera:

Tabla. 3.2.- Propiedades de los agroecosistemas utilizadas en este estudio.

Productividad	Es la habilidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.
Estabilidad	Es la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales.
Resiliencia	Es la capacidad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.
Confiabilidad	Se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones usuales del ambiente.
Adaptabilidad	Es la capacidad de encontrar nuevos niveles de equilibrio, ante cambios de largo plazo en el ambiente.
Equidad	Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad de una manera justa
Autodependencia	Es la capacidad de regulación y control por parte de sus interacciones con el exterior.

III.7.2.- CRITERIOS

El siguiente gran concepto, después del de **propiedades**, es el que se refiere a la categoría de los **“criterios de diagnóstico”**. Los criterios de diagnóstico son considerados como la fase intermedia entre las propiedades y el indicador, es decir, representan un nivel de análisis más detallado que las propiedades, pero más general que los indicadores, por lo que se consideran como elementos que ayudan a construir mejor a los indicadores.

El acuerdo general es que los **criterios de diagnóstico** deben dar pautas sobre el potencial y las limitantes físicas, económicas y sociales del agroecosistema para plantear su corrección o adecuación (De Camino *et al.* 1993; Müller 1995; y Masera *et al.*, 1999).

Tabla No. 3.3.- Los criterios más comunes para la evaluación de la sustentabilidad

Ambiental	Económica	Social
❖ Eficiencia	❖ Eficiencia	❖ Distribución de costos y beneficios
❖ Productividad	❖ Diversificación del ingreso	❖ Calidad de vida
❖ Diversidad	❖ Viabilidad	❖ Participación
❖ Adaptación	❖ Variabilidad	❖ Aceptación cultural
❖ Conservación de los recursos	❖ Rentabilidad	❖ Organización

Así pues, sobre cada ***criterio de diagnóstico*** se pueden derivar uno ó varios indicadores, a fin de establecer con mayor certeza el comportamiento de las propiedades del agroecosistema. El ejemplo más común es el criterio de eficiencia, que puede ser utilizado tanto en lo biológico como en lo económico.

III.7.3.- PUNTOS CRÍTICOS

Los ***“puntos críticos”***, son factores que pueden determinar la supervivencia o consolidación de los agroecosistemas y que ameritan el diseño de indicadores (De Camino y Müller 1993; Gameda 1993; Ikerd 1996). Cabe aclarar que los puntos críticos no necesariamente son las debilidades del sistema, sino también, pueden asociarse a sus fortalezas. Sin embargo, lo más común en las evaluaciones de sustentabilidad es identificar los puntos que están desestabilizando al agroecosistema.

III.7.4.- INDICADORES

Los ***indicadores*** son propiamente el medio para evaluar la sustentabilidad, por lo que deben ser variables cuantificables y medibles. Es difícil diseñar y seleccionar indicadores adecuados que ayuden realmente a definir cuánto falta para llegar a los objetivos y metas de sustentabilidad establecidos. El diseño de los indicadores es uno de los retos más fuertes para quienes desarrollan este tipo de trabajos de investigación (Müller 1995).

Enseguida se enuncian las características mínimas que deben contener los indicadores para ser útiles y válidos (Harrington 1992; De Camino y Müller 1993; Munashinghe 1995; Masera *et al.*, 1999):

Tabla 3.4.- Características de los indicadores de sustentabilidad

<input type="checkbox"/> Ser integradores, o sea, que den información condensada sobre varias propiedades.
<input type="checkbox"/> Libres de sesgo y fáciles de medir.
<input type="checkbox"/> Que la información que se requieren para construirlos este disponible y fácil de obtener.
<input type="checkbox"/> Que sea posible repetir las mediciones.
<input type="checkbox"/> Que permita la participación de la población de interés.
<input type="checkbox"/> Fáciles de entender por los usuarios de la información.
<input type="checkbox"/> Relevantes al problema de estudio.
<input type="checkbox"/> Que Permita identificar el cambio que ocurre dentro del sistema.
<input type="checkbox"/> Se centren en aspectos prácticos y claros.

En resumen, la importancia de un indicador radica en que permite identificar los niveles de sustentabilidad de las distintas variables del sistema, como son: el uso de recursos naturales, insumos en la producción, rendimientos, estrategias de manejo, distribución y acceso a los recursos productivos, entre otros, lo que posibilita, a su vez, desarrollar alternativas para mejorar aquellas variables poco sustentables.

Se puede concluir aquí, que el esquema conceptual de **propiedades-criterios-indicadores** surge como una herramienta metodológica, para el análisis y seguimiento de la sustentabilidad de los agroecosistemas y es derivada del enfoque de la agroecología.

III.8.- El agroecosistema como unidad de análisis para la evaluación de la sustentabilidad

Un agroecosistema es un ecosistema modificado y manipulado por el hombre, en que se involucra a la agricultura y a la ganadería con la finalidad de obtener bienes, servicios y productos de consumo humano de interés para una localidad, o bien, para participar del mercado. Bajo estas condiciones se establece que un agroecosistema es un sistema

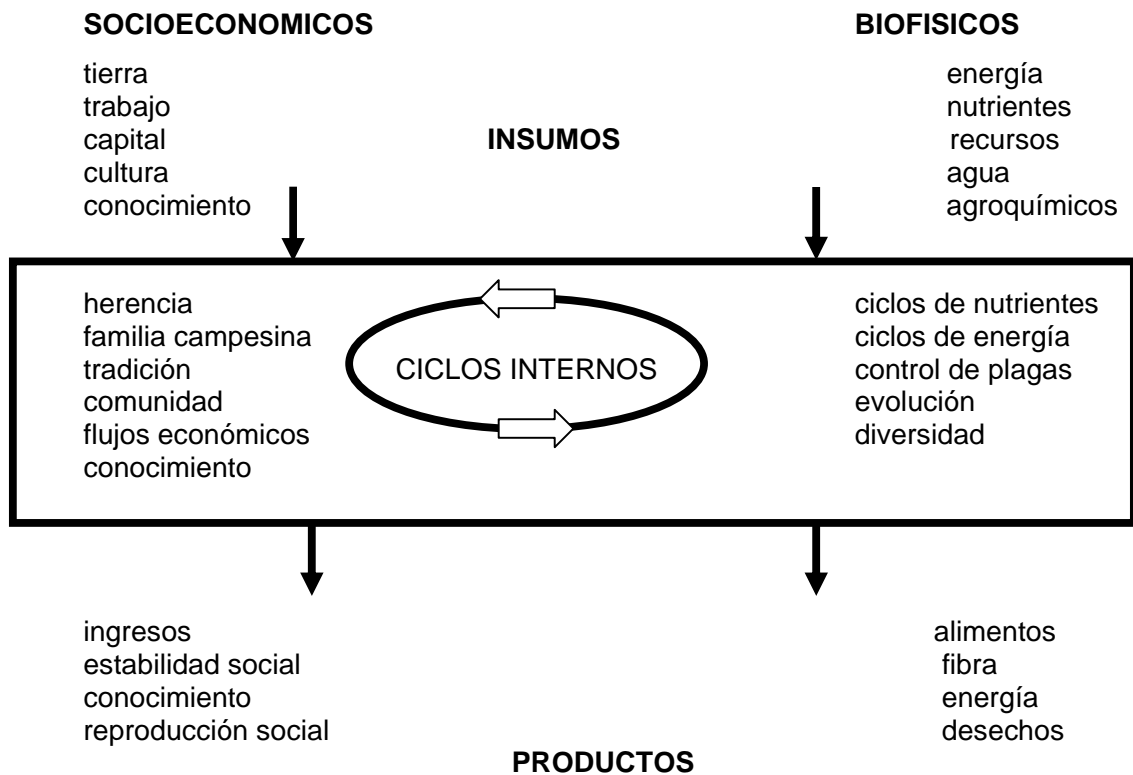
abierto, que recibe insumos externos y genera productos; por lo cual, se liga con otros agroecosistemas (Conway 1990; Sevilla 1999).

Partiendo de esta percepción, se afirma que cada región tiene un conjunto de condiciones climáticas y recursos naturales que interactúan con las relaciones económicas y las estructuras sociales, dando lugar a una gran variedad de agroecosistemas (Conway 1990). En este sentido, los factores más importantes para establecer el grado ó tipo de modificaciones de un agroecosistema son: (a) los factores ambientales (la disponibilidad de agua y la calidad del suelo), (b) los factores sociales (las preferencias y hábitos de alimentación) y (c) los factores económicos (los precios de los productos y de los insumos). De ahí que los agroecosistemas también son definidos como sistemas integrados —desde el punto de vista ambiental, económico y social—, diseñados para la obtención de productos y servicios específicos, que tienen una estructura jerárquica medible en escalas temporal y espacial (*idem*, 1990).

Frente a estas condiciones, un elemento importante en el estudio de los agroecosistemas es el control externo: la dependencia de decisiones, políticas y/o condiciones económicas y sociales que influyen en su dinámica. En este sentido, Conway (1994) sugiere que, para el estudio de los agroecosistemas, es conveniente definir los diferentes objetivos y estrategias determinados por las dinámicas sociales y económicas que transforman un agroecosistema, con la intención de obtener alimentos u otros productos; lo que se entiende como “valor social”.

Con el fin de facilitar cualquier tipo de investigación que utilice el modelo conceptual propuesto, se sugiere partir de los niveles más bajos, ya que ahí es más fácil identificar los procesos de deterioro, como también los métodos para corregirlos. Asimismo, se puede tener un mayor conocimiento de los procesos ecológicos (ciclos de nutrientes y energía, sobre todo) a fin de estudiar, manejar y evaluar a los agroecosistemas.

Figura. 3.1.- Modelo conceptual de un agroecosistema a nivel unidad de producción.



(Adaptado de Edwards *et al.*, 1993).

El análisis de agroecosistemas no sólo tiene la particularidad de reconocer las entradas, salidas y flujos internos, sino además, considerar a las personas que manejan el conjunto de recursos, es decir, los que invierten mano de obra y/o dinero para el funcionamiento del agroecosistema y toman las decisiones sobre el destino y uso de los recursos.

Se concluye, entonces, que el análisis de agroecosistemas se fundamenta en un modelo de investigación para el estudio de sistemas de producción, con un enfoque multidisciplinario basado en una perspectiva ecológica, que permite abordar a los sistemas con una visión integral y diferenciarlos a escalas espaciales y temporales, donde los usuarios y las relaciones e interacciones de tipo biofísico y socioeconómico son factores importantes a considerar. Su planteamiento base es la búsqueda de un nuevo paradigma en la investigación de sistemas de producción para el desarrollo de una agricultura sustentable (Conway 1987 y 1994).

III.9.- Algunas consideraciones teóricas para el análisis de la economía campesina

Como parte de este capítulo, se consideró necesario contar con una serie de elementos de corte teórico, a fin de estar en posibilidades de estudiar y analizar los agroecosistemas de producción con características campesinas.

Por principio, el concepto de economía campesina engloba a aquel sector de la actividad agropecuaria que se desarrolla por unidades de tipo familiar, con el objeto de asegurar, ciclo a ciclo, la reproducción de sus condiciones de vida y de trabajo, o si se prefiere, la reproducción social de los productores y de la propia unidad de producción (CEPAL, 1989).

A partir de esta concepción se asume que la racionalidad con que opera la actividad agropecuaria que desarrollan los sistemas campesinos obedece a principios económicos y sociales, de tal manera que el manejo de los recursos productivos disponibles responde, esencialmente, a condiciones de orden interno (De Janvri, 1995)

Interpretar esta forma de operación representa una seria dificultad teórica y metodológica, por lo que se requiere de marcos conceptuales que ayuden a entender la operación de esta racionalidad. Para efectos prácticos se retoman las cuatro premisas básicas que propone Kervyn (1988), (citado por CEDLA, s/f). Estas premisas, denominadas "*características operativas de la economía campesina*", permiten una mejor aproximación teórica a la lógica sobre la cual operan las unidades campesinas. Las cuatro premisas son:

a).- Diversificación.- La economía campesina combina diferentes actividades en distintos tiempos y espacios, por lo que la unidad no se especializa en una determinada actividad, más bien, realiza todo un conjunto de actividades (agricultura, ganadería, artesanía, etc.) a lo largo del año, a fin de complementar los ingresos familiares y asegurar la reproducción de la unidad. Esta característica viene a ser una respuesta de los campesinos al problema de incertidumbre de la producción; ello equivale a tener un seguro, al no poner todos los recursos en una sola actividad.

b).- Interdependencia.- Todas las actividades que se desarrollan dentro de una unidad campesina están relacionadas entre sí. Es decir, parte de los productos agrícolas se destinan al consumo de la unidad y como insumo de otras actividades al interior de la misma unidad. Ello implica que la unidad debe lograr un equilibrio entre sus recursos y necesidades, por lo tanto, cada actividad emprendida no debe ser evaluada por separado, sino en función de todas las demás.

c).- Aversión al riesgo.- Dado que los campesinos se encuentran tan cerca de un mínimo de subsistencia, no pueden darse el lujo de aceptar riesgos importantes en sus decisiones de producción, y por lo tanto, prefieren minimizarlos. Debido a las características de la actividad agropecuaria, existe cierto nivel de incertidumbre en las decisiones de producción que no pueden ser reguladas por los campesinos. El caso más común son las contingencias climáticas.

d).- Heterogeneidad.- Existen diferencias entre campesinos, aun siendo de la misma comunidad, ello implica que las variables de análisis que se utilizan para una comunidad no sean válidas para otra, por lo que es difícil llegar a generalizaciones, como también conceptualizar unidades de producción representativas. Dentro de las diferencias más comunes se encuentran consideraciones de tipo: ecológico, geográfico, cultural, tecnológico, de mercado, laborales, ingresos económicos, fuerza laboral disponible, entre otros.

Con base en estas características, las unidades de producción campesinas se distinguen por:

1.- El carácter familiar de la unidad productiva.- Las decisiones que se refieren al consumo son inseparables de las que afectan a la producción.

2.- La producción predominantemente para el consumo.- La unidad campesina produce con el objetivo principal de cubrir las necesidades de consumo de sus miembros, al interior de la unidad. Así, parte de la producción se destina al autoconsumo; otra parte, a la propia reproducción del sistema; y el resto, a la venta.

3.- La fuerza de trabajo familiar.- La característica más específica de la economía campesina es el uso intensivo, distribución y valoración de la mano de obra familiar, aunque en ocasiones se contrata mano de obra asalariada, ó bien, se realizan intercambios de labores sin que medie el dinero.

4.- El nivel de las fuerzas productivas.- La unidad de producción se desenvuelve con un bajo nivel tecnológico; aunque es común la adaptación de tecnologías diseñadas para sistemas con otras características.

Otro esquema de tipificación para el análisis de la economía campesina, es el que utiliza la capacidad de generar y acumular excedentes, en el cual se considera como punto de referencia la disponibilidad de activos de cada familia, así como su inserción al mercado (CEPAL 1989). Dentro de este tipo de análisis se distinguen tres diferentes de tipologías de campesinos:

- Los que no logran cubrir las necesidades de alimentación de la familia, por lo que deben obtener la mayor parte de sus ingresos fuera de la unidad de producción, generalmente con trabajos no agrícolas.
- Los que logran satisfacer sus necesidades de alimentación y que complementan sus ingresos mediante otras actividades fuera de la unidad de producción, pero que no logran capitalizarse.
- Aquellos que logran cubrir sus necesidades y capitalizar su unidad productiva.

A partir de los planteamientos teóricos expuestos, se asume que la economía campesina no se dirige a aumentar rendimientos y maximizar ganancias, sino a aumentar sus posibilidades de subsistencia y de reproducción unitaria, por lo que se produce para el mercado sólo una porción, que permita obtener dinero en efectivo para satisfacer las necesidades familiares y de consumo, así como para la compra de insumos con los que no cuentan.

III.10.- Ganadería y economía campesina

Dentro del grupo de estrategias que desarrollan las unidades campesinas, se encuentra la ganadería, lo que obliga, a una aproximación teórica que permita contar con elementos para la evaluación de la sustentabilidad.

Son pocos los estudios que han abordado a la actividad pecuaria dentro de los esquemas de producción campesina. La gran mayoría de los estudios se centran en la actividad agrícola. En general, la ganadería es considerada como un complemento de la agricultura y como una actividad que ayuda a asegurar el abastecimiento alimenticio, la fuerza de trabajo y el transporte en las unidades campesinas. Por lo que esta actividad no puede ser analizada con los criterios que han sido diseñados para los sistemas de producción especializados y tecnificados. Al igual que la agricultura tradicional, es necesario diseñar enfoques, conceptos y métodos para su adecuado estudio. En este apartado se resumen algunos planteamientos teóricos:

- La ganadería es representada como un subsistema integrado al sistema y se constituye por una serie de especies que aportan carne, leche, piel, fertilizante orgánico, animales de reposición, trabajo y combustible (Soto *et al.*, 1988).
- Estos importantes aportes que hace la ganadería a las unidades de producción campesina, provienen de una serie de acciones con la intención de optimizar el uso de sus recursos y de los medios de producción que poseen; más concretamente, la ganadería permite valorizar subproductos de los cultivos y/o recursos forrajeros naturales que de otra manera no podrían utilizarse; de igual manera, permite ocupar mano de obra que no tendría ocupación en otros sectores (Arriaga, *et al.*, 2000). Por lo tanto, una limitante o posibilidad para que se desarrolle la ganadería en las unidades de producción, es la propia disponibilidad de forraje y de fuerza de trabajo familiar.

- Para Altieri y Nicholls (2000) el principal componente del subsistema pecuario es el forraje, por lo que su cantidad y calidad son determinantes en el nivel de productividad y adaptación del ganado y el número de cabezas a mantener.
- De acuerdo con Link (1988) la ganadería se estructura en torno a las características de reproducción social de cada unidad de producción, atendiendo a los objetivos particulares que tenga el campesino. Por lo tanto, para entender la organización para la producción de cada unidad, es importante considerar las relaciones con el mercado, la apropiación de los recursos naturales y la dinámica de la estructura familiar.

Así pues, el marco conceptual expuesto servirá para analizar e interpretar la dinámica de los agroecosistemas que son objeto de estudio.

III.11.- Revisión de literatura

TRABAJOS DE EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE

La mayoría de los trabajos de evaluación de la sustentabilidad en la producción de leche se han concentrado en sistemas intensivos y en aspectos de corte ecológico.

Por ejemplo, Heitschmidt (1996) evalúa las prácticas agrícolas relacionadas con la ganadería (producción de forrajes), mediante el diseño de una matriz de entradas y salidas de energía que presenta el sistema leche. Utiliza como variables el consumo de energía de la maquinaria y equipo, así como la de los concentrados para consumo animal de tal modo, que determina un coeficiente de consumo de energía del sistema.

El análisis de Hermans (1993) compara cuatro sistemas a nivel experimental, con diferentes grados de intensificación, utilizando tres indicadores: carga animal (unidades de forraje/ganado por hectárea), producción de leche y carne por hectárea y margen económico por hectárea.

Otro grupo más ha puesto especial atención en el ciclo del nitrógeno, a través de la identificación de las diferentes fuentes de este elemento que ingresan al sistema, como son: los concentrados y la aplicación de estiércol, entre muchas otras (Dou, 1996; Berensten 1994). En este mismo sentido se encuentran trabajos que abordan problemas ambientales derivados de la explotación lechera al cuantificar la entrada y salida de Nitrógeno, evaluando la volatilización del amonio del estiércol y sus efectos en el suelo, agua y aire (Berentsen 1996; Jarvis 1996).

Levins (1996), centra su estudio en un análisis de tipo financiero de los establos evaluados y propone cuatro indicadores para establecer el grado de avance a la sustentabilidad: (a) dependencia de programas gubernamentales, (b) uso de maquinaria, químicos y energía, (c) generación de empleos y (d) balance entre alimentos y producción.

Otras investigaciones han ampliado su enfoque a la incorporación de aspectos ecológicos, sociales y económicos y sus interrelaciones, a partir de los efectos en el ambiente y en la viabilidad financiera por la alta entrada de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que ingresa al sistema vía alimentos y fertilizantes y que afecta a la economía de los productores, así como las posibles enfermedades que se presentan por la contaminación de metales pesados, virus, bacterias y parásitos, como consecuencia del mal manejo del estiércol (Fox *et. al.*, 1993).

Por su parte, González (1998), desarrolla una serie de indicadores para evaluar dos sistemas de producción de leche en pastoreo en condiciones experimentales, uno considerado de bajos insumos (alternativo) y el otro, un sistema tradicional de la región (convencional). Su evaluación es a través de catorce indicadores cuantitativo y cualitativo contruidos por medio de los siguientes criterios: eficiencia energética, eficiencia nutricional, eficiencia económica, impacto ambiental, calidad de los recursos naturales, estabilidad financiera, bienestar animal y distribución del ingreso. Expresados con indicadores, como ingreso de nitrógeno, de energía, margen bruto, tasa interna de retorno, relación beneficio-costo, calidad de suelos, estado físico y de salud de los animales.

Una evaluación de sustentabilidad del sistema de producción de leche a nivel de finca, en Colombia, utilizando la propuesta metodológica del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), es la que realizó Pérez (1999), quien comparó 5 fincas utilizando 46 indicadores, abundando en los aspectos productivos y zootécnicos del sistema. Para ello desarrolló un modelo de simulación alimentado con una serie de restricciones derivadas de los indicadores.

Por su parte Villa (2001) realiza también una evaluación de la sustentabilidad en los agroecosistemas de horticultura-ganado lechero en Tenango del Valle, México. Trabaja con el (MESMIS) y compara el agroecosistema hortícola contra el agroecosistema hortícola-ganado lechero. Concluye que no hay grandes diferencias entre ambos agroecosistemas, ya que los dos se basan en un alto consumo de agroquímicos, presentan altos rendimientos y la producción está destinada para el mercado más que al autoconsumo. Aunque identifica cuatro puntos débiles en la sustentabilidad de cada agroecosistema que pueden comprometer la viabilidad de los mismos. En materia de la producción de leche centra su atención en la rentabilidad de esta actividad a partir de un análisis de costos y retornos, así mismo, estudia el manejo y los efectos en el suelo por la aplicación de abono orgánico. Concluye que los puntos críticos para la ganadería lechera son: (a) el alto uso de alimentos balanceados y (b) escasez de la mano de obra para atender a los animales. Situaciones que comprometen su viabilidad, a pesar de los altos ingresos generados por la actividad lechera.

Un estudio más, que aborda a la producción de leche, es el realizado por Perales *et al.*, (2000), estudian el sistema agrosilvo-pastoril del Sur de Sinaloa para proponer alternativas más sustentables. La evaluación se realizó aplicando el MESMIS. Las innovaciones tecnológicas propuestas para el sistema pecuario giran en torno a la mejora de la alimentación del ganado a partir del establecimiento de cultivos forrajeros como: pradera, sorgo y maíz para ensilaje. Dentro de este trabajo destaca un análisis de los costos que implican la incorporación de las tecnologías y sus beneficios en la estabilidad del sistema, así como la incorporación del uso del modelo de simulación (EPIC) para simular la pérdida de suelo y el rendimiento de forraje. La evaluación consistió en la estimación de 22 indicadores de diferente índole.

En todos los casos se desarrollan y proponen métodos e indicadores para la medición de la sustentabilidad, por lo que se consideró de suma importancia diferenciarlos y analizar sus propuestas y resultados a fin, de contar con elementos que permitan la construcción de indicadores propios, para la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de maíz y leche de la región del Valle de Toluca.

CAPÍTULO IV

MÉTODO

IV.1.- MARCO DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (MESMIS) COMO MARCO DE REFERENCIA

En la primera parte del capítulo se expone el esquema metodológico para el trabajo de investigación, conocido como “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999). Asimismo, se presentan los lineamientos seguidos y el procedimiento utilizado para organizar y sistematizar la información sobre la evaluación de la sustentabilidad.

En la segunda parte del capítulo se describe el método de trabajo, los procedimientos para la medición de los indicadores y los criterios para determinar el nivel de sustentabilidad de cada uno de los agroecosistemas estudiados.

IV.2.- El marco de evaluación de la sustentabilidad

El MESMIS, se deriva del Marco para la Evaluación del Manejo Sustentable de la Tierra (Framework for Evaluation of Sustainable Land Management, FESLM) — desarrollado por Dumansky *et al.*, (1998), que a su vez es resultado de una revisión crítica de las propuestas metodológicas de evaluación de sustentabilidad que se habían seguido en la agricultura (Masera *et al.*, 1999).

De acuerdo con Masera *et al.*, (1999), el MESMIS es una herramienta metodológica que permite evaluar la sustentabilidad de un sistema de manejo de recursos naturales, con especial énfasis en los productores campesinos.

Se afirma que por su versatilidad, el MESMIS puede adecuarse al estudio de cualquier tipo de sistema de producción, dadas sus cualidades: a) **Estructura cíclica**, ya que utiliza una serie de pasos los cuales llevan a una primera fase para volver a evaluar al

sistema, b) **Flexibilidad** para adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas, c) **Enfoque participativo**, ya que promueve la discusión y retroalimentación entre evaluados y evaluadores.

Las modificaciones más importantes que plantea el MESMIS, frente a otras metodologías, es que propone siete propiedades de sustentabilidad para determinar el funcionamiento de los agroecosistemas: *Productividad, Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad, Adaptabilidad, Equidad y Autodependencia*.

Una diferencia más frente a otros marcos de evaluación vigentes, es que el MESMIS asume que la sustentabilidad no puede ser medida *per se*, sino que se requiere de la comparación de dos ó más sistemas; para lo que establece la comparación de un mismo sistema a través del tiempo ó bien, una comparación transversal, utilizando dos sistemas al mismo tiempo.

Además, asume que en todo proceso de evaluación de sustentabilidad es importante no quedarse en el mero diagnóstico, sino ir más allá, estimulando las áreas fuertes y promoviendo modificaciones en las débiles; de ahí la importancia de una segunda fase de evaluación, una vez que se hayan realizado modificaciones pertinentes al sistema original. De ahí, la necesidad de *continuidad en el ciclo de evaluación*. Esta fase es conocida como *tiempo dos* (T_2).

Al respecto Masera (1999), destaca que "...la evaluación de la sustentabilidad no deberá llegar a ser un proceso mecánico ni calificador, sino un proceso de análisis y retroalimentación".

IV.3.- Las premisas del MESMIS

El Marco metodológico adoptado se fundamenta en las siguientes premisas:

- ♦ La evaluación es sólo válida para un sistema de manejo o agroecosistema específico; se realiza en un determinado espacio y contexto económico, social y

político, por lo que es necesario determinar, previamente, una escala espacial (parcela, unidad de producción o comunidad) y una escala de tiempo.

♦ La evaluación debe ser una actividad participativa, donde los productores desempeñan un papel determinante en la identificación de su problemática, así como en la evaluación de las propuestas. También requiere de un enfoque multi e interdisciplinario, abierto a nuevos enfoques y metodologías de aproximación.

♦ Para concretar las siete propiedades referidas (Productividad, Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad, Adaptabilidad, Equidad y Autodependencia), es preciso definir una serie de aspectos, que den vulnerabilidad o solidez al sistema y que son conocidos como “puntos críticos”. Estos puntos deben estar relacionados con tres dimensiones: (a) económica, (b) ecológica y (c) social, que se describen de la siguiente manera:

- a) Económica.- Es comprendida como la administración y generación de recursos monetarios, a fin de darle rentabilidad al sistema. Se basa en la idea de aumentar la producción, reducir los costos y vender a precios competitivos.
- b) Ecológica.- Representa la disminución en las tasas de uso de los recursos naturales, de dependencia de insumos externos y de generación de desechos. Está acompañada de un incremento de las tasas de reciclaje.
- c) Social.- Esta dimensión es la menos delimitada. En esencia 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 incrementar el nivel de vida de los involucrados en el agroecosistema. También se debe considerar lo que Toledo (1999) denomina *cosmovisión de los productores rurales*. Concepto con el cual se trata de entender la forma en que los productores conciben, utilizan y manejan su entorno ambiental, así como las diferentes formas de apropiación de la naturaleza.

IV.4.- Estructura operativa del MESMIS

La evaluación se lleva a cabo a través de una serie de pasos secuenciales, dirigidos a identificar las limitantes y posibilidades de la sustentabilidad de los agroecosistemas, que son:

1. **Definir al agroecosistema.-** Por medio de la identificación de las entradas y salidas de insumos y productos, así como de las relaciones entre los diferentes componentes implicados en las prácticas de producción agrícola y pecuaria. La segunda tarea, es caracterizar y diferenciar a los sistemas que se van a evaluar; es decir, identificar como *sistema convencional*, al sistema que representa las prácticas más comunes de la zona, y como *sistema modificado* al que se le han incorporado innovaciones tecnológicas. De tal manera, se podrán iniciar las comparaciones entre uno y otro.

2. **Identificar los puntos críticos.-** Una vez caracterizados los sistemas, el siguiente paso corresponde al reconocimiento de los aspectos positivos y negativos que le dan solidez o vulnerabilidad a la sustentabilidad del agroecosistema respectivo. Estos puntos críticos deberán estar relacionados con las diferentes propiedades de la sustentabilidad, para así contar con una mayor claridad sobre lo que se está evaluando. El objetivo final de este proceso es determinar el problema bajo estudio.

3. **Seleccionar criterios e indicadores.-** A partir de la información anterior, se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores más significativos del agroecosistema, teniendo presente a las propiedades, así como la dimensión de evaluación a que correspondan (social, económica y ambiental). El procedimiento para obtener información que alimente a los indicadores no sólo es a través de la medición directa, también es posible recurrir a diferentes métodos que muestren tendencias del comportamiento del sistema.

4. **Medir y valorar los indicadores.-** A estos corresponde, el diseño de los instrumentos de análisis y el procedimiento utilizado para obtener la información deseada. Esta etapa depende de la disponibilidad de recursos económicos y de

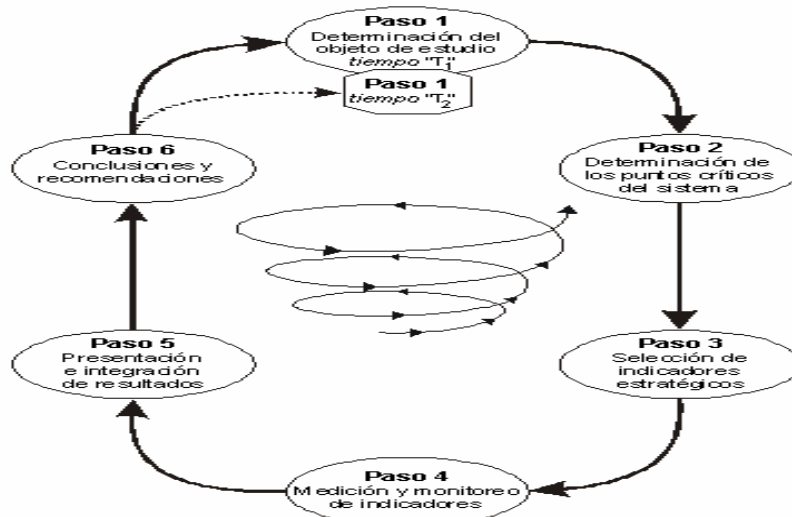
información, del tiempo de la investigación y de la capacidad del grupo de investigación, así como del problema bajo estudio.

5. **Integrar y reportar los resultados.-** Es la fase en que se compara la sustentabilidad de los agroecosistemas analizados, a través de juicios de valor que permitan compararlos entre sí, en cuanto a su sustentabilidad, y establecer los principales obstáculos y potenciales para la sustentabilidad. Dentro del procedimiento de evaluación, esta fase es la que resulta más complicada, ya que deben incorporarse aspectos biofísicos y socioeconómicos, que dificultan su exposición; por ello se afirma que aún es un área abierta para la investigación (Masera *et al.*, 2000).

6. **Plantear conclusiones y recomendaciones.-** Se proponen sugerencias para fortalecer la sustentabilidad del agroecosistema, así como para mejorar el proceso de evaluación. En síntesis, esta fase corresponde a una discusión sobre los factores que impiden la sustentabilidad del agroecosistema, haciendo hincapié en los aspectos que están dentro y fuera del sistema mismo; lo que supone establecer las limitaciones metodológicas del marco de evaluación aplicado al caso de estudio particular.

Cabe mencionar que una vez que se llega al punto 6 del MESMIS, es posible plantear nuevas hipótesis de trabajo, así como probar estrategias y propuestas para elevar la sustentabilidad del agroecosistema, lo que significa redefinir al sistema para dar comienzo a una segunda fase de evaluación (T_2 ó *tiempo dos*).

Figura No 4.1: Procedimiento de evaluación del MESMIS



Fuente: Masera *et. al.*, 1999.

IV. 5.- ASPECTOS OPERATIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL AGROECOSISTEMA CAMPESINO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y LECHE.

IV.5.1.- Métodos y procedimientos de medición

El estudio se inició en marzo de 1999, con la integración de un equipo multidisciplinario compuesto por una pasante de la licenciatura de economía y otro de la de sociología, un maestrante en producción animal, un doctor y el suscrito. El equipo, a partir de varias reuniones y de lecturas sobre el concepto de sustentabilidad y la problemática que presentaba la producción de leche y maíz, consideró la posibilidad de evaluar al agroecosistema campesinos de producción de maíz y leche del Valle de Toluca. Este equipo multidisciplinario participó sólo durante el primer ciclo de evaluación (marzo 1999 a febrero 2000).

La primera etapa consistió en una revisión bibliográfica y estadística de la región del Valle de Toluca, que permitiera establecer las principales características en que se produce maíz y leche, así como identificar una zona relevante en la producción de leche. A partir de lo anterior se identificó dentro de las características deseadas, al Municipio de

Almoloya de Juárez, con el mayor número de unidades de producción, con las características deseadas (INEGI 1992).

Para la segunda etapa se realizaron recorridos a varios ejidos ubicados en la parte Noroeste del municipio mencionado, con la finalidad de reconocer la zona y seleccionar a uno como el **Agroecosistema Convencional**. Los criterios de selección fueron: (a) que presentara un esquema de producción basado en el cultivo de maíz y presencia de bovinos; (b) el uso intensivo de rastrojo y grano de maíz en la alimentación animal; (c) prácticas de pastoreo en agostadero y besanas; (d) la superficie del ejido; (e) facilidades de acceso a la zona; (f) la presencia de instituciones de fomento; y (g) la antigüedad en la producción de leche. Bajo estos criterios, se seleccionó al ejido de Benito Juárez como el **Agroecosistema convencional (AC)**.

Por su parte, el **Agroecosistema Modificado (AM)** había sido identificado con anterioridad en el ejido de San Cristóbal, dadas las modificaciones en su esquema productivo, por parte de agencias gubernamentales de fomento e investigación (1992-1995) y de la Universidad Autónoma del Estado de México, a través de su Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (1995 a la fecha).

El trabajo de reconocimiento en los dos ejidos seleccionados, se inició a partir del mes de abril de 1999. La realización de este diagnóstico se basó en las orientaciones del Diagnóstico Rural Rápido (Anderson y McCracken 1994). Las estrategias utilizadas fueron:

A) Revisión de la información existente: estadísticas, censos de población y ganaderos, investigaciones previas, informes de programas de instituciones gubernamentales y académicas, entre otras fuentes. El objetivo de esta revisión fue contar con un marco de referencia que permitiera establecer el desarrollo histórico y empezar a delimitar la problemática de los dos agroecosistemas de estudio.

B) Levantamientos de transectos: se llevaron a cabo 4 recorridos de reconocimiento en cada uno de los ejidos. La intención fue identificar de forma visual el manejo de los recursos productivos, observar las prácticas de manejo y ubicar las áreas de concentración de las unidades de producción.

C) Entrevistas semiestructuradas: se realizaron 20 entrevistas de corte informal con diferentes actores sociales, (productores, boteros, representantes ejidales, técnicos de campo, investigadores y funcionarios). Esta actividad se llevó a cabo entre marzo y abril de 1999. El objetivo fue tener una primera aproximación a la problemática de la producción de maíz y leche de los ejidos, además de empezar a familiarizarse con los productores.

IV. 5.2.- Definición del objeto de evaluación

La definición del objeto de evaluación se realizó a través de un proceso de identificación y diferenciación de los agroecosistemas. Las preguntas centrales para este apartado fueron: ¿Cómo son los agroecosistemas de maíz y leche? ¿Cómo funcionan? y ¿Cuáles son las diferencias biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas?. Para estar en posibilidades de realizar esta caracterización se continuo utilizando la metodología de Diagnóstico Rural Rápido (Anderson y McCracken, 1994). Los elementos para la descripción, fueron los siguientes: los componentes biofísicos del sistema, los insumos y productos, las relaciones entre componentes, las prácticas agrícolas y pecuarias y las características socioeconómicas de los productores.

IV. 5.2.1.- Puntos Críticos

Para la definición de los puntos críticos de los agroecosistemas, las preguntas guías que se formularon fueron: ¿cuáles son los procesos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales que están influyendo de manera positiva o negativa en la dinámica de los agroecosistemas?. Dada la amplitud de esta pregunta, se tuvo que trabajar en varios niveles de análisis, aunque siempre priorizando la apreciación de los campesinos. La estrategia utilizada fue la entrevista abierta, aplicada a productores seleccionados, técnicos de campo de la SAGAR y la SEDAGRO, funcionarios del FIRA y de la Fundación Mexicana de Desarrollo Rural, e investigadores del INIFAP y el CICA. Se realizaron 25 entrevistas entre marzo y mayo de 1999. A partir de la información obtenida, se agruparon los objetivos de investigación, siguiendo los lineamientos de la estructura lógica de aproximación para la evaluación de los proyectos de desarrollo rural. De igual manera se realizaron discusiones al interior del grupo de investigación para definir los indicadores

que fueran factibles, con base en las posibilidades económicas y tecnológicas del proyecto.

IV. 5.2.2.- Definición de Criterios

Los criterios se definieron a partir de la revisión de diferentes trabajos de investigación Hermans (1993) Arriaga *et al*, (1996); Berensten (1996); González (1997); Lampkin (1998), Masera *et al*, (1999); Pérez (1999), Perales (2000); CEDLA, s/f;; entre otros y del consenso con los productores de la zona de estudio. Los primeros criterios fueron: rentabilidad, rendimientos, eficiencia energética y de nutrientes, dependencia, organización. Para el siguiente ciclo de evaluación se agregaron otros criterios como: estado del suelo, calidad de vida, generación de empleos, adopción de tecnología, futuro del sistema, intermediarismo y seguridad alimentaria, con la finalidad de contar con mayores elementos que permitieran un mejor análisis. Se hizo énfasis en los aspectos económicos, como una necesidad sentida de los campesinos, por conocer el costo de producción de leche y su margen de ganancia.

IV. 5.2.3.- Indicadores

El marco de referencia para la selección de los indicadores fue el conjunto de propiedades de los agroecosistemas propuesto por Masera (1999). El criterio sobre el cual se definieron los indicadores consistió en que fueran fáciles de obtener y que mostraran un efecto sobre el problema de investigación.

El diseño y medición de los indicadores se dividió en dos etapas: En la primera, que inició en el mes de mayo de 1999 y concluyó en abril del 2000, se evaluaron 12 indicadores. Para la segunda etapa se midieron 25 indicadores, entre el mes de mayo de 2000 y abril de 2001. De esta manera se contó con dos ciclos de evaluación, uno que permitiera contar con un diagnóstico de los agroecosistemas y otro, con la incorporación de innovaciones al agroecosistema convencional, para proceder a su comparación y análisis.

Los procedimientos para obtener los datos de cada indicador se basaron en análisis de laboratorio, entrevistas, realización de talleres, observaciones de campo, asistencia a asambleas ejidales, seguimiento en hojas de control, permanencia de fines de semana. Los resultados fueron analizados en forma particular para cada indicador.

IV. 5.2.4.- Integración de Resultados

Para la integración de la información y su presentación, se recurrió a definir valores deseados a través varias estrategias; entre ellas: reconocer el nivel económico y productivo que desearían los productores en sus unidades de producción, información de expertos (investigadores del INIFAP, CICA y de Técnicos del gobierno) obtenida en forma escrita o verbal, así como la revisión de trabajos de investigación que pudieran orientar la conformación de un dato objetivo para definir de forma concreta el nivel en que se encuentra el indicador correspondiente.

IV.5.3.- MECANISMOS DE SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN EN LOS DOS AGROECOSISTEMAS

Debido a las enormes diferencias en que se realiza la producción de maíz y leche al interior de cada una de las unidades, se decidió seleccionar a siete unidades en cada uno de los agroecosistemas a investigar, a fin de estar en condiciones de entender mejor la dinámica de operación y, de esta manera, contar con elementos que permitieran establecer algunas generalidades sobre el funcionamiento de las unidades de producción, y que aportaran información para la medición de los indicadores de sustentabilidad.

Se optó por siete unidades de producción, considerando la posibilidad de perder dos en cada ejido durante el proceso de investigación, con lo que quedarían cinco.

La selección de las 7 unidades de producción no fue aleatoria, sino que se sujetó a una serie de requisitos:

- a) Que se encontraran en diferentes áreas de concentración poblacional (ubicación estratégica).

- b) Que tuvieran diferente nivel tecnológico y de manejo de recursos. De igual manera se consideraron el número de animales (el rango fue más de dos vacas y menos de veinte).
- c) Que los productores no fueran líderes políticos, ni ocuparan algún cargo de representación popular.
- d) Que tuvieran interés en participar en la investigación y asumir la responsabilidad de aportar datos fidedignos durante el periodo de investigación.

El grupo inicial quedó conformado con las siguientes unidades de producción:

Tabla 4.2: Unidades de producción evaluadas (primera etapa)

Agroecosistema Convencional		Agroecosistema Modificado	
UNIDAD	CLAVE	UNIDAD	CLAVE
Félix Valdés	FV	Guillermo Reyes	GR
Ricardo Reyes	RR	Felipe Arriaga	FA
Gregorio Álvarez	GA	Teodora Carmona	TC
Luis Arias	LA	Teofila Reyes	TR
Jesús González	JG	Galo Carmona	GC
Victorino Garduño	VG	Gregorio Jiménez	GJ
Claudio Esquivel	CE	Ernesto Álvarez	EA

Las unidades que se lograron evaluar durante el primer año fueron diez, de las catorce seleccionadas inicialmente. Seis del agroecosistema convencional y cuatro del modificado. La pérdida de las unidades obedeció a varios factores, entre los que destacan: la falta de interés por participar, el extravío de información por parte de productor, salida del miembro de la familia que se dedicaba a la actividad lechera, y el retiro temporal de la actividad lechera, entre otras causas. La situación antes mencionada, obligó a una redefinición del grupo de unidades de producción a evaluar, quedando éste de la siguiente manera:

Tabla 4.3: Unidades de producción evaluadas (segunda etapa)

Agroecosistema Convencional		Agroecosistema Modificado	
UNIDAD	CLAVE	UNIDAD	CLAVE
Félix Valdés	FV	Guillermo Reyes	GR
Ricardo Reyes	RR	Valentín Reyes	VR
Gregorio Álvarez	GA	Galo Carmona	GC
Luis Arias	LA	Teodora Carmona	TC
Victorino Garduño	VG	Hermenegildo Reyes	HR
Claudio Esquivel	CE	Ernesto Álvarez	EA

Aunque se trabajó directamente con las unidades antes mencionadas, además, cabe aclarar, que se llevaron a cabo tres cursos sobre elaboración de lácteos, cuatro talleres para presentar y discutir resultados y se asistió a 6 asambleas ejidales en cada ejido, y a 10 reuniones informativas en cada uno de ellos donde se tuvo la oportunidad de convivir y entrevistar a un grupo mayor de productores, con la finalidad de precisar y cruzar información sobre diferentes aspectos.

IV.6.-MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE LOS INDICADORES

IV.6.1.- Para determinar rendimiento del maíz

Para el caso del maíz grano y rastrojo, se utilizó la metodología “*estimación de rendimiento de maíz en milpas campesinas*” Triomphe (1996).

Se determinó que el periodo más adecuado para el levantamiento de la información era del 10 al 17 de noviembre de 1999, en función del calendario de cosechas que manejan los productores en la región.

El número de muestras fue de 5 por hectárea y se muestrearon diez parcelas. El área de muestreo consistió en 3 surcos de 10 m de largo (24 m², aproximadamente). Los datos levantados consistieron en:

- Conteo del número de plantas.
- Cosecha de las mazorcas.
- Clasificación y pesaje de mazorcas con daños.
- Pesaje de la cosecha obtenida.
- Obtención de una muestra de diez mazorcas.

El dato de rendimiento de grano y de rastrojo se cruzó con el rendimiento declarado por el productor.

IV.6.2.- Para determinar rendimientos de leche

Este dato fue obtenido a través de dos medios: primero, lo que declaró el productor en las entrevistas mensuales, que quedó registrado en su hoja de control; y segundo, a través de la revisión de la libreta que lleva el productor para efectos de control con el botero. La información se derivó de la sumatoria de las cuatro semanas (el productor recibe su paga los días sábados y se corta la cuenta), de tal forma que se trata de la leche vendida, mientras que en otro rubro se captó la leche que se consume en la unidad. Así mismo, se hizo un estimado de la leche que consumen los becerros(as), cuando era el caso, de igual manera se consideró la leche que por alguna circunstancia no era recogida. El seguimiento se realizó durante dos años. Con esta información se buscó conocer cuánta leche produce cada unidad. Al dividir esta cifra entre el número de vacas y multiplicar el resultado por 305 días, se obtuvo el dato de producción por vaca ajustada a 305 días. No se llevaron a cabo pesajes de leche ni control de lactancias.

IV.6.3.- Para el análisis de la rentabilidad del maíz

En función de la importancia que mantiene el cultivo de maíz dentro de los agroecosistemas, se realizó una medición de los costos y retornos de esta actividad, a fin de poder integrar los productos propios del cultivo a la empresa lechera. Para este fin se

utilizó la hoja de cálculo con la que el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA) ha realizado diferentes trabajos de investigación para determinar el costo de producción del maíz, en sus dos modalidades, monto y efectivo. Se seleccionaron cinco productores del agroecosistema convencional y dos del modificado, para llevar a cabo la evaluación, ello en función del nivel tecnológico que manejaban en sus unidades. Las variables que se utilizaron fueron: (a) compra de insumos (semilla, fertilizantes, agroquímicos), (b) contratación de maquinaria para realizar las diferentes labores, (en caso de contar con maquinaria propia se asignó un costo de oportunidad), (c) pago de jornales para realizar diferentes trabajos, (en el mismo sentido se consideró aplicar el costo del jornal a la mano de obra familiar). De esta manera se obtuvieron los gastos que representa el cultivo de maíz. En cuanto a los ingresos que se percibirían, el dato se derivó de los rendimientos de grano y su precio en el mercado, dándole un precio de oportunidad al rastrojo. Para obtener un dato general se promediaron los valores de las unidades evaluadas de cada agroecosistema.

IV.6.4.- Para el análisis económico de la leche

Se utilizó la metodología de *presupuestos parciales por actividad*. La técnica ha sido probada para examinar los retornos de una actividad, ya que permite abordar sólo parte de la empresa (en este caso leche).

La recolección de información se realizó a través de formatos mensuales, llenados junto con el productor, que permiten obtener datos sobre los ingresos y egresos de cada unidad de producción. La información fue complementada con una entrevista directa con el productor.

La evaluación económica consistió en reconocer los costos y el valor de los precios de oportunidad expresados por el productor. Las variables que se consideraron fueron: superficie total, inventario de ganado, costos variables de producción, egresos en efectivo, ingresos en efectivo, costo de producción, mano de obra utilizada (pagada y familiar).

El análisis se centró en la determinación de costos, retornos y márgenes en la producción de leche, tanto en monto como en efectivo, así como en el margen por día

trabajado, el cual se obtuvo del margen bruto más costo de la mano de obra familiar dividido entre los días trabajados.

La información se analizó a través de una hoja de cálculo adaptada de Wiggins *et al*, (2001) para sistemas campesinos de leche (se adjunta el formato en anexo A).

IV.6.5.- Para la medición de la energía.

Se consideraron dos grandes categorías: a) la energía de soporte (también conocida como indirecta) que ingresa al sistema y es la que se requiere para el procesamiento de los insumos necesarios —específicamente se consideraron rubros como: la energía para la construcción o procesamiento de los siguientes insumos: maquinaria y equipo, concentrado, herbicida, fertilizante, kws y diesel—, y b) la energía directa, que proporciona el alimento balanceado.

Los procedimientos para determinar *energía de soporte* en los diferentes insumos que intervienen en la producción de leche, se presentan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4: Sobre las conversiones de los insumos a kilocalorias

Concepto	Operación	Fuente
Fertilizante con nitrógeno	Unidades de nitrógeno x 13500 Kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Fertilizante con fósforo	Unidades de fósforo x 1975 kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Fertilizante con potasio	Unidades de potasio x 1900 kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Herbicida	Litros x 57000 kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Maquinaria ¹³	Kilogramos x 21000 kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Alimento balanceado	Toneladas x 11.32 Gj	Leach en Sppeding, 1982
Diesel ¹⁴	Litros x 9243 kcal	Masera <i>et al.</i> , 1996
Electricidad riego (kW)	860 kcal/unidad	Masera <i>et al.</i> , 1996

Los *kilowatts consumidos por cada hectárea regada* se obtuvieron de la siguiente manera: superficie que se regaba por mes, (de noviembre a mayo, con base en registro del despachador de agua), frente al consumo mensual de kilowatts (recibo del pago de

¹³ Para el caso de la maquinaria se trabajó con pesos promedios de tractor (3,000 kgs), rastra (600 kg), arado (600 kg), remolque (500 kg) y molino (300 kg). Los datos fueron prorrateados entre 50 has, que teóricamente es la capacidad de uso de un tractor, y se dividió en 10 años, como vida útil de la maquinaria

¹⁴ El consumo de diesel proviene de información de campo, en que se evaluaron las diferentes actividades que se realizan en la agricultura en los dos agroecosistemas. Para mayores detalles remitirse al apartado de anexos

luz). Se realizaron estimados para eliminar los consumos de kws destinados al agua potable y al agua que se almacena en el bordo.

Por su parte, la *energía directa* es la que genera el alimento balanceado. Para su cálculo se tomó como base el concentrado de la marca Malta, con 18 por ciento de proteína; para estimar el valor energético del alimento se recurrió a valores derivados de análisis de laboratorio y a cálculos preestablecidos; tal es el caso del Extracto Libre de Nitrógeno que se obtuvo a través de la siguiente ecuación: $100 - (\% \text{ de extracto etéreo} + \% \text{ de proteína cruda} + \% \text{ de fibra cruda} + \% \text{ de cenizas})$ Tejada (1983). Con este dato se desarrolló la siguiente ecuación para determinar el valor energético del alimento balanceado:

Tabla 4.5: Conversión de alimento balanceado en energía.

Concepto	Operación	Factor	Fuente
Valor energético del alimento balanceado ¹⁵	Megajoules/kg de Materia Seca = $0.0226 \text{ Proteína cruda} + 0.0407 \text{ Extracto etéreo} + 0.0192 \text{ Fibra cruda} + 0.0177 \text{ extracto libre de nitrógeno}$	17.661708	Thomas, 1990

Para estimar la energía que sale del sistema, se trabajó con cuatro variables: leche, maíz, estiércol y carne, los datos fueron procesados de la siguiente manera:

Tabla 4.6: Valores usados en la conversión de energía de los productos

Concepto	Operación	Factor	Fuente
Valor energético de la leche	Megajoules /kg= $0.0376 \text{ (grasa butírica)} + 0.0209 \text{ (proteína)} + 0.948$	2.795511	CABI, 1995
Valor energético del maíz	Megacalorías/kg de MS = 4.7		Maynard, 1988
Valor energético del estiércol	Megajoules /kg de MS = 20.75		Spedding, 1982
Valor energético de la carne	Gijajoules/ton de peso vivo = 18.3		Lewis, 1982

¹⁵ Se consideró como el alimento más común, el concentrado “Malta 18”, por lo que se recurrió a análisis de laboratorio para conocer sus características bromatológicas.

Respecto a la carne, se consideró a todos los animales que salieron de la unidad: vacas de desecho, vacas en producción y becerros(as), que por diferentes circunstancias se vendieron y no necesariamente fueron a rastro. Al final se realizaron las respectivas conversiones a megacalorías.

VI.6.6.- Para determinar la eficiencia en nitrógeno

A partir de los datos levantados en campo y en las hojas de control, se obtuvieron las dosis y las mezclas que se utilizaron para el cultivo de maíz y la pradera, así como el concentrado que se consumió; elementos que se consideraron como las principales fuentes de nitrógeno que ingresan al sistema. Las conversiones se realizaron de la siguiente manera:

Tabla 4. 7: Conversión en Nitrógeno de los insumos

Concepto	Procedimiento	Factor	Fuente
Fertilizante en maíz y pradera	Conversión en unidades de Nitrógeno.	0.46	Información comercial
Concentrado	Porcentaje de proteína.	6.25	Información comercial

Para estimar la salida de nitrógeno se consideraron cuatro variables: leche, maíz, estiércol y carne, como los principales productos que salen del sistema. Para convertir estos productos en nitrógeno se utilizaron los siguientes procedimientos:

Tabla 4.8: Conversión en Nitrógeno de los productos

Concepto	Procedimiento	factor	Fuente
Leche	Determinación de gramos de proteína en laboratorio (32g/l)	6.38	Laboratorio CICA
Maíz	14 g/kg Materia Seca		Laboratorio CICA
Estiércol	Determinación de gramos de nitrógeno en laboratorio, promedio (18.8g/kg de MS)		Laboratorio CICA
Carne	Peso vivo	0.025	AFRC, 1966

IV.6.7.- Efectos climáticos en la producción

Para el desarrollo de este indicador se calculó el promedio de mililitros de agua de lluvia y las temperaturas medias en los últimos 36 años, con lo que se pudo reconocer la

existencia o no de fluctuaciones en lluvias y temperatura. Los datos se obtuvieron de los registros históricos de la Comisión Nacional del Agua, mientras que para los años de 1999 y 2000, se recurrió a los registros de la estación meteorológica de “Los Velázquez”, que es la más cercana a la zona de estudio. Los datos fueron trabajados en una hoja Excel.

Para obtener los efectos en la producción, se recurrió a la entrevista con cada uno de los productores. Al final del ciclo agrícola se les preguntó el rendimiento que habían obtenido de la parcela monitoreada; de esta manera se obtuvo el dato de porcentaje de pérdida ocasionado por fluctuaciones climáticas.

IV.6.8.- Para conocer el estado del suelo

Se tomaron 50 muestras de suelo, divididas de la siguiente manera: 26 para el AC, siete del cultivo de maíz y siete a su correspondiente besana, y seis a praderas y seis a su besana. Para el AM se obtuvieron 24 muestras, seis del cultivo de maíz y seis de su respectiva besana y seis a pradera y seis a su besana. Las fechas de muestreo fueron entre el 10 de enero y el 20 de febrero de 2000, periodo en que los suelos se encuentran en fase de descanso. La relación de submuestras fue de 10 por hectárea a una profundidad de 30 cm. Se utilizó un muestreador para superficies, donde existía cultivo (pradera) y con barrena en parcelas, donde no existía cultivo, obteniéndose una muestra de aproximadamente un Kg de suelo por predio. Las muestras fueron trabajadas en el laboratorio de suelos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO).

Métodos utilizados

- 1:2 en agua para, pH.
- Bray p1 para fósforo.
- Absorción atómica para calcio, potasio y magnesio.
- Walkley-Black para materia orgánica.
- Bouyucos para textura.
- Por diferencia se obtuvo el nitrógeno.

IV.6.9- Eficiencia en el uso del agua

El análisis de este indicador sólo se realizó en el AM, ya que cuenta con la infraestructura de riego a través de canales. Para el procedimiento se utilizó el método práctico de sección y pendiente IMTA (1999). Se realizaron dos aforos del pozo a la parcela.

En relación con la metodología para determinar la lámina de riego ideal, se utilizó un modelo de simulación, ajustado por Martínez (1995).

IV.6.10.- Para determinar la capacidad de carga

Este indicador se diseñó para conocer la capacidad forrajera del ejido y establecer el número de cabezas que puede mantener. Los cálculos fueron realizados por el equipo de técnicos de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficiente de Agostadero (COTECOCA). El estudio se realizó de mayo a junio de 2000 y los procedimientos utilizados fueron la fotometría y visitas de campo.

Cabe mencionar que la información con la cual se realizó este análisis corresponde a una evaluación general del total de la superficie de los dos ejidos, por lo tanto, la información obtenida corresponde a la capacidad de carga de todas las especies de animales existentes en las comunidades. Sin embargo, la mayoría de las existencias corresponde a bovinos, sobre todo de leche. En el mismo sentido, está la erosión y degradación del suelo, que es un proceso con múltiples causas, pero una de las que mayor incidencia tiene en la región, es el sobrepastoreo, por sus efectos en la pérdida de la cobertura vegetativa y la sobreposición de plantas menos palatables y/o invasoras, por lo que disminuye la capacidad forrajera. Asimismo, se determinó el estado en que se encuentran los pastizales, a través de la identificación de plantas mas y menos palatables, con lo que se realizó una relación de existencias de plantas.

IV.6.11.- Para determinar el consumo de insumos externos

IV.6.11.1.- Agroquímicos

Para determinar los productos y las cantidades de herbicidas y pesticidas que se utilizan en la agricultura, se diseñó este indicador. Los datos están basados en el formato de costos de producción del maíz, y complementados con 20 entrevistas abiertas, tanto a los productores de las unidades evaluadas como a otros productores.

IV.6.11.2.- Concentrado

La cantidad de concentrado consumido se registró por medio de formatos mensuales para el análisis económico de la producción de leche. A través de ellos se obtuvo el número de bultos de alimento balanceado comprados, la marca, el porcentaje de proteína y el precio pagado. La información se cruzó con el peso del alimento proporcionado a las vacas en lactación, en cada unidad. Este dato sufrió ajustes ya que el productor manifestaba una cantidad y en realidad, al pesar, era menor. Otra variable que se consideró para tener un mejor dato, fue llevar un control del número de vacas en producción, asumiendo que son las únicas que reciben concentrado.

IV.6.11.3.- Fertilizante

La información se captó a través de los formatos correspondientes al costo de producción del maíz y del manejo de la pradera, en los cuales se solicitaba la dosis y fórmulas de fertilización aplicadas. Con esta información se hizo la conversión a unidades de nitrógeno, fósforo y potasio contenidas en cada una de las fórmulas de fertilización utilizadas; para así, confrontar estos datos con las dosis recomendadas de cada nutriente y conocer el nitrógeno que ingresa al agroecosistema por este concepto.

IV.6.12.- Para determinar el grado de dependencia del CICA

Para la construcción de este indicador se recurrió a la entrevista abierta con los investigadores y ayudantes de investigación del (CICA) que realizan trabajos en el ejido de San Cristóbal. De igual manera se revisaron los informes del propio Centro. La línea que se siguió fue convertir en dinero todos los servicios y apoyos recibidos, en los años 1999 y 2000, por las unidades evaluadas (semilla para pradera, financiamiento de plásticos, fertilizantes, asistencia técnica, etc.), a fin de establecer la cantidad con la que se ha subsidiado al AM durante los dos años de evaluación.

IV.6.13.- Para determinar la reducción de fertilizantes químicos

Para este indicador se dio seguimiento al manejo del estiércol y a las prácticas de aplicación del mismo. La información se obtuvo a través de la entrevista directa a cada

uno de los productores. El objetivo fue determinar: (a) si existía o no una reducción de fertilizantes químicos con la aplicación de estiércol. (b) con qué periodicidad se aplica el estiércol en las parcelas, y (c) bajo que criterios se decide si se requiere o no abono orgánico en las parcelas.

IV.6.14.- Para determinar la autosuficiencia económica

Con este indicador se buscó conocer la cantidad de dinero que se transfiere de otras actividades al sistema, en el afán de estabilizarlo. Se aplicó la metodología de “preferencias declaradas”. Los datos se concentraron para el ciclo 1999, en el trabajo de Hernández (2001). Para el siguiente ciclo se realizó una entrevista abierta a cada uno de los productores evaluados, a fin de reconocer si hubo o no cambios respecto a los montos transferidos y la fuente financiera.

IV.6.15.- Para determinar el porcentaje de leche no vendida

Los litros de leche que no son colocados en el mercado, se calcularon con base en los datos registrados diariamente por el productor, en un formato. Esta información fue analizada por el equipo de investigación cada 15 días, para posteriormente concentrarla en una hoja de cálculo y de esta manera obtener el acumulado anual; del mismo modo, se determinó el destino de la leche que no era recogida por el botero.

IV.6.16.- Para determinar el número de jornales asalariados

Durante los dos ciclos de evaluación se hizo énfasis en conocer los jornales contratados y la contribución de la mano de obra familiar dentro de la actividad lechera de cada unidad. Los datos se obtuvieron de las hojas de análisis económico de la leche. Para el análisis comparativo se dividió tanto la mano de obra familiar como la contratada, entre el número de vacas en producción y de esta manera obtener la relación de mano de obra familiar o contratada por vaca en cada unidad de producción.

IV.6.17.- Para determinar las perspectivas de los campesinos

La información para la conformación de este indicador se obtuvo por medio de una encuesta, que se aplicó a cada uno de los productores de las unidades bajo estudio y a 5 productores más, de cada ejido. De esta manera, se buscó identificar “la visión de futuro” que los productores tienen de sus respectivos sistemas de producción, y de los motivos de la misma. Esta información también se contrastó con diversas entrevistas grabadas para el trabajo de investigación de la tesis de licenciatura en sociología Ríos (2003)

V.6.18.- Para determinar la autosuficiencia de maíz y leche

La evaluación de este indicador se basó en tres datos: (a) los obtenidos en las hojas de análisis económico de la leche (litros de leche retenidos para la familia); (b) los recabados mediante las hojas de control para el seguimiento del cultivo y (c) la entrevista directa a cada productor evaluado, para comparar el consumo. Los datos fueron confrontados con los que presenta la FAO, como requerimientos mínimos por persona.

IV.6.19.- Para determinar las condiciones laborales

La obtención de la información sobre este indicador, partió de entrevistas abiertas a los productores de las unidades evaluadas. El núcleo central de las preguntas se orientó a los beneficios y/o dificultades del trabajo con ganado lechero comparándolos con los de sus antiguas actividades. Las entrevistas fueron grabadas y posteriormente analizadas. El periodo en que se realizaron las entrevistas fue de junio a septiembre de 2000.

IV.6.20.- Para determinar la proporción de ganancia del botero

Para efectos de este indicador se realizaron entrevistas con cinco boteros, a fin de obtener un promedio general, ya que existe una enorme variación de factores que influyen en el aumento o disminución de la ganancia por cada botero, como son: kilómetros recorridos, las condiciones mecánicas del vehículo, la leche que es regresada por el ama de casa, etc. La metodología inicial fue la de *margen bruto de comercialización* (MBC) Meléndez *et al.*, (1984), que consiste en determinar la diferencia entre el precio que paga

el consumidor por la leche y el precio que recibe el productor. El (MBC) se expresa en porcentaje y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MBC} = \frac{\text{Precio del consumidor} - \text{Precio del Productor}}{\text{Precio del consumidor}} \times 100$$

También se obtuvo el porcentaje que capta el productor por la fórmula que estima la *participación directa del productor (PDP)*.

$$\text{PDP} = \frac{\text{Precio del consumidor} - \text{Margen de bruto de mercado}}{\text{Precio del consumidor}} \times 100$$

Esta metodología se modificó con la intención de conocer más a fondo los márgenes reales que le quedan al intermediario (botero) a través de un análisis de los costos de acopio y comercialización de la leche.

IV.6.21.- Para determinar la proporción de adopción de tecnología

Con este indicador se buscó conocer cuántos productores estaban dispuestos a adoptar a las praderas y su manejo como parte de su sistema, mientras que en el sistema modificado se basó en la aceptación del uso de semillas de maíz forrajero. Los datos se obtuvieron de la entrevista abierta, donde la pregunta central fue: ¿Con base en los resultados obtenidos estaría dispuesto a pagar el precio de la semilla y los insumos que se requieren para el establecimiento y mantenimiento de las praderas?. De igual manera, se tomó como referente el interés de otros productores, ajenos al proyecto, en incorporar estas innovaciones asumiendo su costo. Si bien, la muestra fue pequeña, y no fue una prioridad de la investigación la transferencia extensiva de tecnología, sí permite hacer algunas conjeturas sobre el particular.

IV.6.22.- Para determinar los mecanismos de acceso a los recursos productivos

La información para el desarrollo de este indicador se basó en conocer: (a) los mecanismos para acceder a los recursos productivos de cada uno de los ejidos y, (b) el procedimiento para la toma de decisiones en los dos agroecosistemas. Para ello se aplicaron 28 encuestas, 14 a los productores monitoreados y el resto a diferentes miembros de los ejidos. De igual manera, se asistió a 4 reuniones convocadas por las

autoridades ejidales en la comunidad de Benito Juárez y a 6, en la de San Cristóbal, donde se realizaron entrevistas abiertas con lo que se obtuvo más información. La observación directa también fue una herramienta útil en la alimentación de este indicador, así como los datos obtenidos en el trabajo de Ríos (2003).

IV.6.23.- Para determinar los mecanismos de toma de decisiones

Para la obtención de información sobre este indicador se recurrió a la entrevista abierta con los productores monitoreados y las autoridades de los ejidos, así como a la asistencia a reuniones de los miembros de los ejidos, y a la observación de campo. Las variables a evaluar fueron: porcentaje de asistencia a las reuniones, los temas a discutir y la presencia de mecanismos de solidaridad para el desarrollo de la ganadería lechera. Así como los trabajos realizados por Hernández (2002) y Ríos (2003).

V.- CAPÍTULO

RESULTADOS

V.1.- Definición del Agroecosistema campesino de producción de maíz y leche

El agroecosistema de maíz-leche se define como el **propósito** de la producción de leche y grano de maíz a un bajo costo, teniendo como **subproductos** agrícolas, esquilmos del cultivo y arvenses, como forraje; y subproductos pecuarios, como queso para venta y autoconsumo. El estiércol, que es un producto de desecho se aprovecha como abono orgánico en la milpa, y como combustible. Las **fronteras** son los límites de la unidad de producción. Los **componentes** del sistema son: el hato, la pradera, la milpa, los productores, y la familia, los cuales tienen distintos niveles de relación entre sí (**interacciones**). Los **insumos** son el concentrado, los fertilizantes, el herbicida, el diesel, etc., que repercuten en el nivel de producción. Los **recursos** comprenden: la tierra, en la que se siembra tanto maíz como pradera; el agua para el riego de los cultivos; el hato lechero; y la mano de obra familiar (trabajo de campo).

V.2.- Características generales del Agroecosistema

Las características geográficas y climáticas de la región, así como el tipo de suelo predominante, determinan el tipo de cultivo y las actividades pecuarias que se desarrollan en ambos agroecosistemas. El principal cultivo es el maíz, el cual es un elemento importante dentro de toda la dinámica del agroecosistema, ya que produce altos rendimientos (superiores a 4 ton/ha), que permiten cubrir los requerimientos alimenticios de la familia, y parte de la alimentación del ganado y de las pequeñas especies, además de obtenerse ingresos por su venta. En cuanto a la producción de leche, esta actividad es la principal fuente de ingresos para las familias, aunque en algunos casos los ingresos son complementados con fuentes extraagropecuarias. El sistema de producción es similar a los identificados por Arriaga (1996) y Castelán (1997) en diferentes partes del Valle.

El manejo reproductivo de las vacas es bastante parecido en los dos agroecosistemas. Las vacas se cargan entre los 18 y 20 meses de edad, dan leche

durante nueve meses y se mantienen secas dos meses. A lo largo de su vida productiva se obtienen de 6 a 8 crías. La diferencia radica en que en el Agroecosistema Modificado (AM), por lo general se utiliza inseminación artificial para cubrir a las hembras, mientras que en el Agroecosistema Convencional (AC) se practica la monta directa con toros de mala calidad genética.

El esquema de alimentación del ganado en el AC, es el siguiente: pastoreo en caminos, cabeceras de parcelas y áreas de pastos nativos durante la época de lluvias (julio a noviembre), así como corte de hierba de la milpa (arvenses) y cañas verdes para darlos en el pesebre. De noviembre a marzo, rastrojo de maíz, grano y pastoreo en pastos nativos; y de marzo a junio, estabulación con rastrojo, maíz molido y alimento balanceado. Los productores aportan grano de maíz en cantidades de 3 a 5 kg/vaca/día, en épocas de estiaje.

En este agroecosistema, la toma de decisiones se basa en el criterio de subsistencia de las unidades, a través del desarrollo de estrategias para optimizar los esfuerzos de la mano de obra, así como del aprovechamiento de los recursos disponibles. Las estrategias que emplean los productores para sobrevivir a las diferentes presiones consisten en: (a) invertir el menor dinero posible, y (b) sobreexplotar la mano de obra y sus recursos disponibles, para de esta manera, obtener un margen de utilidad en la producción de leche.

Por su parte el AM opera parcialmente a través de praderas inducidas, cuyo ciclo va de junio a octubre. En este periodo se corta la pradera para darse en pesebre. De noviembre a mayo se pastorea a las vacas en la pradera con diferente frecuencia e intensidad; los animales son mantenidos en la pradera a través de cercos eléctricos, a fin de manejar la recuperación de la pradera y liberar mano de obra. El uso del rastrojo es en época de seca, al igual que el maíz molido, no se acostumbra el pastoreo en besanas ni cabeceras de parcelas, tampoco cortar los arvenses del cultivo. Las praderas se manejan con riegos cada 21 ó 30 días y con fertilización de urea en diferentes dosis.

Figura.- 5.1 DIAGRAMA DE INTERACCIONES E INTERRELACIONES EN EL AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL (AC)

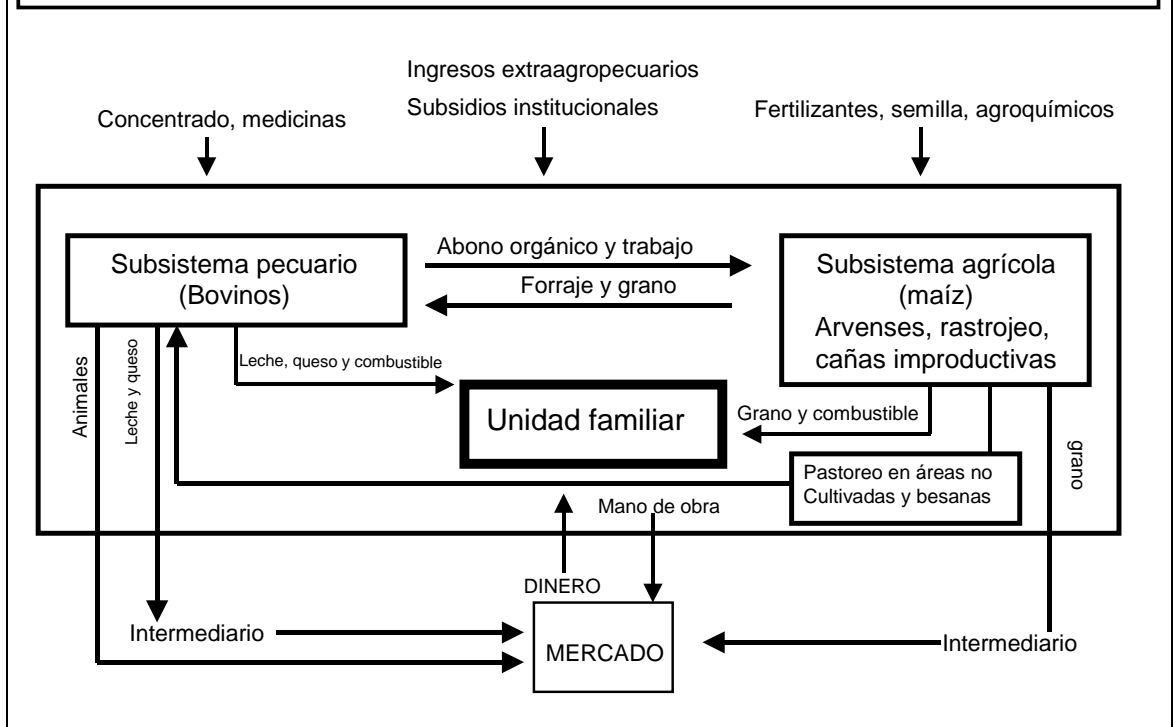
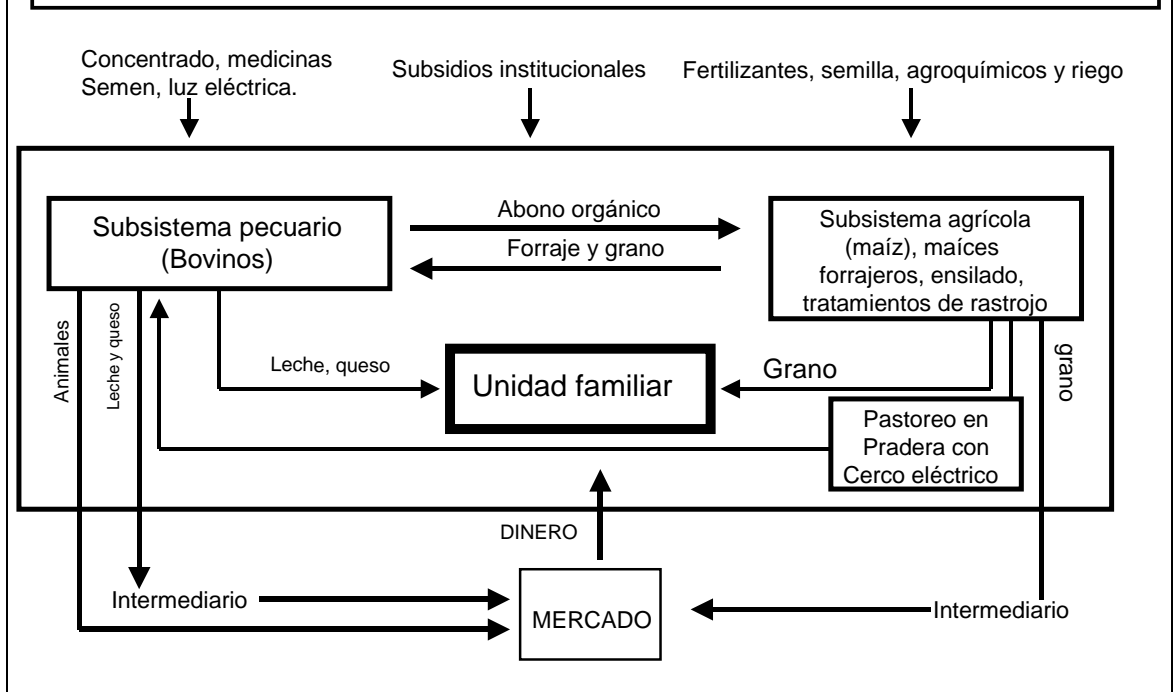


Figura.- 5.2: DIAGRAMA DE INTERACCIONES E INTERRELACIONES EN EL AGROECOSISTEMA MODIFICADO (AM)



V.3.- Evolución histórica del agroecosistema campesino de producción de maíz y leche

Antes de los años setenta el sistema agrícola y ganadero que se desarrollaba en la región, era extensivo, ya que consistía en pastoreo de ganado criollo en agostadero. Estos espacios con el tiempo y por la demanda de tierra entran a un proceso de parcelización para convertirse en maizales, con lo que se redujeron las áreas de pastoreo. Por otra parte, la producción de leche no era la función del sistema sino obtener animales de trabajo que servirían como reemplazo para las yuntas; es decir, el interés estaba puesto en obtener becerros, más que becerras para la producción de leche. La producción vaca/día era de 3 a 5 litros. La ordeña era manual. Al igual que ahora, la leche se recolectaba en botes de 20 litros a través de carretas de burros, por los que se les conocía como “burreros”. La leche era entregada a un camión que pasaba por la carretera principal (Toluca-Zitácuaro) para ser transportada a la Hacienda Santa Rosa, ubicada en el Municipio de Lerma, donde se elaboraban diferentes productos lácteos.

Un siguiente proceso de transformación se identifica en la década de los ochenta, caracterizado por un impulso a la producción de leche por medio de diferentes acciones estatales encaminadas al fomento de la lechería campesina. Destaca el “Programa Bovino Familiar”. El principal efecto fue un cambio de actividad laboral, al dejar la albañilería como actividad económica primordial para dedicarse a la ganadería. En este sentido, también la Confederación Nacional Campesina (CNC), a través de la Unión Ganadera Ejidal, tuvo una participación importante en la organización de los productores, por medio de asociaciones ganaderas ejidales, a través de las cuales se distribuían apoyos y recursos y a la vez servía de gestión ante las diferentes instituciones. Estas células de organización eran controladas por el partido oficial.

Para los noventa, el desarrollo del sistema está influenciado por la aplicación de políticas neoliberales hacia el sector agropecuario, que han ocasionado la caída de precios y el retiro de subsidios en el cultivo de maíz, así como una readecuación de los programas de asistencia técnica y de apoyo financiero. Un fenómeno a destacar es que el precio del grano de maíz en los últimos años ha presentado en el mercado un menor valor que el del rastrojo (molido), lo que podría llevar a la ganaderización de la región, como una opción para darle valor agregado al grano.

Conviene dejar claro que el cultivo del maíz obedece a condicionantes culturales, en el sentido de que proporciona seguridad alimentaria a la unidad, y un medio de trabajo que permite disponer de tiempo para realizar actividades extraagropecuarias. El maíz utiliza 26 jornales al año que se distribuyen a lo largo del ciclo agrícola (SAGARPA/DDRI, 2000). Esto permite organizar y programar el tiempo para realizar otros trabajos durante el año, lo cual ayuda a estabilizar a las unidades producción.

V.4.- Puntos críticos de los agroecosistemas

A partir de la caracterización de los agroecosistemas Convencional y Modificado, así como de las entrevistas realizadas a productores, técnicos e investigadores y de la observación directa en campo se identificaron un grupo de puntos críticos que influían positiva y negativamente en la sustentabilidad de los agroecosistemas estudiados. En el Cuadro V. 1.- Se describen los puntos críticos, los criterios de diagnósticos y los indicadores diseñados y utilizados en la evaluación.

CUADRO V.1.- MATRIZ DE PUNTOS CRÍTICOS, CRITERIOS E INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD PARA DOS AGROECOSISTEMAS CAMPESINOS DEL VALLE DE TOLUCA

PUNTO CRITICO	CRITERIO DE DIAGNOSTICO	INDICADOR
Baja productividad del sistema	Rendimientos del sistema	1. Rendimiento de maíz 2. Rendimiento de leche
Baja rentabilidad del sistema	Rentabilidad del sistema	3. Rentabilidad del maíz 4. Márgenes en la producción de leche, por litro
Ineficiencia del sistema	Eficiencia del sistema	5. Relación de energía cosechada / energía invertida 6. Relación de Nitrógeno cosechado/ Nitrógeno invertido
Perdidas por fluctuaciones climáticas	Fragilidad del sistema	7. Fluctuaciones climáticas y su impacto en la producción
Degradación del suelo	Calidad del suelo	8. Cambios físicos y químicos de las propiedades del suelo
Mal manejo del agua	Eficiencia en el uso del agua	9. Consumo de litros contra litros requeridos por la planta
Disminución de la capacidad de carga	Disponibilidad de forrajes	10. Capacidad de carga
Alta dependencia de insumos externos	Uso de insumos externos	11. Consumo de agroquímicos 12. Consumo de fertilizantes químicos 13. Consumo de concentrados
Alta dependencia de apoyos del CICA	Dependencia del CICA	14. Grado de dependencia del CICA
Alto consumo de fertilizantes químicos	Reciclaje	15. Reducción de fertilizantes químicos
Necesidad de otras fuentes de ingresos	Distribución de costos y beneficios	16. Tipo y cantidad de Ingresos del exterior
Dificultad para colocar la leche	Variación de la demanda	17. Porcentaje de litros de leche no vendidos
Escasa generación de empleos	Evolución del empleo	18. Número de jornales asalariados
Futuro del sistema	Continuidad del sistema	19. Percepción de los productores
Seguridad alimentaria	Producción para el consumo	20. Autosuficiencia de maíz y leche
Mejora en la dinámica familiar y personal	Calidad del trabajo	21. Condiciones laborales
Alto grado de intermediarismo	Intermediarismo	22. Margen de ganancia apropiada por el intermediario vs productor
Bajo nivel de aceptación de tecnología	Capacidad de cambio	23. Proporción de adopción de tecnología
Deficiente organización	Organización social	24. Mecanismos de acceso a los recursos productivos 25. Mecanismo de toma de decisiones

V.5.- Resultados de la evaluación

Los resultados se presentan por unidad de producción, en orden ascendente por cuanto a superficie. De igual manera, se utilizarán las siglas AC para referirse al Agroecosistema Convencional (ejido de Benito Juárez) y el AM para el Agroecosistema Modificado (ejido de San Cristóbal). Los resultados corresponden a la medición de dos años, de abril de 1999 a marzo de 2000, y de abril de 2000 a mayo de 2001, que no necesariamente coinciden con los ciclos agrícolas de primavera/verano de 1999 y 2000.

V.6.- Aspectos generales de las unidades de producción

Para facilitar la comparación entre las unidades de producción, se elaboraron varias tablas con los recursos productivos por unidad —en que se incluyen algunos aspectos sociales—, dado que las estrategias productivas de cada unidad están en función de la disponibilidad de tierra, animales y mano de obra.

Tabla No. 5.1.- Tamaño y uso del suelo en los dos agroecosistemas

		Superficie Total (Ha)	Maíz grano		Maíz silo		Pradera		Agostadero		Pastoreo (renta)	
	AÑO		1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Agroecosistem a Convencional	UNIDAD											
	FV	3.00	2.00	2.00				0.25	0.50	0.25	0.50	
	RR	3.50	3.00	3.00				0.25			0.50	0.25
	LA	4.50	4.00	4.00				0.25	0.50	0.25		
	GA	4.00	4.00	4.00								
	VG	7.50	6.50	6.00	1.00	1.00		0.50				
	CE	9.75	6.50	6.50	1.50	1.50		0.25	0.75	0.50	1.00	
	total	32.25	26.00	25.50	2.50	2.50	0.00	1.50	1.75	1.00	2.00	0.25
	%	100.00	80.62	79.07	7.75	7.75	0.00	4.65	5.43	3.10	6.20	0.78
promedio por unidad		5.38						0.30				
	AÑO		1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Agroecosistem a Modificado	UNIDAD											
	GR	1.00	0.50	0.50			0.25	0.25			0.25	0.25
	VR	1.00		0.75				0.25				
	GC	4.30	3.50	3.50			0.80	0.80				
	TC	4.75	3.50	3.50			1.25	1.25				
	HR	6.50		4.00				1.00		0.50		1.00
	EA	8.25	3.50	3.50	2.00	2.00	2.75	2.75				
	total	25.80	11.00	15.75	2.00	2.00	5.05	6.30	0.00	0.50	0.25	1.25
	%	100.00	42.64	61.05	7.75	7.75	19.57	24.42	0.00	1.94	0.97	4.84
promedio por unidad		4.30						1.05				

La tabla 5.1 muestra la superficie total con que cuenta cada una de las unidades evaluadas y el uso que se hace de ellas. Se observa una gran heterogeneidad de tamaños y usos: las superficies, en el AC van de las 3.0 a las 9.75 has.; en contraste con el AM, en que se observa un mayor rango, de 0.75 a 8.25 has. En cuanto al uso del suelo, el AC mantiene una mayor superficie destinada al cultivo de maíz, mientras que en el AM, este cultivo se ve disminuido para dar acceso a las praderas.

Para el ciclo agrícola de 2000, se modificó el uso del suelo en las unidades del AC, al integrarse 0.25 has. de pradera en la mayoría de las unidades (sólo una no aceptó establecer una superficie de pradera en su predio).

El AC soporta una parte importante de la producción de leche con el abasto de rastrojo y grano de maíz, con el uso de agostaderos propios y con la renta de tierras para el pastoreo.

Conviene destacar que en el AC, el maíz sigue siendo la estrategia productiva más importante, al mantenerse como el principal medio de producción; no así en el AM, en que este cultivo representa alrededor de un 60 por ciento del uso del suelo. Para el caso del AC, se nota una disminución en el uso de agostaderos a partir del establecimiento de praderas, al pasar del 5.4 por ciento del uso a 3.9. En el mismo sentido, se encuentran las áreas rentadas para el pastoreo, que pasaron de 6.2 a 0.78 por ciento, para los años 1999 y 2000, por lo que, las praderas empiezan a reducir la presión sobre el recurso tierra.

Al no contar el AM con áreas de agostadero, las praderas representan una opción importante dentro de las estrategias productivas.

V.6.1.- Estructura del hato

El inventario ganadero de las unidades de producción presenta constantes movimientos, debido al estado fisiológico de las vacas (vaquilla a vaca, vaca seca a vaca lactante, etc.) y a factores de liquidez monetaria de la unidad, lo que obliga a la compra y venta de animales, ya sea vacas en producción, becerros para engorda o becerras para

recría. Esta situación modifica los inventarios. Al respecto, la tabla No. 5.2 presenta cifras promedio del comportamiento de los hatos en los dos ciclos monitoreados.

Tabla No. 5.2:- Estructura promedio de los hatos en los dos ciclos de evaluación

Agroecosistema Convencional									
Unidad	VACAS	VAQUILLAS	VACAS SECAS	TERNERA	BECERRAS	BECERROS	TOROS	TORETES	TOTAL
FV	3	1	0	0	0	0	0		4
RR	4	0	0	0	2	0	0		6
LA	3	0	0	0	1	4	0	2	10
GA	1	0	0	0	1	2	2		6
VG	8	1	1	0	1	5	0	1	17
CE	2	2	1	0	1	0	0		6
TOTAL	21	4	2	0	6	11	2	3	49
%DE COMPOSICION DEL HATO	42.9	8.2	4.1	0.0	12.2	22.4	4.1	6.1	100.0
PROMEDIO/PRODUCTOR	3.50	0.67	0.33	0.00	1.00	1.83	0.33	1.50	
Agroecosistema Modificado									
Unidad	VACAS	VAQUILLAS	VACAS SECAS	TERNERA	BECERRAS	BECERROS	TOROS	TORETES	TOTAL
GR	2	2		0	0	0	0	0	4
VR	3	1	1		2	0			7
GC	3	1	1	0	1	2	1	1	10
TC	5	1		2	0	4	1	2	15
HR	8	2	3	0	1	2	0	0	16
EA	11	4		4	3	0	0	0	22
TOTAL	32	11	5	6	7	8	2	3	74
%DE COMPOSICION DEL HATO	43.2	14.9	6.8	8.1	9.5	10.8	2.7	4.1	100.0
PROMEDIO/PRODUCTOR	4.20	1.40	0.00	0.50	0.80	1.60	0.50	0.75	

En el AC se aprecia que los hatos varían de 4 a 17 animales, existe un total de 49, lo que da un promedio de 8 cabezas por unidad de producción y de 4.5 vacas por hato. Mientras en el AM, el rango es de 4 a 22, con un total de 74 animales, con un promedio de 12 por unidad de producción y de 8 vacas por hato. En cuanto al número de vacas en producción se presenta también una alta dispersión. El grupo de productores del AC dispone de una a ocho vacas, mientras que los productores del AM se mantienen entre dos y once vacas. Por otro lado, al hacer una relación entre superficie y número de animales, se aprecia que no necesariamente el contar con más terreno implica tener más vacas, como es el caso de la unidad CE del AC, cuya economía depende más del maíz que de las vacas. En contraste, el AM, a pesar de contar con pequeñas superficies, mantiene una carga animal alta, por lo que las praderas constituyen un elemento importante en la especialización de la actividad lechera.

Haciendo algunas extrapolaciones, se puede decir que existe una mayor retención de animales machos en el AC, por lo que parece evidente que en este esquema productivo se sigue optando por la producción de carne a través de una engorda informal de los machos; mientras que en el AM, predomina la presencia de hembras destinadas a la producción de leche. Asimismo, las unidades del AM mantienen un mayor número de cabezas por unidad de producción que las del AC.

Finalmente, aparecen dos elementos más de importancia: (a) la edad de los productores y (b) la estructura de la familia. Como se observa en la tabla 5.3, el grupo de mayor edad corresponde al AC. Un dato que sesga la información es el de CE, con una edad mucho menor al resto del grupo. La explicación se encuentra en que el padre ya no puede estar al frente de la empresa, por su avanzada edad.

Tabla No. 5.3.- Edad de los productores de los agroecosistemas			
Agroecosistema Convencional		Agroecosistema Alternativo	
PRODUCTOR	AÑOS	PRODUCTOR	AÑOS
Félix Váldez	51	Guillermo Reyes	50
Ricardo Reyes	63	Valentín Reyes	40
Gregorio Alvarez	48	Galo Carmona	51
Luis Arias	66	Teodora Carmona	36
Victorino Garduño	41	Hermenegildo Reyes	55
Claudio Esquivel	24	Ernesto Alvarez	34
PROMEDIO	49		44

La estructura familiar es muy parecida en los dos agroecosistemas. Cabe aclarar que los datos corresponden a los miembros que aún están dentro de la unidad de producción y no al total de miembros de la familia, ya que existen hijos que laboran fuera de ésta. La información permite afirmar que ambos Agroecosistemas presentan un patrón parecido, en cuanto al número de miembros que puede sostener la unidad de producción.

Tabla 5.4: Estructura familiar de las unidades de producción

Agroecosistem a Convencional						
	<i>padre</i>	<i>madre</i>	<i>hijos</i>	<i>hijas</i>	<i>otros</i>	<i>total</i>
FV	1	1	0	2	0	4
RR	1	1	1	1	0	4
GA	1	1	0	0	1	3
LA	1	1	0	0	0	2
VG	1	1	2	2	0	6
CE	1	1	1	1	0	4
promedio						4
Agroecosistem a Modificado						
	<i>padre</i>	<i>madre</i>	<i>hijos</i>	<i>hijas</i>	<i>otros</i>	<i>total</i>
GR	1	1	1	0	0	3
VR	1	1	0	1	0	3
GC	1	1	1	1	0	4
TC	0	1	1	0	0	2
HR	1	1	1	0	0	3
EA	1	1	3	0	1	6
promedio						4

V.7.- Medición de los indicadores

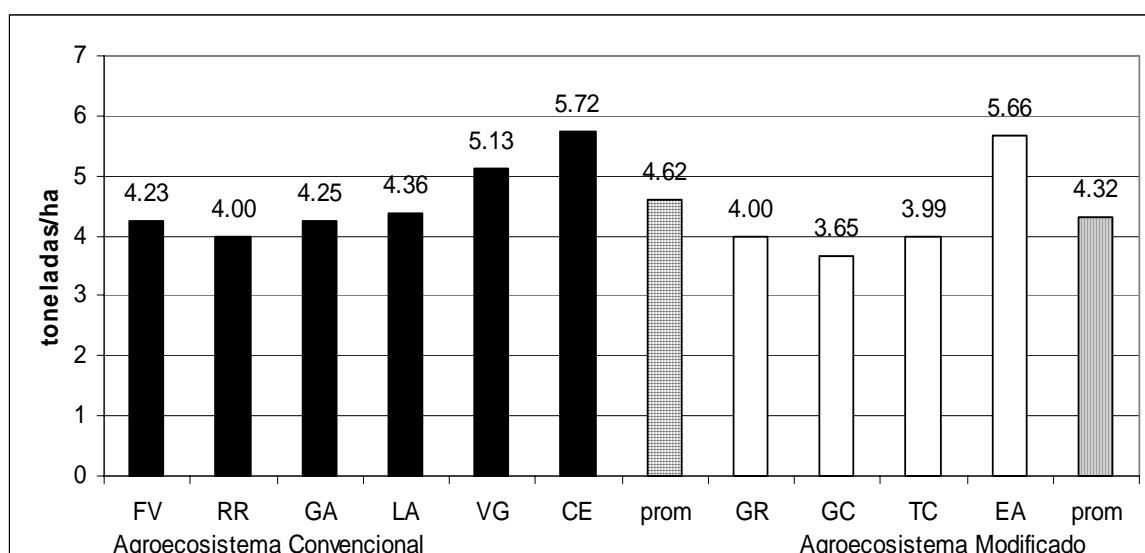
PROPIEDAD: Productividad

CRITERIO: Productividad

1.- Rendimiento de maíz

Las unidades evaluadas muestran un rendimiento promedio de grano de maíz para el ciclo agrícola P/V 1999, de 4.62 toneladas por hectárea para el AC y de 4.32 para el AM.

Figura 5. 1.- Rendimientos de grano de maíz por hectárea



Los rendimientos son superiores a los promedios en el Valle de Toluca, donde se reportan producciones de 3.6 toneladas por hectárea (SAGAR/DDR I 1998). Sin embargo, son ligeramente bajos comparados con los rendimientos potenciales definidos por el INIFAP para la región, que con ciertos requerimientos edafoclimáticos y con la aplicación del paquete tecnológico recomendado son de 6.0 ton/ha (INIFAP 1995). Cabe mencionar que en las parcelas muestreadas se realiza el cultivo del maíz con un alto uso de las prácticas y técnicas propuestas dentro del paquete tecnológico (semillas mejoradas, labores mecanizadas, fertilizantes químicos).

De esta forma, puede suponerse que incrementos mayores implicarían un aumento de insumos con sus correspondientes consecuencias económicas y ambientales. Por lo tanto, se puede afirmar que la productividad del maíz es adecuada en ambos agroecosistemas.

PROPIEDAD: Productividad
CRITERIO: Productividad
2.- Rendimiento de leche

La tabla No. 5.5 muestra que el AM presenta un mejor rendimiento de leche/vaca: en promedio un 65 por ciento mayor al del AC, para el año de 1999. Esto puede deberse a varios factores, entre los que destacan la intensificación de la producción de leche con relación al maíz, una mejor alimentación del ganado aun en época de estiaje, un mayor cuidado en el manejo reproductivo, una mayor calidad genética de las vacas y un número más constante de vacas en producción por unidad.

Tabla No. 5.5. - Producción de leche litros/vaca/lactancia					
Agroecosistema Convencional			Agroecosistema Alternativo		
UNIDAD	1999	2000	UNIDAD	1999	2000
	<i>vaca/lactancia</i>	<i>vaca/lactancia</i>		<i>vaca/lactancia</i>	<i>vaca/lactancia</i>
FV	3,710	3,127	GR	4,305	4,510
RR	2,931	3,769	VR		4,649
GA	1,143		GC	3,184	3,500
LA	1,172	1,470	TC	2,668	4,082
VG	2,202	2,436	HR		4,593
CE	3,776	3,867	EA	6,359	5,285
Promedio	2,489	2,934	Promedio	4,129	4,437

Para el año 2000 en el AC existe, en términos generales, un aumento en la producción por vaca/lactancia en 4 de 6 unidades, situación atribuible a un mayor interés por la producción de leche que por el cultivo del maíz, así como a un proceso de introducción de las praderas de pastoreo para mejorar la alimentación de los animales. Si bien no se realizaron estudios a profundidad sobre el efecto de esta innovación tecnológica, los productores manifestaron haber observado un aumento de la producción de leche, que variaba entre uno y dos litros por vaca/día, y una reducción de alimento concentrado de hasta el 50 por ciento, durante la época de pastoreo o corte de la pradera.

Conviene mencionar que los datos del AM son superiores a los encontrados por Arriaga *et al.*, (1998), quienes identificaron producciones de 3,600 a 3,900 litros por lactancia. La razón puede deberse a que la información de este trabajo, corresponde a los datos declarados por el productor.

PROPIEDAD: Productividad
CRITERIO: Rentabilidad
3.- Rentabilidad del Maíz

Con este indicador se trató de estimar el costo del cultivo de maíz, para posteriormente incluirlo en la producción de leche. Para efectos prácticos, sólo se presenta un promedio de los costos en los dos agroecosistemas, asignando un costo de oportunidad a la mano de obra familiar, al grano y al rastrojo.

Tabla No. 5.6: Costo de producción de una hectárea de maíz (\$/ha)				
	Agroecosistema Convencional		Agroecosistema Modificado	
Rendimiento de maíz (ton/ha)	4.61		4.59	
Rango	(4.00 a 5.72)		(3.99 a 5.68)	
Precio del grano de maíz	\$ 1,200.00 tonelada		\$ 1,200.00 tonelada	
Precio del rastrojo	\$ 1,000.00 hectárea		\$ 1,000.00 hectárea	
	monto	efectivo	monto	efectivo
costo de producción	\$4,920.00	\$3,019.00	\$5,454.00	\$2,813.00
rango	(\$4124.00 a \$5999.00)	(\$1409.00 a \$3199.00)	(\$5380.00 a \$5524.00)	(\$2707.00 a \$ 2917.00)
venta de grano y rastrojo	\$6,532.00	\$6,532.00	\$6,508.00	\$6,508.00
diferencia	\$1,612.00	\$3,489.00	\$1,054.00	\$3,695.00
relación beneficio:costo	1.33	2.16	1.19	2.31
margen por día/año	\$4.42	\$9.56	\$2.89	\$10.12

Las columnas de monto y efectivo obedecen al cálculo siguiente: en el monto se asigna un valor a todo lo que se considera gasto, mientras que en la columna de efectivo aparece la cantidad que realmente desembolsó el productor.

En la tabla 5.6 se observa un mayor *costo de producción en monto* para el AM, sin embargo, al recurrir al costo en efectivo, se observa un menor gasto. La situación obedece, básicamente, a que las unidades del AM consumen menos diesel, ya que los tractores son de modelos más recientes.

En cuanto a la relación beneficio–costo, se observa que el cociente es mejor en el AC con 1.33, mientras que el AM presentó 1.19. Este análisis también indica que aun en este tipo de agricultura sigue siendo mejor invertir en esta actividad que dejar el dinero en un banco para obtener los intereses bancarios, por lo que sigue siendo mejor opción invertir en la agricultura. En el análisis no se consideró el costo de la renta de la tierra.

La gran mayoría de las unidades estudiadas reciben el apoyo de PROCAMPO. Del total de las unidades sólo una no recibe este apoyo, dos no tienen incorporada toda su superficie y el resto reciben apoyo a toda la superficie de la unidad. Sin embargo, aun aplicando el subsidio de PROCAMPO, —que para el año 1999 fue de \$708.00 por hectárea y para el año 2000 de \$778.00—, la rentabilidad del maíz se ha visto seriamente disminuida por el constante aumento del precio de los fertilizantes y la caída del precio del grano. En los dos años de medición, el precio de los fertilizantes aumentó 7.5 por ciento, mientras que el precio del grano disminuyó 15 por ciento. En este sentido, la información proporcionada por los productores coincide con los datos de SAGARPA (DDR No I 2001).

Propiedad: Productividad

Criterio: Rentabilidad

4.- Márgenes de la producción de leche

Los siguientes datos corresponden al análisis económico de la leche en monto, es decir aplicándole valor a los insumos propios y a la mano de obra familiar. En la tabla 5.7 se observa una enorme variabilidad en los márgenes obtenidos por unidad de producción.

Tabla No. 5.7.- Análisis económico de la producción de leche (monto) (\$/lt)							
1999					2000		
		COSTOS	RETORNO	MARGEN	COSTOS	RETORNO	MARGEN
Agroecosistema Convencional	FV	1.74	2.70	0.96	2.39	2.80	0.41
	RR	2.66	2.70	0.04	2.37	2.90	0.53
	GA	2.51	2.50	-0.01			
	LA	5.76	2.40	-3.36	5.75	2.50	-3.25
	VG	2.09	2.80	0.71	2.62	3.00	0.38
	CE	3.79	2.80	-0.99	2.83	2.80	-0.03
	promedio	3.09	2.65	-0.44	3.19	2.80	-0.39
Agroecosistema Modificado	GR	2.72	2.65	-0.07	2.01	2.70	0.69
	VR	s/d	s/d	s/d	2.56	2.90	0.34
	GC	1.33	2.70	1.37	2.34	2.70	0.36
	TC	2.70	2.70	0.00	2.11	2.80	0.69
	HR	s/d	s/d	s/d	2.04	2.95	0.91
	EA	1.49	3.00	1.51	1.35	3.00	1.65
	promedio	2.06	2.76	0.70	2.07	2.84	0.77

Los márgenes negativos que presentan tres unidades del AC son consecuencia de sus altos costos de producción, mientras que en el AM, sólo una unidad resultó con un margen ligeramente negativo, en 1999. Es conveniente resaltar que el retorno (precio de la leche) fue superior en el AM en los dos años de evaluación, lo que a su vez permite mejores márgenes.

Otros factores que influyen son: (a) el manejo de recursos —como son mano de obra familiar y forraje disponible— y (b) el costo de los insumos.

En cuanto al análisis económico de la producción de leche en efectivo, es decir, considerando, exclusivamente lo que desembolsa el campesino en dinero y que corresponde más a la lógica con la cual el productor analiza el comportamiento financiero de su unidad. Al respecto, en la tabla 5.8 se observa que existen mayores márgenes de ganancia en la mayoría de las unidades. Llama la atención el caso de dos unidades en el AC, la unidad GA, que para el segundo año no produjo leche porque vendió el ganado para solventar problemas familiares. Por otra parte, la unidad LA es la única que presenta márgenes negativos, debido al bajo nivel de producción y del precio de la leche.

Tabla No. 5.8.- Análisis económico de la producción de leche (efectivo) (\$/lt)							
		1999			2000		
		COSTOS	PRECIO	MARGEN	COSTOS	PRECIO	MARGEN
Agroecosistema Convencional	FV	0.55	2.70	2.15	1.02	2.80	1.78
	RR	0.73	2.70	1.97	1.24	2.90	1.66
	GA	0.98	2.50	1.52			
	LA	1.09	2.40	1.31	2.81	2.50	-0.31
	VG	0.64	2.80	2.16	1.13	3.00	1.87
	CE	2.25	2.80	0.55	1.61	2.80	1.19
	promedio	1.04	2.65	1.61	1.56	2.80	1.24
Agroecosistema Modificado	GR	1.30	2.65	1.35	0.99	2.70	1.71
	VR				1.04	2.90	1.86
	GC	1.30	2.70	1.40	1.10	2.70	1.60
	TC	1.60	2.70	1.10	1.36	2.80	1.44
	HR				1.02	2.95	1.93
	EA	1.00	3.00	2.00	1.03	3.00	1.97
	promedio	1.30	2.76	1.46	1.09	2.84	1.75

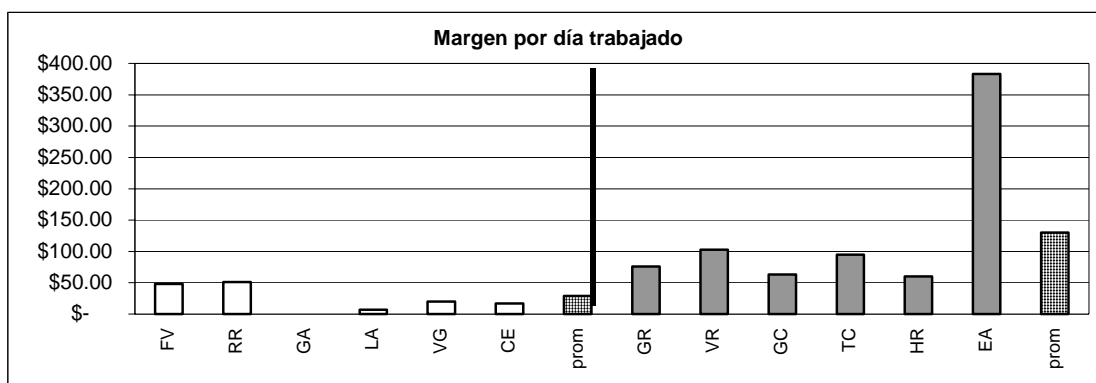
La percepción que tienen los productores sobre la rentabilidad de sus unidades, es que de lo que reciben de pago por concepto de la leche, la mitad corresponde a los gastos que genera la compra de alimento balanceado, en tanto que el resto, lo consideran

ganancia, además de las crías que pueden ser vendidas o destinadas a la cría. Evidentemente, este análisis de los productores no incluye su mano de obra, ni su forraje, tampoco gastos de insumos menores, como jabón, mantas, agua, monta y botes.

En un estudio realizado en el AC, para determinar el costo de producción de la leche, aplicando la metodología de costos fijos y costos variables, las unidades resultan con utilidades de 5 por ciento Renobato (2001). Conviene aclarar que en la lógica económica de los campesinos, no aplican el costo de la mano de obra ni de los insumos agrícolas y menos la depreciación de las instalaciones y el costo de reemplazos.

Otros análisis más que ayudan a comprender el comportamiento económico de las unidades respecto al uso de sus recursos y su rentabilidad, es el margen por día trabajado. El dato fue obtenido sólo para el año 2000.

Figura 5.5: margen por día trabajado en el 2000 (\$/día)



Los datos muestran un mejor retorno de la mano de obra familiar dedicada a la producción de leche en el AM. Con respecto al AC, destaca el caso de la unidad GA, que se eliminó, ya que no produjo leche, y el de la unidad LA, que presenta valores muy bajos respecto al grupo. En cuanto al AM, la unidad EA ha sido catalogada como sobresaliente, comparativamente con el resto de las unidades, por el manejo de su ganado, la cantidad de superficie, el número de cabezas y la eficiencia económica que presenta Espinoza *et al.*, (1997). Eliminando estas distorsiones se puede establecer que las unidades del AM perciben ingresos, en términos generales, un 70 por ciento más que las del AC por su día

de trabajo. Así mismo, el ingreso es superior al de un jornal en el campo (\$ 60.00 diarios) durante el periodo de investigación.

PROPIEDAD: Productividad

CRITERIO: Eficiencia

5.- Relación de energía cosechada/energía invertida

La eficiencia energética entre las unidades se muestra en la tabla 5.6. Un análisis general revela que existe una mejor relación de la energía que entra y que sale en el AM, ya que presenta valores entre un 35 y 40 por ciento superiores a los obtenidos en el AC. Sin embargo, al hacer un análisis más detallado se aprecia que en el AC, y específicamente, en el año de 1999, la unidad CE presentó valores significativamente más altos que todos los encontrados. La explicación se encuentra en que durante 1999 esta unidad elaboró su propio alimento y vendió una gran cantidad de animales, lo cual no es una constante en las unidades de producción.

Tabla 5. 9: Eficiencia energética (Mcal/ha) expresado en miles

AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL														
	FV		RR		GA		LA		VG		CE		promedio anual	
AÑO	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Ingreso														
energía directa	2,266	2,060	2,648	3,443	137	0	850	154	2,019	1,977	1,073	1,188		
energía indirecta	283,422	324,809	348,326	408,167	343,871	347,409	644,461	633,888	179,704	175,539	277,633	312,545		
total	285,688	326,869	350,975	411,610	344,009	347,409	645,310	634,042	181,723	177,516	278,706	313,733		
egreso	11,001	2,472	5,857	5,633	2,174	2,150	2,213	429	1,285	1,140	604	1,200		
relación (%)	3.85	0.76	1.67	1.37	0.63	0.62	0.34	0.07	0.71	0.64	0.22	0.38	1.23	0.64
AGROECOSISTEMA MODIFICADO														
	GR		VR		GC		TC		HR		EA		promedio anual	
AÑO	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Ingreso														
energía directa	7,726	9,806		20,652	6,461	5,114	3,628	2,972		4,297	4,827	4,827		
energía indirecta	597,102	361,544	0	731,159	472,483	486,827	408,385	460,631	0	403,102	529,598	491,960		
total	604,828	371,350	0	751,812	478,945	491,941	412,013	463,602	0	407,399	534,424	496,787		
egreso	12,156	8,909	0	32,308	4,225	3,791	6,328	2,944	0	4,708	7,064	6,651		
relación (%)	2.01	2.40	0.00	4.30	0.88	0.77	1.54	0.64	0.00	1.16	1.32	1.34	1.43	1.76

Los datos obtenidos por unidad para el egreso de energía en los dos años de evaluación, muestran que la mayor parte es a través de la salida de grano para el AC, mientras que para el AM, es por medio de la leche.

Esta relación inversa corresponde a una especialización de la producción de leche de las unidades del AM y a que el grano de maíz se está aprovechando más en la alimentación animal que en la venta del mismo, no así en las unidades del AC, en que una cantidad importante del maíz se incorpora al mercado. Para el año 2000, esta tendencia cambió ligeramente como parte de un proceso de adaptación de las unidades del AC a la producción de leche.

Un análisis más detallado de los datos permite reconocer que en promedio, se observan mejores valores en el AM. Destacan las unidades FV y VR, en ambos agroecosistemas, ya que presentan valores superiores a los del resto de las unidades. La explicación para el primer caso, radica en la salida de grano de maíz, así como de animales; mientras que para el segundo, la eficiencia se da como consecuencia de una alta producción de leche. Otra conclusión a la que se llega es que el AM, produce más pero también consume más energía.

PROPIEDAD: Productividad

CRITERIO: Eficiencia

6.- Relación de nitrógeno cosechado vs. nitrógeno invertido

Como se observa en la tabla 5.10, existe una enorme variabilidad de los datos por unidad de producción respecto a la cantidad de nitrógeno que ingresa y egresa. Las razones del ingreso de nitrógeno pueden obedecer a diversos factores, como son: la superficie destinada al maíz, las mezclas de fertilizante, la superficie para la pradera, el número de animales a los que se les proporciona concentrado y el lapso de tiempo. La salida de nitrógeno, por su parte, está en función de otros factores, entre los que cabe señalar: la producción de leche, maíz, estiércol y animales. Estas últimas condiciones son determinadas por una serie de mecanismos que obedecen a situaciones económicas y sociales. Tal es el caso de la unidad VG del AC, que presenta una relación alta, debido a que vendió una buena parte del estiércol. No así el caso de la unidad VR del AM, cuyos valores son consecuencia de una relación más eficiente: bajo consumo de nitrógeno y altos niveles de producción.

Se observó en los dos ciclos de evaluación que los mayores valores de consumo de nitrógeno se encuentran en los fertilizantes dedicados al cultivo de maíz, donde se

concentra entre el 86 y 96 por ciento del total de nitrógeno para el AC; mientras que para el AM, el consumo de fertilizante nitrogenado para el maíz se registra valores entre 54 y 77 por ciento. Sin embargo, a pesar de estas diferencias entre agroecosistemas, los valores se modifican en cuanto al ingreso de nitrógeno por concepto de alimento balanceado: el AM alcanza valores entre 16 y 19 por ciento; y el AC, entre 5 y 6 por ciento. Por lo tanto, el AM presenta un mayor ingreso de nitrógeno por concepto del alimento balanceado (para mayores detalles consultar el anexo B).

Tabla 5.10: Eficiencia en el uso del nitrógeno (Kg/ha)

AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL													
	FV		RR		GA		LA		VG		CE		
AÑO	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	PROMEDIO
Ingreso	210.08	228.48	190.19	220.42	187.15	186.00	157.59	141.79	199.99	219.37	160.70	211.81	1999
egreso	63.6	24.52	30.2	26.89	8.1	0.59	10.5	3.68	56.0	66.08	4.7	7.19	2000
relación(%)	30.28	10.73	15.90	12.20	4.33	0.32	6.64	2.60	28.01	30.12	2.93	3.40	1468
													989
AGROECOSISTEMA ALTERNATIVO													
	GR		VR		GC		TC		HR		EA		
AÑO	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	PROMEDIO
Ingreso	407.20	428.04	0.00	518.12	254.52	249.42	257.40	232.93	0.00	219.26	252.69	239.36	1999
egreso	84.0	94.60	0.0	151.57	30.9	27.60	28.3	15.23	0.0	28.42	49.6	38.58	2000
relación(%)	20.62	22.10		29.25	12.12	11.06	10.98	6.54		12.96	19.64	16.12	1584
													1634

En cuanto a los diferentes insumos que componen al total del nitrógeno que ingresa al sistema, los siguientes gráficos muestran que el mayor ingreso es por concepto de fertilizante, sobre todo el que corresponde al cultivo de maíz. Para el AM se observa que el nitrógeno que ingresa para la pradera y del alimento concentrado representa cantidades importantes.

Grafico 5.2: Ingreso de nitrógeno por insumo

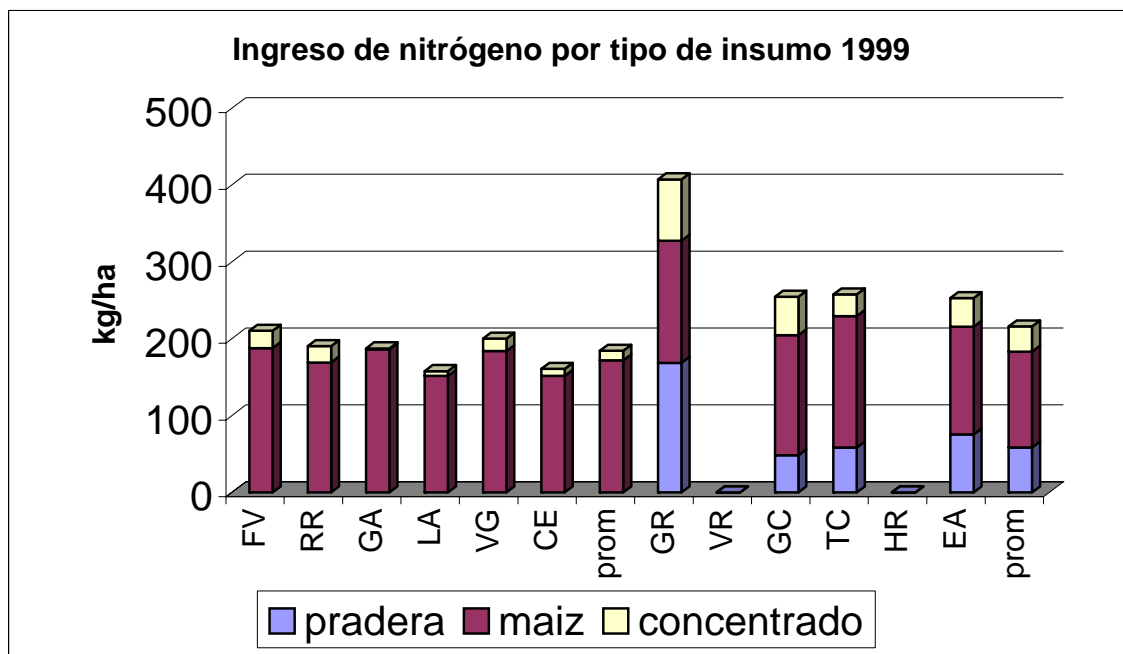
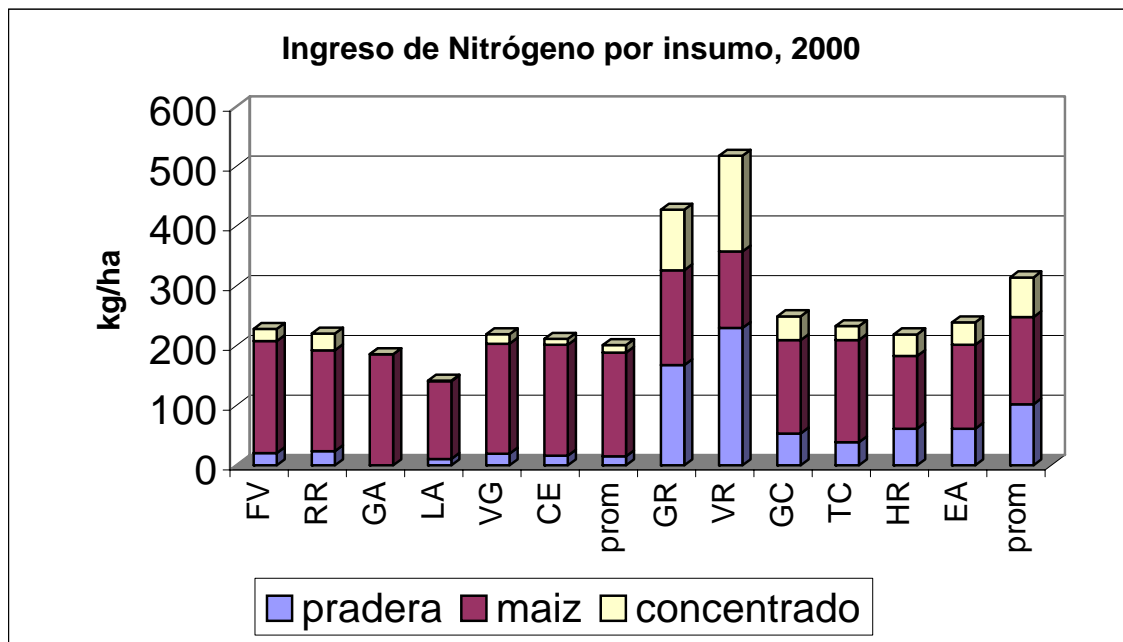
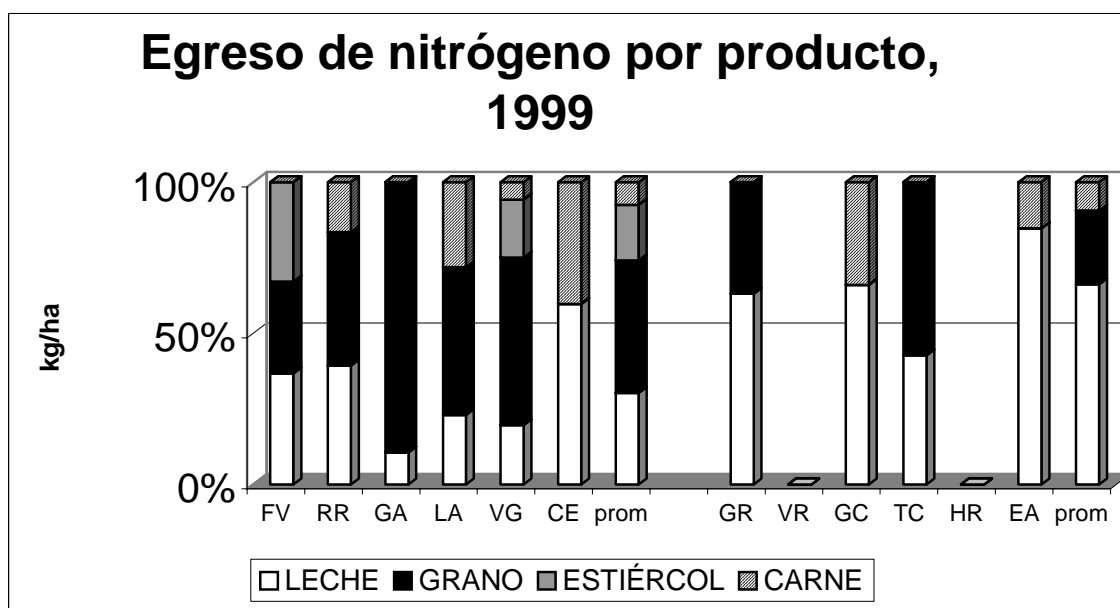
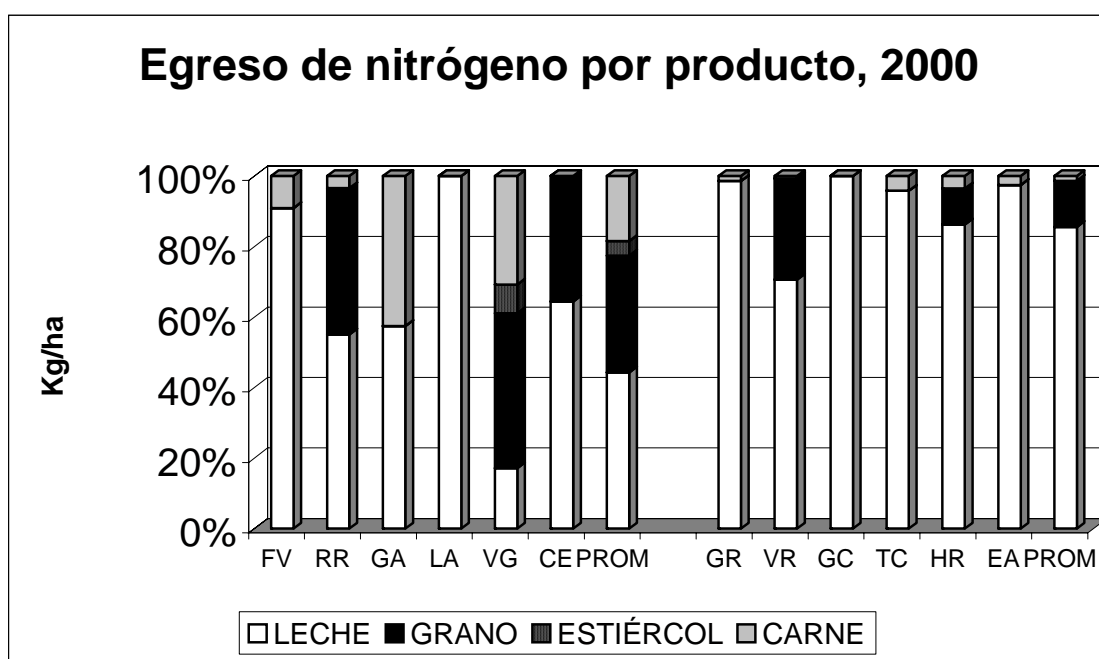


Grafico 5.3: Egreso de nitrógeno por producto (kg/ha)





En cuanto a la salida de nitrógeno, se observa que en el AC se distribuye en varios conceptos, mientras que en el AM, la mayor parte de su salida ocurre a través de la leche.



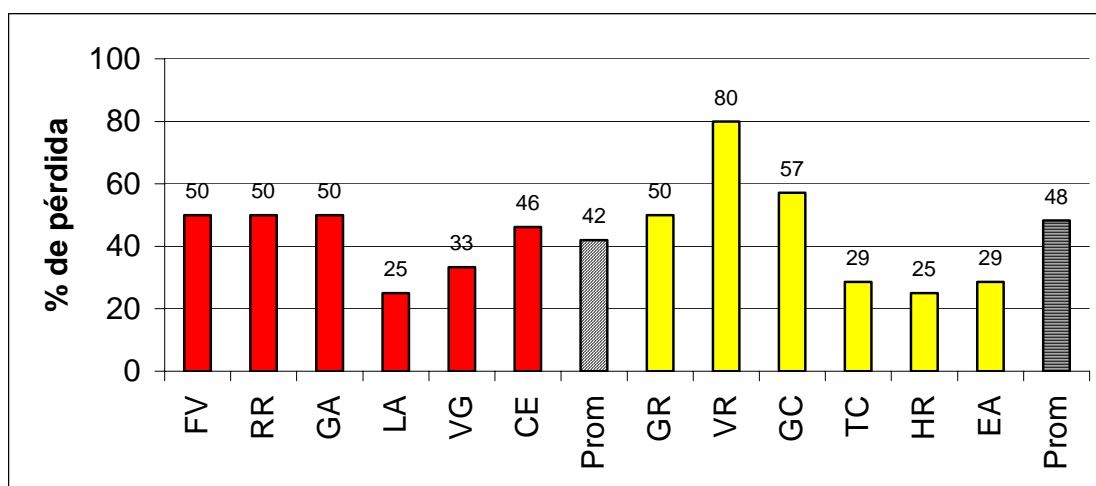
PROPIEDAD: Resiliencia

CRITERIO: Fragilidad del sistema

7.- Fluctuaciones climáticas y su impacto en la producción

Para el ciclo agrícola primavera/verano del 2000, el rendimiento de grano se afectó en un 42 por ciento para el AC y en un 48 por ciento en el AM, debido a dos factores de índole climático: una fuerte helada y un adelanto de las lluvias (en el anexo B se expone una relación cronológica del comportamiento climático). Se estimaron los efectos económicos, de estas condiciones, así como la capacidad de recuperación de los agroecosistemas frente a ellas. De acuerdo con los campesinos las inclemencias referidas ocurren por lo general cada cuatro años.

Gráfico 5.4: Efectos de las heladas y del exceso de lluvias en la producción de maíz en las unidades de producción



Los efectos fueron mayores en el AM, como consecuencia de que se sembró antes, debido a que se cuenta con agua para preparar los terrenos, por lo que la planta se encontraba en una fase más sensible. El efecto mayor fue en la economía de los productores, ya que aunque cubrieron las necesidades de la familia y de los animales con grano del ciclo pasado, las perturbaciones desestabilizaron seriamente a todas las unidades de producción; si bien, no todas las parcelas de las unidades de producción resultaron dañadas. El análisis se centró en los predios monitoreados para rendimiento.

Aunque hubo un impacto en el subsistema de maíz, se observó que tiene buena capacidad de recuperación. Prueba de ello es que se sigue sembrando y se han obtenido buenas cosechas en los años siguientes.

Por lo que toca a las praderas ya establecidas, no se reportaron efectos por estas inclemencias. Cabe mencionar que las praderas en el AC se sembraron en el año 2000, pero tampoco se alteró su desarrollo a pesar de que algunas permanecieron inundadas por espacio de un mes. Esto comprobó a los campesinos la capacidad de adaptación de las praderas a condiciones extremas.

Los elementos referidos no permiten hacer un juicio definitivo sobre quiénes resultaron más afectados por las fluctuaciones climáticas, pero sí reconocer la resistencia de las praderas a las heladas e inundaciones. Bajo este criterio, se podría sostener que si bien ambos agroecosistemas sufrieron pérdidas en el maíz, las unidades del AC presentaron una mayor resiliencia, ya que mostraron una mejor respuesta ante las adversidades climáticas mencionadas.

Tabla 5.11: Efectos de perturbaciones climáticas en los agroecosistemas

	<i>Agroecosistema Convencional</i>	<i>Agroecosistema Modificado</i>
Efectos de las fluctuaciones climáticas	Medio	Bajo

PROPIEDAD: Adaptabilidad

CRITERIO: Calidad del suelo

8.- Cambios físicos y químicos de las propiedades del suelo

El análisis de los datos obtenidos para el caso del potencial de Hidrógeno (pH), sugiere que a pesar del uso constante de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del maíz, no se muestra un proceso de acidificación significativo en el suelo, si se le compara con su respectiva besana.

Hasta ahora el pH no es un factor limitante en los dos agroecosistemas, pero será necesario estar al pendiente de estos cambios químicos en el suelo. Es posible que el mantenimiento del pH en el suelo se deba a la adición de fertilizante orgánico.

Se requieren estudios que traten con la debida profundidad los diferentes aspectos edafológicos, a fin de iniciar medidas preventivas sobre la degradación de este recurso.

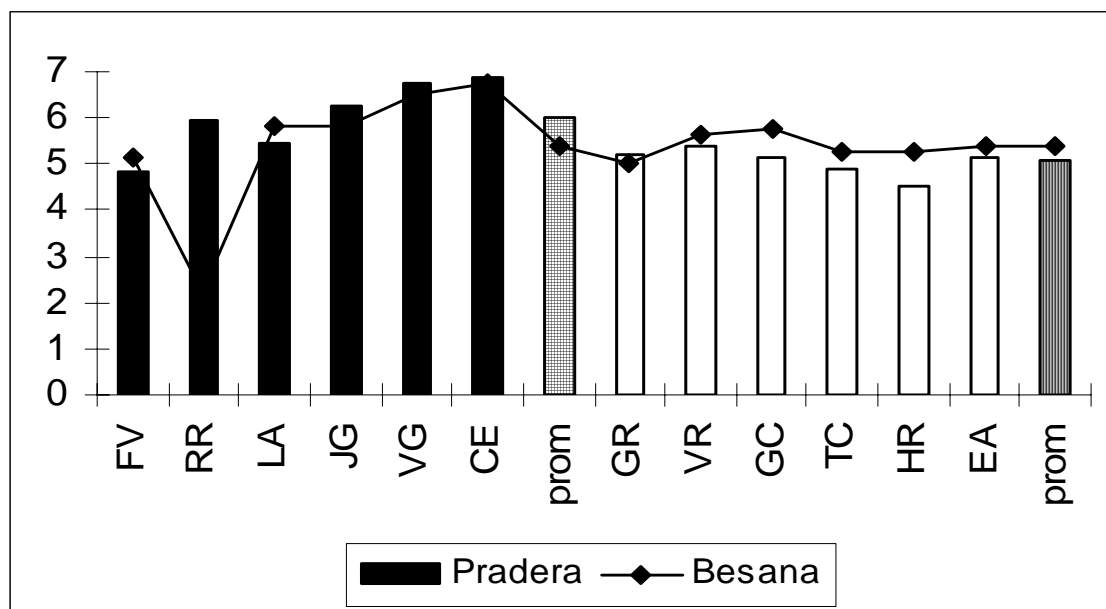
Gráfico 5.5: Comparativo del pH en maíz y besana.



En cuanto a la comparación de las características físicas entre la pradera y su respectiva besana, se aprecia un mejor grado en el pH en el del AC que en el AM, aun cuando las praderas en el AM presentan una antigüedad de por lo menos 4 años de establecidas. Una posible explicación es que los terrenos del AC, donde se establecieron las praderas, se ubican en la parte baja del ejido, lo que permite que reciban materia orgánica y nutrientes de las partes altas, además de que se consideran áreas de agostadero.

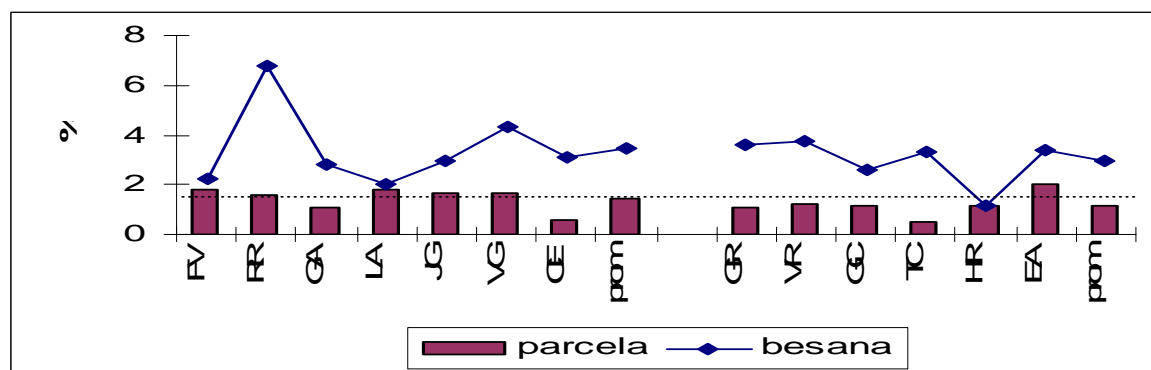
Al igual que en el maíz, los datos no son concluyentes e invitan a continuar las investigaciones.

Gráfico 5.6: Comparativo del pH en pradera y besana.



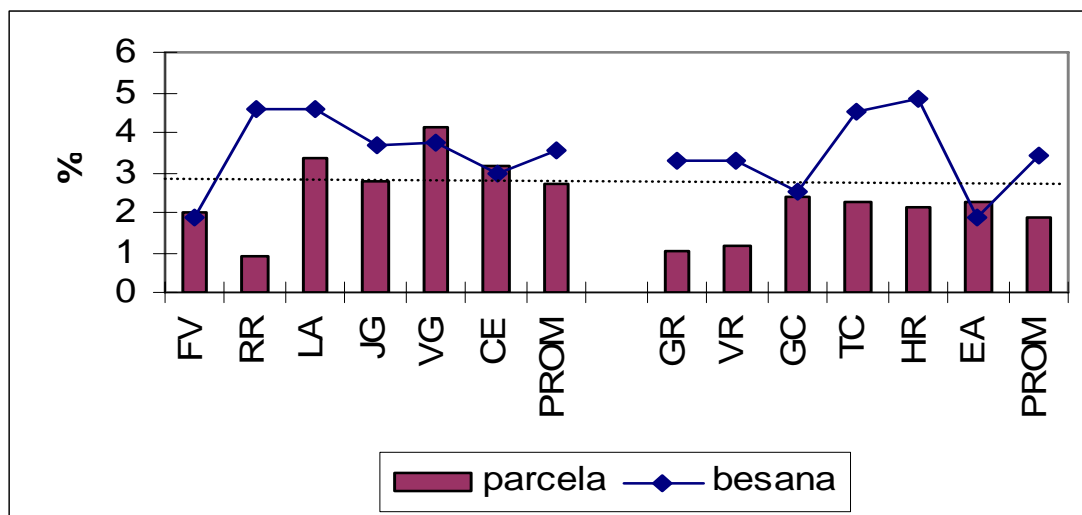
Con relación a la cantidad de materia orgánica en el suelo del cultivo de maíz y su besana, los resultados muestran que es deficiente en ambos agroecosistemas, si se le compara con su respectiva besana. Considerando un valor ideal de 3.5, presentan promedios generales de por lo menos un 50 por ciento por debajo de este valor (ICAMEX, 1997), mientras que las besanas alcanzan valores más cercanos al ideal. La pérdida de materia orgánica es un fenómeno común en gran parte del Valle, como consecuencia de la acidificación y mineralización del suelo, por el mal uso de fertilizantes químicos (Velásquez, 1999).

Grafico 5.7: comparativo de materia orgánica en el maíz



Los resultados sobre materia orgánica en los predios destinados a las praderas, apuntan a ser mejores en el AC, que en el AM. La posible explicación de ello, es que la pradera se estableció en zonas bajas y en terrenos que tenían tiempo sin cultivarse.

Grafico 5.8: Comparativo de materia orgánica en pradera



En el mismo sentido, sería conveniente continuar estudiando los efectos que a lo largo del tiempo provoca el establecimiento de praderas como mejoradoras del suelo. En especial el proceso de fijación de nitrógeno por parte de las bacterias del género *Rizobium* y la reducción de fertilizantes nitrogenados, así como la disminución de la pérdida de suelo, por ser la pradera un cultivo perenne.

PROPIEDAD: Resiliencia

CRITERIO: Eficiencia en el uso del agua

9.- Consumo de litros de agua contra litros requeridos por la planta

Los datos obtenidos sobre los aforos y la estimación del agua que ingresa a la parcela, permiten inferir que, en promedio, la lámina bruta de riego es de alrededor de 19 cm; mientras que el requerimiento que se define a través del Uso Consultivo del Agua para el cultivo de praderas con características de suelo y temperaturas similares a la zona de estudio, es de 4.6 cm. Con base en esta información, se puede concluir que las unidades del AM consumen casi cuatro veces más agua. Por su parte, la eficiencia de conducción es, en promedio del 60 por ciento; en otras palabras, del agua que sale de la

toma se pierde un 40 por ciento por fugas, evaporación y filtración. Los datos de eficiencia de conducción coinciden con los estudios realizados por las áreas operativas de la SAGAR.

Cabe mencionar que son muchos los factores que influyen en la cantidad de agua que consume una parcela. Entre ellos se encuentran: si es o no el primer riego de la temporada, la temperatura ambiente, la presencia o no de canaletas revestidas para conducir el agua, la pendiente del terreno, la textura del suelo y la frecuencia de riegos, entre otros.

Respecto al AC, los datos que se obtuvieron no permiten hacer un análisis comparativo de los agroecosistemas, ya que el agua para riego proviene de un río y una presa, lo que dificultó la obtención de datos.

Existen vacíos de información que obligan a dejar abiertas líneas de investigación sobre el recurso agua, como son: la capacidad de recuperación del acuífero del AM, los niveles de recarga, la eficiencia energética de la bomba y los efectos de establecer sistemas de riego tecnificado. Hacen falta, pues, elementos de juicio para determinar las posibilidades de seguir aumentando la superficie de cultivos de riego, y en especial las praderas en ambos agroecosistemas. Es reconocido el hecho de que en la región el consumo de agua para riego es alto, ya que aún se utiliza el riego por inundación.

PROPIEDAD: Confiabilidad

CRITERIO: Disponibilidad de forrajes

10.- Capacidad de carga

Los datos arrojados de los estudios que realizó la Comisión Técnica de Coeficiente de Agostadero (COTECOCA), muestran un proceso de sobreutilización del potencial productivo forrajero en ambos ejidos, aunque se agudiza en el ejido de Benito Juárez (AC), al rebasar en mayor proporción la frontera de capacidad de sustentación. En consecuencia el AC presenta una tendencia a sobrepastorear sus pastizales naturales con la probable pérdida de su biodiversidad, además de favorecer la erosión de suelos.

Tabla No. 5. 12: Datos de la sobrecarga forrajera de los agroecosistemas

concepto	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Capacidad de Carga máxima (unidad animal año)	567.6	276.22
Capacidad de Carga actual (unidad animal año)	712.57	290.79
Diferencia	144.97 (25.54 %)	14.57 (4.18 %)
Área erosionada (hectáreas)	160.27 (19.0 %)	8.39 (4.23 %)
Condición del pastizal inducido	regular bajo	regular

Por lo que toca al ejido de San Cristóbal (AM), se infiere que el menor porcentaje de sobreexplotación de sus recursos forrajeros obedece a que buena parte de la carga animal se encuentra soportada en el uso de las praderas, en la reducción de prácticas de pastoreo en áreas comunales y en la incorporación de técnicas de conservación y mejoramiento de forrajes (silos y tratamientos de rastrojos con urea).

En conclusión, el AM presenta una tendencia más sustentable en este indicador, ya que excede en menor grado la capacidad de sustentación del ecosistema. Mientras que en el AC, el hecho de no dejar descansar los pastizales nativos para una recuperación, está incidiendo en las posibilidades de continuar con el esquema de producción actual.

PROPIEDAD: Autodependencia

CRITERIO: Uso de insumos externos

11.- Consumo de Agroquímicos

Para el cálculo de este indicador se consideró a los productos externos que utiliza el productor en la prevención de plantas indeseables. Los productos comerciales comúnmente empleados son Hierbamina y Gesaprim (2-4d-diamina y atracina). Estos productos representan un 2.6 por ciento del costo del cultivo. Como se observa en la Tabla 5.13, la aplicación de estos productos en ningún caso rebasa las cantidades recomendadas por el paquete tecnológico. Por lo que se consideró que el uso de dichos productos, al no ser excesivo, no provoca un impacto serio al medio ambiente.

Tabla 5. 13.- Consumo de herbicidas en el cultivo de maíz (lt/ha)								
Agroecosistema Convencional					Agroecosistema Alternativo			
Unidad	Consumo	Recomendado	%			Consumo	Recomendado	%
CE	2	3	66.7		GR	2	3	66.7
FV	3	3	100.0		VR	2	3	66.7
GA	2	3	66.7		GC	2	3	66.7
LA	1	3	33.3		TC	3	3	100.0
RR	2	3	66.7		HR	2	3	66.7
VG	2	3	66.7		EA	2	3	66.7
PROMEDIO	2		66.7		PROMEDIO	2		72.2

En lo relativo a los químicos para combatir plagas del suelo, se observó que durante el proceso de evaluación los productores no utilizaron este tipo de sustancias, ya que la presencia de plagas no fue importante. De acuerdo con los productores e información técnica especializada, las plagas más comunes son la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*) y el alfilerillo (*Diabrotica spp.*). La presencia de estos insectos está determinada por factores climáticos, en especial el aumento de temperatura y la sequía. Durante los dos ciclos de evaluación no se presentó ninguno de estos dos fenómenos.

PROPIEDAD: Autodependencia

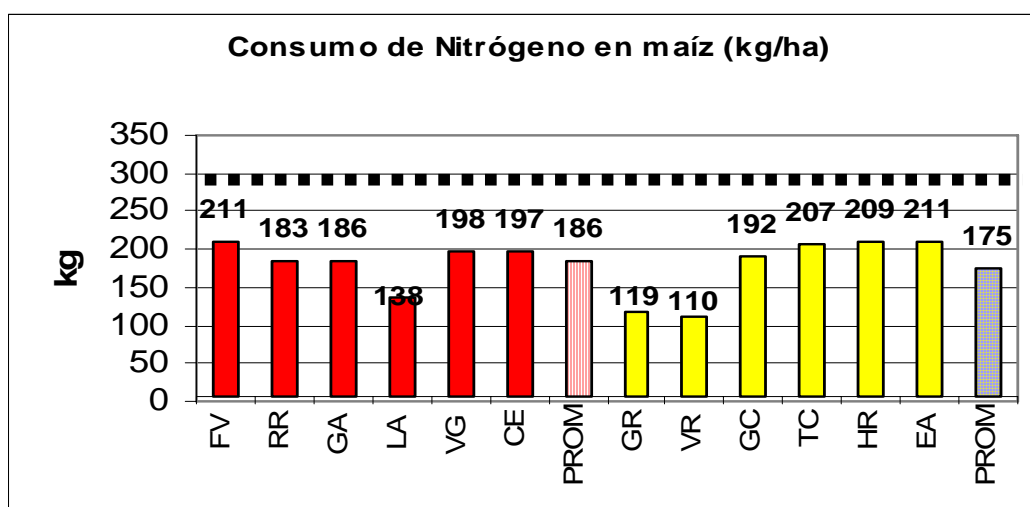
CRITERIO: Uso de insumos externos

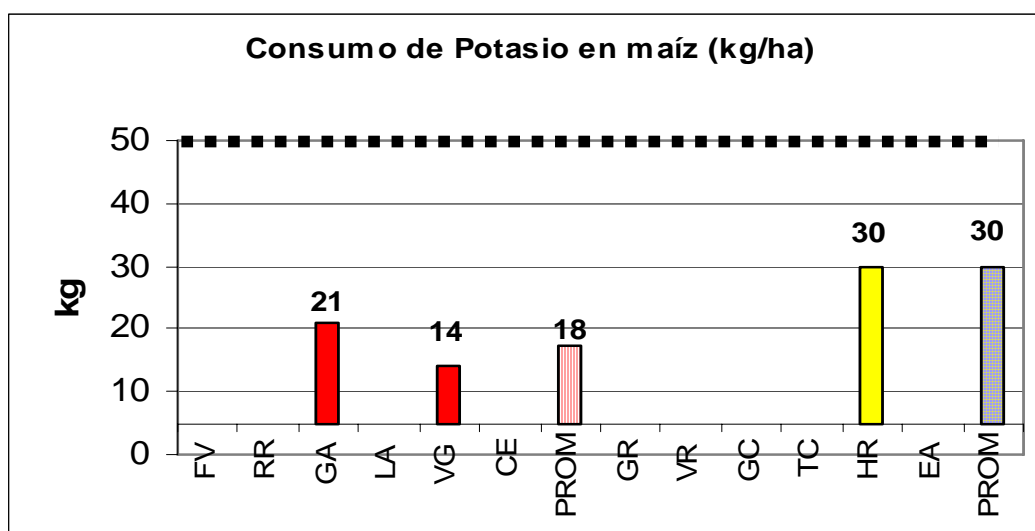
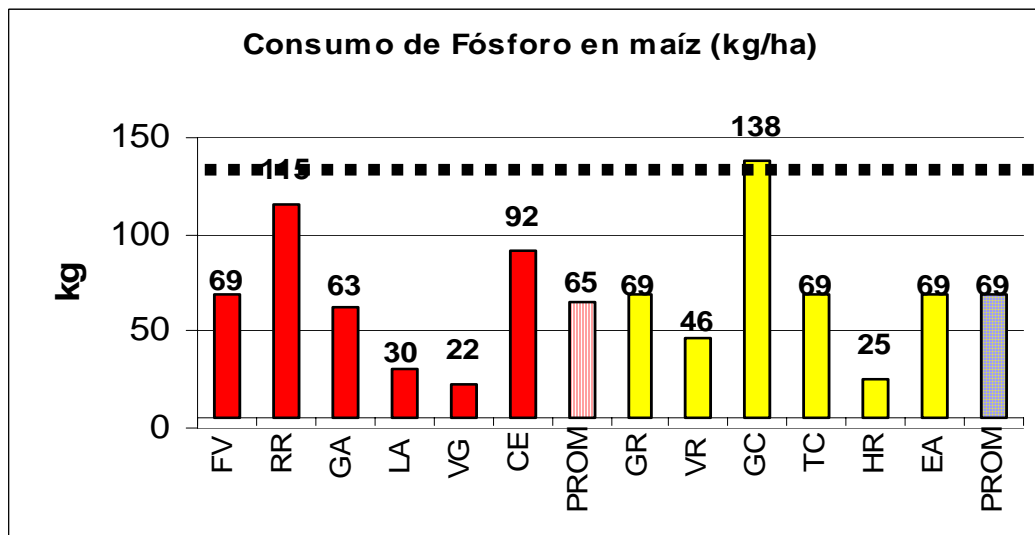
12.- Consumo de fertilizantes químicos.

Como se puede apreciar en el anexo B (consumo de fertilizantes), la aplicación de fertilizantes es parecida en ambos agroecosistemas. Un análisis más detallado revela que los productores utilizan diferentes mezclas de fertilización. Estos consumos, comparados entre sí, permiten reconocer las carencias de nutrientes.

Es importante destacar que el paquete tecnológico propuesto para la región, recomienda la fórmula de 120-60-30, lo que significa: 260 kg de nitrógeno, 110 kg. de fósforo y 50 kg de potasio (ICAMEX 1997).

Gráfico No. 5.9: Consumo de nutrientes en maíz. (.....recomendado)





En las tres figuras anteriores se puede observar que ninguna de las unidades proporciona las cantidades recomendadas de nutrientes, por lo que es necesario trabajar en el diseño de mezclas que respondan a las características de los suelos y los requerimientos de las plantas, a fin de prevenir el impacto al medio ambiente y reducir gastos innecesarios en aporte de nutrientes.

En especial, habrá que desarrollar trabajos sobre los efectos del nitrógeno, ya que no se puede soslayar que los procesos de lixiviación y de nitrificación son un problema serio, derivado de la utilización del nitrógeno en la agricultura.

USO DE FERTILIZANTE EN PRADERAS

Respecto al uso de fertilizantes en las praderas, se observó que la única fuente de nitrógeno es la urea. La cantidad proyectada por hectárea, para fines de comparación, presenta una gran diferencia. La fórmula recomendada por el CICA es de 598-46-60, que equivale a 1,300 kgs. de urea por año. Esta dosis está basada en una producción de forraje de 12 toneladas de materia seca, con una carga de 4 vacas por hectárea y con un pastoreo continuo los doce meses del año Albarrán (2002).

Los productores del AM usan en promedio menos del 50 por ciento del nitrógeno recomendado. Mientras que en el AC, las cantidades de nitrógeno fueron aún menores, en promedio sólo un 30 por ciento del recomendado. Ello obedece a que el uso de fertilizantes constituye una innovación en las estrategias de producción, lo que implica un alto grado de incertidumbre, por lo que la inversión en este tipo de insumo fue mínima.

Un elemento a destacar es el nulo aporte de fósforo y potasio en los dos agroecosistemas, a pesar de que se recomendó su aplicación en los ciclos de evaluación.

El porqué los productores del AM utilizan menos del 50 por ciento del fertilizante recomendado, puede deberse a los siguientes motivos: (a) el productor tiene la percepción de que mientras el desarrollo de la pradera sea constante no necesita fertilizante. Esto es común en el periodo de verano a otoño (época de lluvias); (b) en el periodo de invierno, la pradera sufre un aletargamiento, por lo que su crecimiento se detiene, ante lo cual el productor considera que no es conveniente aplicar fertilizante. De tal forma, que la aplicación de químicos se concentra entre los meses de abril y junio, acompañada de los riegos.

Tabla 5.15: Consumo de nitrógeno en pradera

Consumo de nitrógeno en pradera (kg/ha)					
	Agroecosistema Convencional			Agroecosistema Modificado	
unidad	1999	2000	unidad	1999	2000
FV		184	GR	506	506
RR		310	GC	258	287
LA		138	TC	220	147
VG		276	EA	225	184
CE		276	HR		147
			VR		345
PROMEDIO		237	PROMEDIO	302	269

En estudios previos se observó que con el manejo que propone el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias se obtienen 8.0 toneladas de materia seca en un periodo de 6 meses (mayo a noviembre), usando 525 kg de urea Figueroa (2002); mientras que con el manejo que realiza el productor se obtienen 5.6 ton/MS en el mismo periodo con 300 kg de urea Lo que representa un 30 por ciento menos de forraje, pero con un 42 por ciento menos de urea.

Aquí surge la pregunta, ¿qué tan conveniente es aumentar la productividad de la pradera mediante el uso intensivo de insumos externos, el aumento de costos y el correspondiente impacto ambiental? Desde el punto de vista de la sustentabilidad, lo que se busca es reducir los impactos ambientales y promover el reciclaje, lo que obliga a continuar con trabajos que definan el óptimo de producción con el mínimo uso de urea y la combinación con fertilizantes orgánicos.

PROPIEDAD: Autodependencia

CRITERIO: Uso de insumos externos

13.- Consumo de concentrado

Con relación a este indicador se observa que existe una gran variación en la información de las unidades, con rangos que van de 0.53 gramos hasta 3.01 kg para el año de 1999 en el AC, y de 3.09 a 3.56 kg en el AM; y de 0.22 a 3.7 kg y 2.39 a 4.88, respectivamente para el 2000. Ello permite afirmar que el mayor consumo de concentrado es en el AM. Consecuentemente, este agroecosistema depende en mayor medida del exterior, por lo que los aumentos económicos en este insumo repercutirían más seriamente en las unidades del mismo, —aunque visto en conjunto, esta dependencia se

compensa con los niveles de productividad de las vacas—. Por su parte, el AC opera con una estrategia basada en el grano de maíz para la alimentación de las vacas en producción, de ahí sus bajos consumos de insumos externos, pero con producciones de leche bastantes menores por vaca/lactancia.

Tabla 5.16: Consumo de concentrado

Consumo de concentrado por vaca/día/lactancia (Kgs)					
Agroecosistema Convencional			Agroecosistema Alternativo		
UNIDAD	1999	2000	UNIDAD	1999	2000
FV	1.96	1.98	GR	3.47	3.38
RR	2.00	3.47	VR	x	4.88
GA	0.53	x	GC	3.56	2.63
LA	0.98	0.22	TC	3.09	2.39
VG	1.45	1.75	HR	x	3.00
CE	3.01	3.70	EA	3.25	2.91
PROMEDIO	1.66	2.29	PROMEDIO	3.34	3.20

Otro aspecto a destacar es que el precio del concentrado es parecido en ambos agroecosistemas. El mecanismo de adquisición del alimento concentrado es a través del botero, lo que implica un cargo adicional del alrededor de 5 por ciento más, que si se comprara directamente con el distribuidor.

PROPIEDAD: Autodependencia

CRITERIO: Dependencia del CICA

14.- Grado de dependencia del CICA

Para el cálculo de este indicador se consideraron los diferentes apoyos que han requerido los agroecosistemas para la introducción del paquete tecnológico promovido por el CICA. La tabla 5.17, muestra los subsidios recibidos. En términos generales, el AM recibió un nueve veces más apoyo que los del AC. Mientras que en el año 2000, la proporción bajó a sólo un 65 por ciento. Lo anterior se debió a una mayor presencia del CICA en el AM, y al retiro de algunos apoyos como consecuencia de la finalización de diferentes programas de investigación.

El 80 por ciento del subsidio para el AM, corresponde a asistencia técnica; 15 por ciento, a semilla para pradera; 4 por ciento a plástico para elaboración de tratamientos de rastrojo y el restante, a bultos de urea para los mismos.

Para el AC, los apoyos en el primer año de evaluación fueron a través de un programa de desparasitación del ganado, mientras que en el segundo año, se dieron mediante la provisión de semilla para pradera.

Este indicador deja claro que existe un proceso de apoyos dirigidos por parte del CICA, al AM, lo que implica un mayor grado de dependencia.

Tabla 5.17: Monto de subsidios del CICA a los agroecosistemas (\$/año)

Dependencia del CICA					
Agroecosistema Convencional			Agroecosistema Modificado		
	1999	2000		1999	2000
Unidad	\$	\$	Unidad	\$	\$
FV	100.00	337.50	GR	2337.50	0.00
RR	175.00	337.50	VR	2969.50	1824.00
GA	150.00	0.00	GC	2337.50	0.00
LA	200.00	337.50	TC	2969.50	1824.00
VG	30.00	674.00	HR		1824.00
CE	175.00	674.00	EA	2337.50	1824.00
SUMA	830.00	2360.50	SUMA	12951.50	7296.00
PROMEDIO	138.33	393.42	PROMEDIO	3237.88	1216.00

PROPIEDAD: Adaptabilidad

CRITERIO: Reciclaje

15.- Reducción de fertilizantes

Los datos que se observan en la tabla 5.18 no permiten hacer aseveraciones concluyentes, ya que existe una serie de condicionantes que el productor establece para tomar la decisión de reducir o no la aplicación de fertilizantes químicos en su parcela con el uso de abono orgánico. Entre estas condicionantes se pueden citar: (a) la cantidad de estiércol disponible —lo que evidentemente está en función al número de animales de la unidad—, (b) la forma de aplicación del estiércol en el predio el ciclo anterior —cubriendo toda la parcela o sólo en el surco—, y (c) la apreciación que tiene el campesino acerca del grado de desgaste que presenta su suelo. Las dos variables que observa el campesino son: disminución de la producción respecto al ciclo anterior y presencia de salitre en la parcela.

Tabla 5.18: consumo de estiércol en el maíz

Comparativo de la reducción de fertilizante químico en cultivo de maíz							
	Cantidad (bulto)	Frecuencia (años)	Aplicación		Cantidad (bulto)	Frecuencia (años)	Aplicación
FV	0	2	tendido	GR	0	3	tendido
RR	2 de urea	3	tendido	VR	1 de 18-46-00 y 1 de urea	anual	tendido
LA	0	3	mateado	GC	2 de urea	5	mateado
GA	2 de urea	3	mateado	TC	0	3	mateado
VG	0	3	tendido	HR	2 de urea	3	tendido
CE	0	3	tendido	EA	0	3	tendido

Bajo tales condicionantes resulta imposible dar un dato definitivo sobre la reducción de fertilizantes químicos, con respecto al uso de abono orgánico. Aunque procurando un análisis más objetivo, se puede establecer que en promedio el 44 por ciento de los productores del AC, si reduce la aplicación de fertilizante inorgánico; mientras que en el AM, el 50 por ciento de los productores realizan esta práctica.

Independientemente de este resultado, se pudo observar que en algunas unidades de producción se llevan a cabo otros procesos de reciclaje, como la recolección y quema del estiércol. El uso de estiércol seco para combustible de fogones permite la cocción de diferentes alimentos, a muy bajo costo (el del trabajo realizado). En el mismo sentido se encuentra la quema del olote (raquis) del maíz. Estas estrategias constituyen un importante mecanismo de ahorro en la compra de gas, y son más comunes en el AC que en el AM (4 de 6, en el AC, y 1 de 6, en el AM). De acuerdo con Hernández (2001), estas prácticas permiten a las unidades ahorrar un tanque de 20 Kg. por mes, lo que representa alrededor de \$ 120.00. La apreciación general de los productores es que la “quema” la realizan los más pobres, dado que la combustión de estiércol provoca un cierto sabor y olor en lo que se cocina.

Tomando como referencia que un principio de sustentabilidad es reducir el consumo de insumos externos y promover el reciclaje, las unidades del AC tendrían una mejor calificación en cuanto a su nivel de sustentabilidad, pero visto de otra manera, este reciclaje resulta ser una práctica obligada por las pobres condiciones económicas de la unidad. La información recogida de las entrevistas realizadas en diferentes unidades que “queman”, revela que las amas de casa preferirían comprar gas licuado, si tuvieran

mayores ingresos. Por tanto, se trata de una práctica económica que resulta también, ecológica.

PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Distribución de costos y beneficios

16.- Tipo y cantidad de ingresos del exterior

En los dos ciclos de evaluación las unidades de producción del AM no requirieron de financiamiento externo para mantenerse, mientras que para las unidades del AC si fue necesario.

Tabla 5.19: ingresos extraagropecuarios

Ingresos extraagropecuarios (\$/mes)					
Agroecosistema Convencional			Agroecosistema Modificado		
Unidad	Cantidad (\$)	Fuente	Unidad	Cantidad (\$)	Fuente
FV	2500	hijos	GR	0	
RR (estacional)	3000	comercio	VR	0	
GA	1200	albañilería	GC	0	
LA	2000	hijos	TC	0	
VG	5000	herrería	HR	0	
CE (estacional)	2800	taxi	EA	0	
PROMEDIO	2750.0				

Fuente: Hernández, 2001

Desde el primer ciclo de evaluación se concluyó que dentro de la economía de los productores de ambos agroecosistemas se desarrolla una variedad de estrategias para estabilizar la dinámica productiva de sus unidades. Tales estrategias se realizan con enorme confidencialidad, por lo que resulta difícil dar seguimiento y confiabilidad a la información Hernández (2001). Para el año 2001, los datos sobre ingresos extraagropecuarios se corroboraron y se confirmó que las unidades siguieron recibiendo apoyo económico. Esta situación permite asegurar que los ingresos que genera la actividad agropecuaria al interior de las unidades del AC no son suficientes para cubrir sus requerimientos de efectivo, por lo que la mano de obra disponible debe desplazarse a otro tipo de actividades fuera de la comunidad, para conseguir un incremento en el nivel de ingresos. Si bien este fenómeno no es tan evidente dentro de las unidades del AM, se observó que las unidades VR, GC, y GR realizan trabajos extraagropecuarios en menor escala y de manera temporal. Aun con estas consideraciones, se puede afirmar que las unidades del AM están en posibilidades de autofinanciarse.

PROPIEDAD: Adaptabilidad**CRITERIO: Variación de la demanda****17.- Porcentaje de litros de leche no vendidos**

Como se observa en la tabla 5.20, para el ciclo de evaluación del 2000 los porcentajes de leche no colocada en el mercado son bajos, con la producción total, en ambos agroecosistemas.

Tabla 5.20: Porcentaje de leche sin comercializar en cada agroecosistema, 2000 (lt/año)

Agroecosistema Convencional				Agroecosistema Modificado			
UNIDAD	producida	dejada	%	UNIDAD	producida	dejada	%
FV	9,380	150	1.6	GR	13,534	264	2.0
LA	4,410	85	1.9	GC	26,253	345	1.3
GA	x	x	x	TC	24,494	60	0.2
CE	10,440	0	0.0	EA	71,353	518	0.7
RR	11,308	43	0.4	VR	22,050	265	1.2
VG	17,171	117	0.7	HR	32,151	300	0.9
Promedio	52,709	395	0.7	Promedio	189,835	1,752	0.9

El caso más severo se identifica en la unidad GR del AM, en que la leche no comercializada alcanza hasta el 2 por ciento del total de la producción. Es importante destacar que la leche no vendida entra a otros circuitos; entre ellos, la elaboración de queso ranchero para venta y autoconsumo, y la alimentación de becerros, cerdos y perros. Los registros denotan que los días en que mayor cantidad de leche se queda en la unidad son los domingos y las fechas de vacaciones escolares. Los productores comentan que el año 2000 fue atípico, ya que casi no les quedó leche.

La observación directa y los datos registrados, permiten concluir que la cantidad de leche sin comercializar no llega a provocar desestabilización de los agroecosistemas, —al menos en el año de evaluación—, ya que resulta ser tan pequeña que puede ser consumida por las mismas unidades de producción. Es conveniente señalar que el precio de la leche a lo largo del año, no hubo variación.

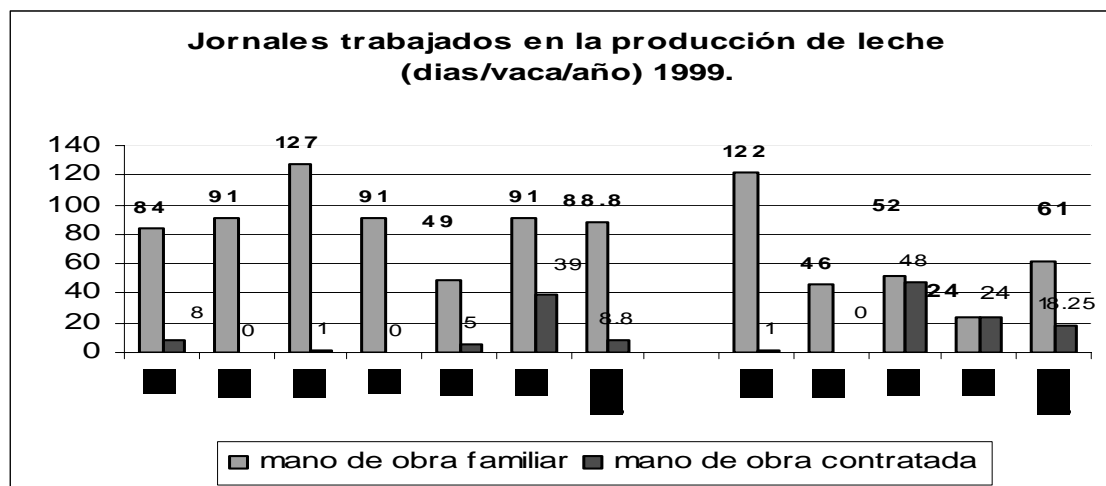
PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Evolución del empleo

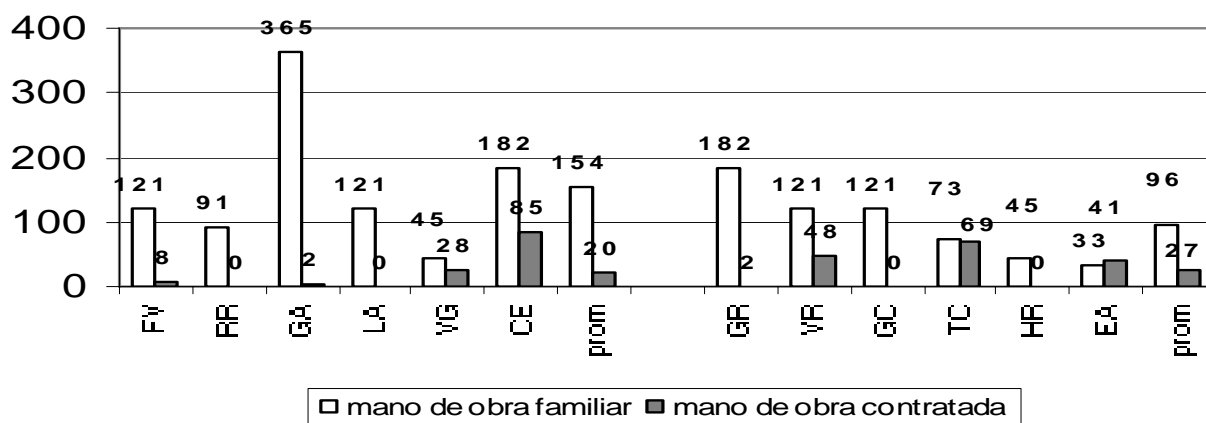
18.- Número de Jornales asalariados

La siguiente gráfica muestra que, en términos generales, se aplica más mano de obra familiar en el AC. Mientras tanto, en el AM, la relación fue diferente, ya que se destinó menos mano de obra familiar y se pagó más mano de obra externa. Para el segundo año, la proporción de mano de obra familiar utilizada y la mano de obra contratada, cambió en los dos agroecosistemas. El análisis también muestra que tres unidades de producción del AM ocupan la mano de obra familiar de manera más eficiente y generan más empleos.

Gráfica.- 5.21.- jornales trabajados



Jornales trabajados en la producción de leche (días/vaca/año) 2000



En el AC destaca la unidad GA que, con una sola vaca, destinó su mano de obra durante el año al cuidado y mantenimiento del animal, mientras que la unidad EA del AM sólo destina 33 jornales al año por vaca, pero contrata más mano de obra. Cabe mencionar que el costo del jornal es mayor en el AM, como consecuencia de un mejor desarrollo económico del ejido. La posibilidad de generar un mayor número de empleos constituye un elemento importante para la sustentabilidad social. Los datos recabados muestran que en el AC, se contrataron en promedio 37 y 35 jornales en los años 1999 y 2000 para actividades relacionadas con la producción de leche, mientras que en el AM, se pagaron 172 y 176 jornales para el mismo periodo.

PROPIEDAD: Autodependencia

CRITERIO: Continuidad del sistema

19.- Percepción de los productores

Los resultados de las entrevistas muestran una gran diferencia sobre las posibilidades de continuar con la actividad de los agroecosistemas, que van desde los 5 años, el fin del PROCAMPO o hasta un periodo de 30 años, como máximo. Las unidades donde se perciben menores posibilidades de viabilidad son las que se desenvuelven con bajos niveles de productividad y rentabilidad (GA y LA del AM).

En ambos agroecosistemas los productores manifiestan el temor de que se presente una sobreproducción de leche al dedicarse un mayor número de personas a esta actividad. Existe una vaga idea de lo que es el Tratado de Libre Comercio y sus implicaciones, particularmente la posibilidad del desplazamiento del nicho de mercado de la leche bronca como consecuencia de presencia de productos lácteos que no requieran ser hervidos y la facilidad de encontrarlos en establecimientos cercanos al hogar; en el mismo sentido, se encuentra la aplicación de los reglamentos sanitarios en torno a la leche. Ambas condiciones no son limitantes para los productores, ya que asumen que su producto es “bueno” por que no le adicionan agua. Dicho de otra manera, los productores aún no contextualizan las condiciones de competitividad a las que tendrán que enfrentarse.

Ante la pregunta, ¿a qué se dedicaría si se llegara a terminar la actividad de la lechería?, la respuesta más frecuente fue: a la engorda de bovinos, ya que se cuenta con

la experiencia y las instalaciones. En cuanto qué se necesitaría para continuar dentro de la actividad lechera, las respuestas más comunes fueron: a) la obtención de créditos para comprar mejores vacas, b) el desarrollo de tecnología apropiada para estos sistemas y c) estímulo al consumo de leche bronca.

La opción de tecnología para la transformación de la leche en diferentes productos lácteos no es una prioridad para los campesinos, ya que argumentan que la elaboración de quesos no es rentable, además de que consume mucho tiempo y mano de obra, lo que provoca que descuiden sus vacas.

Por otra parte, una constante en las entrevistas recogidas, fue la necesidad de un mejor precio de la leche; los productores coinciden en un aumento de 30 por ciento, ya que de otra manera consideran que están trabajando para el botero

	<i>Agroecosistema Convencional</i>	<i>Agroecosistema Modificado</i>
Percepción del futuro de la actividad	Media	Alta

PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Producción para el consumo

20.- Autosuficiencia de maíz y leche

En ambos agroecosistemas, la producción de maíz permite abastecer el consumo requerido por la familia. De acuerdo con datos de campo se estimó que cada familia consume en promedio de 1 a 1.5 toneladas de grano al año, cantidad que es por demás superada por el rendimiento de la superficie de tierra cultivada por unidad familiar. En ninguna de las unidades se reportó la compra de maíz durante los dos ciclos.

En cuanto a la leche, también se cubrieron las necesidades de la familia, aunque se observó una enorme variabilidad en su consumo. En promedio en el AC se consumen 422 ml/día por persona mientras que en el AM se ingieren 715 ml/día. Ambos muy por encima de las recomendaciones de la FAO. Por lo que los dos agroecosistemas están en posibilidades de cubrir una parte importante de la dieta de los productores y sus familias.

Tabla No. 5.21.- Autosuficiencia alimentaria

	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Autosuficiencia en maíz	100 %	100 %
Autosuficiencia en leche	100 %	100 %

PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Calidad de vida

21.- Condiciones laborales

Dentro de los dos agroecosistemas se presenta un patrón parecido, tanto en el plano cultural, (existen lazos de parentesco entre diversas familias de los dos ejidos) como en lo laboral y en el migratorio (salida al D.F. y Valle de Toluca). Dentro de las actividades más comunes destaca el oficio de albañil. Bajo estas consideraciones, los productores están en posibilidades de comparar el trabajo de la lechería contra el trabajo asalariado externo.

La opinión general de los productores es que el tener vacas proporciona una serie de beneficios personales y familiares, ya que les permite estar más cerca y al pendiente de su familia, así como organizar mejor su tiempo para realizar algunas otras actividades dentro y fuera del ejido. Otro aspecto que consideran de importancia los productores, es que no están bajo las órdenes de otra persona; así mismo, se evitan la incomodidad de vivir fuera de su casa toda la semana (comer mal y dormir donde se puede) y regresar sólo los fines de semana. Otra condición que resaltan los productores es que el botero les paga los sábados, lo que les permite contar con dinero para cubrir sus gastos. En cambio, el maíz no les deja lo suficiente y el ingreso lo reciben hasta su venta, después de casi un año.

Ambos agroecosistemas requieren la presencia del jefe de familia; sin embargo, el AM tiene la ventaja de que aporta mayores márgenes de ganancia y no supone el “cuidado de los animales”, por el hecho de incorporar los cercos eléctricos como una estrategia productiva, lo que redundará en varios beneficios: no mojarse en épocas de lluvias, no asolearse, no caminar tanto, mayor tiempo para dedicarse a otras actividades, de modo que la mano de obra disponible tiende a eficientizarse más que en el AC.

Estas apreciaciones coinciden con trabajos realizados anteriormente Arriaga *et al.*, (1997) para el AM, mientras que para el AC, se ha confirmado que la producción de leche representa una alternativa al trabajo urbano asalariado, que en la actualidad escasea o demanda mano de obra especializada y joven. Hernández (2001); Pastrana (2001); Inclán (2002) y Ríos (2003).

En las entrevistas realizadas se observa una clara tendencia a que los hijos en edad productiva no estén en la zona, en especial dentro del AC. La apreciación de los productores es que los hijos regresarán a continuar con la actividad agropecuaria. Sin embargo, en los datos recogidos en las entrevistas, muestran que no existe gran interés de los hijos por mantener las actividades agropecuarias de las unidades de producción Ríos (2003).

En general, la dinámica familiar, los materiales de construcción de los hogares, los bienes y servicios, y los implementos para la producción son de mejor calidad en el AM. Condiciones que obligan a pensar en una mejor calidad de vida de los campesinos del AM (*ídem*).

	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Condiciones laborales	Media	Alta

PROPIEDAD: Autodependencia

CRITERIO: Intermediarismo

22.- Margen de ganancia apropiada por el intermediario vs productor

Una de las preocupaciones que los productores más plantearon a lo largo del estudio, fue que la relación comercial entre ellos y los boteros no era equitativa, por lo que se construyó este indicador con la intención de saber si la actividad del intermediario es más rentable que la del productor.

Los datos obtenidos corresponden al caso de un botero que recoge, en promedio, 320 litros de leche diarios.

Tabla No. 5.22 Margen bruto de ganancia de la leche por parte del intermediario (\$/día).

Inversión	Monto
Adquisición de un vehículo	\$50,000.00
Prorrateado a 5 años	\$27.39
Gasto de gasolina	\$100.00
Reparaciones del vehículo	\$33.33
Jabón para lavado de botes	\$3.00
Pérdidas 20 lt de leche	\$60.00
compra de 8 botes prorrateado 760 días	\$4.70
varios	\$15.00
Pago de 320 lt de leche a razón de \$3.00	\$960.00
TOTAL	\$1,203.42
Ingresos	
Venta de 300 lt de leche a razón de \$5.50	\$1,650.00
TOTAL	\$1,650.00
Diferencia	\$446.58
MARGEN POR LITRO	\$1.49
PORCENTAJE DEL MARGEN DE COMERCIALIZACIÓN	31.64

Conviene mencionar que este análisis es para un día entre semana normal, es decir, en periodo escolar, ya que los domingos se colocan entre 40 y 50 por ciento menos, debido a la disminución de las ventas, lo cual representaría una pérdida relativa, ya que la leche es convertida en quesos. De igual manera, el análisis no consideró otras fuentes de recursos extras que obtiene el botero, como son: los \$ 2.00 a \$5.00 por bulto de alimento que le cargan al productor por concepto de traslado o los diferentes precios que paga por litro de leche, el cual varía entre los \$2.70 y los \$3.10.

El análisis sirve para dar cuenta que la actividad de botero es rentable, ya que, a pesar del tiempo que se destina (normalmente de 5 a.m. a las 2:00 p.m.) y de los riesgos que implica el que no se coloque toda la leche (como tener un accidente automovilístico), los ingresos son atractivos si se considera que en la ciudad la mano de obra se paga a razón de \$55.00 diarios.

La relación de los márgenes de ganancia que percibe el productor, respecto a la del botero, son ligeramente inferiores para el primero (\$1.21 por litro en promedio). La diferencia estriba en el volumen de litros que maneja cada uno.

A pesar del margen de ganancia, los boteros estiman que no es negocio y que por lo tanto no es posible aumentar el precio de la leche que se le paga al productor, lo cual, de acuerdo a la información obtenida, no es tan cierto. Por otra parte, las entrevistas revelan que los boteros evaluados tienen en promedio 5 años de dedicarse a esta actividad y que su situación económica es mejor que la de los productores. De igual manera se observó que existe una sólida organización informal entre los boteros, para definir importantes aspectos, entre los que cabe citar: el precio de la leche, los mecanismos de control sobre los productores y el respeto a las rutas, tanto de recolección como de venta.

Finalmente se puede afirmar que ambos agroecosistemas son dependientes de los intermediarios, ya que son la única vía para colocar la leche en el mercado. De igual manera, el proceso de toma de decisiones sobre cuánto producir y en qué épocas, las establece el botero en función de la demanda. La diferencia radica en que en el AM se paga mejor la leche (en promedio 10 centavos más por litro de leche), porque las unidades presentan producciones de leche más constantes a lo largo del año, la ubicación de las unidades es más compacta y, por ende, las rutas son más cortas, además de que existen mejores caminos. Todos estos factores benefician a los boteros.

PROPIEDAD: Adaptabilidad

CRITERIO: Capacidad de cambio

23.- Proporción de adopción de tecnología

Dentro de los dos años de evaluación, se buscó que los productores del AC incorporaran dentro de sus esquemas productivos una serie de prácticas destinadas a aumentar la productividad y la rentabilidad del sistema, a partir de la incorporación de praderas y el tratamiento de rastrojos de maíz con urea. Para ello, se optó por establecer un cuarto de hectárea en cada una de las unidades evaluadas del AC, a partir del segundo año de medición, consiguiéndose que el 85 por ciento de las mismas adoptaran a las praderas como opción forrajera. En cuanto a los tratamientos de los rastrojos con urea, como una estrategia para aumentar la digestibilidad de éstos, se logró introducir esta práctica en 4 de las 6 de las unidades, con una respuesta favorable en el proceso de deslignificación. Para el AM, la atención se centró en la incorporación de maíces forrajeros, en especial la variedad VS 2000, en sustitución de los maíces para grano. Se montaron 4 parcelas demostrativas de una hectárea cada una. Desafortunadamente, la

presencia de fenómenos climáticos no permitieron obtener resultados, pero los productores manifestaron su interés por comprar este tipo de semilla para el próximo ciclo, ya que tenían conocimiento de que podrían obtener hasta un 30 por ciento más de forraje.

En cuanto a la respuesta sobre este indicador, se puede decir que la adopción de tecnología fue alta, ya que se aceptaron las dos propuestas tecnológicas y los productores mostraron satisfacción en los resultados obtenidos, al grado que en el AC, productores ajenos a la evaluación han optado por comprar la semilla para el establecimiento de sus propias praderas, y han aceptado las recomendaciones técnicas para un mejor manejo de éstas.

Considerando los costos del establecimiento y mantenimiento de la pradera registrado por el CICA, se estima que el costo de la implantación de un cuarto de hectárea de pradera es de \$ 1,878.00, que prorrateado a 5 años da un monto de \$ 375.00 anuales, cantidad que de acuerdo a los productores no representa una erogación fuerte y se compensa con la disminución del concentrado y el aumento en la producción de leche; además de que muchas actividades son compatibles con su quehacer cotidiano.

Si bien, los productores del AM tienen mayor tiempo trabajando con esta innovación tecnológica, aún se observa cierta resistencia al pastoreo continuo y a la aplicación mensual de fertilizantes; mientras que en el AC, la práctica del pastoreo en praderas ha empezado a formar parte del nuevo esquema productivo.

Tabla 5.23: Grado de adopción de tecnología

	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Adopción de tecnología	Alta	Alta

PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Organización social

24.- Mecanismos de acceso a los recursos productivos

En ambos ejidos, se supone que existe un patrón formal para la discusión y solución de los diferentes problemas y asuntos del ejido, a través de la asamblea como máxima

autoridad del núcleo ejidal. Para ello se utilizan los procedimientos tradicionales, de convocatoria a la asamblea y votación. El esquema opera para todas las decisiones que se toman en la población.

En cuanto al acceso a los recursos, se manifestó que cualquiera podía tener vacas, siempre y cuando tuviera con qué mantenerlas. A lo que, es preciso analizar un par de restricciones para los productores del AC: (a) todo el ejido está ya parcelado, y tiene propietarios, por lo que utilizar llanos o montes, resulta cada vez más difícil, ya que implica un pago a su poseedor, independientemente de que sus recursos forrajeros presentan un deterioro por la sobreutilización COTECOCA (2000 B), (b) sus aprovechamientos hidráulicos enfrentan serias restricciones, ya que en los años de evaluación la presa que era el principal abastecedor de agua se encontraba con filtraciones, y uno de los dos pozos estaba clausurado por falta de pago de la luz. Ambas situaciones reducen las posibilidades de contar con más ganado lechero o de aumentar la producción existente.

Respecto al AM, las condiciones son diferentes: es un ejido pequeño, parcelizado, donde las únicas áreas disponibles para un pastoreo en pastos nativos son el campo de fut-bol y sus alrededores (es necesario pagar para tener acceso a éstos). El agua para riego representa una dificultad interna, que se expresa en las épocas en que se prepara la tierra para la siembra de maíz, ya que requieren de un riego de presiembra, que corresponde a la época de mayor consumo de agua (marzo-abril) para las praderas, la cual no es suficiente para todos.

Bajo estas condicionantes se puede sostener que en ninguno de los dos agroecosistemas el acceso a los recursos es equitativo, por factores distintos, entre uno y otro. En ambos ejidos se desarrollan mecanismos para ajustarse a estas limitaciones, como es el caso del AC, en que algunos productores acceden a áreas de otros ejidos, ya sea pagando o no. Por lo tanto, no es un problema de acceso a los recursos, sino de disponibilidad de éstos.

Tabla 5.24: Grado de acceso a los recursos productivos

	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Acceso a los recursos productivos	Medio	Alto

PROPIEDAD: Equidad

CRITERIO: Organización social

25.- Mecanismo de toma de decisiones

De la información obtenida a través de las observaciones y entrevistas de campo, se constató que el ejido de San Cristóbal (AM), presenta dos condiciones particulares, la primera, que se conforma por un reducido número de familias con un cierto grado de parentesco entre ellas; y la segunda, que el núcleo de población es compacto, lo que facilita la comunicación y la distribución de servicios, y ello, a su vez el desarrollo de una serie de mecanismos para la toma de decisiones, más ágil y acertadas.

En cuanto al ejido de Benito Juárez, a través de las visitas y de los diferentes talleres se identificó un proceso de deterioro de las relaciones al interior de la comunidad, así como una expulsión más severa de mano de obra, lo que ha traído consigo una serie de dificultades para la toma de decisiones y para la organización interna. Al respecto, es conveniente considerar la hipótesis de que "la migración rural tiende a afectar la cohesión de las comunidades y su estructura de autoridad, lo que se manifiesta a través de un debilitamiento cada vez mayor en el manejo de los recursos naturales colectivos" Toledo (1994). Esta situación, en sí constituye un fenómeno de descomposición del tejido social.

Por lo tanto, es posible afirmar que en el agroecosistema convencional (AC). Esta ocurriendo este fenómeno, ya que se observa una mayor salida de fuerza trabajo hacia otros sectores de la economía y, aunque siguen apoyado a las unidades de producción, cada vez es más evidente la disminución de los mecanismos para controlar y organizar el acceso a los recursos naturales. Prueba de lo anterior es la pérdida de un pozo para riego por la falta de pago de tres recibos de luz y la baja asistencia a las reuniones convocadas por las autoridades ejidales.

La toma de decisiones en el AC es más escasa, debido a que las relaciones internas del ejido han sufrido un severo deterioro, por una serie de experiencias de corrupción entre autoridades y representantes de grupos de la comunidad, con funcionarios gubernamentales y bancarios. De igual manera, se identifica un proceso de migración severo, lo que ha propiciado la escasa participación de los ejidatarios.

Tabla 5.25: Grado de mecanismo de toma de decisiones

	Agroecosistema Convencional	Agroecosistema Modificado
Mecanismo de toma de decisiones	Bajo	Alto

V.7.1.- Análisis integrado de resultados

A partir de la descripción de los resultados obtenidos en el seguimiento de los indicadores, se optó por elaborar un mapa de sustentabilidad, también conocido como “diagrama de amiba”. Mediante esta imagen es posible identificar los indicadores que requieren de mayores modificaciones para mejorar su *estatus*, así como aquellos que es preciso fortalecerlos.

Para poder integrar los resultados obtenidos, se utilizaron los siguientes convencionalismos, el peor valor se representó con 0, mientras que el valor deseado corresponde a 100. En algunos casos, se utilizaron escalas inversas, es decir, que a menor valor del indicador, mayor nivel de sustentabilidad. En este caso se encuentran los indicadores de: *consumo de concentrado, dependencia del CICA, consumo de kg de nitrógeno, consumo de kg de potasio, consumo de kg de fósforo, consumo de nitrógeno en pradera*. Para representar el efecto negativo en la sustentabilidad de éstos indicadores, se restó su valor porcentual a 100 y la diferencia corresponde al valor representado en el mapa de sustentabilidad.

Los valores cualitativos se representaron con la siguiente escala: bajo = 33, medio = 66 alto = 99. Respecto a los valores cuantitativos se trabajó a través de porcentajes. Los resultados por indicador y sus valores óptimos, se muestran en las tablas 5.26, para el año 1999 y en la 5.27, para el año 2000.

La representación se hizo a partir de la selección de los indicadores que mejor mostraran los resultados. Para la selección se siguieron los siguientes criterios: (a) que la información fuera de buena calidad, (b) que sus valores permitieran un cambio en el corto plazo, y (c) que fueran representativos del comportamiento de la sustentabilidad.

Para el segundo ciclo de evaluación se eliminaron algunos indicadores, asumiendo que no sufrirían cambios importantes de un año a otro; tal es el caso de: *costos de producción del maíz, consumo de herbicida para el maíz, ingresos extraagropecuarios*. Con la finalidad de contar con mayores elementos para el seguimiento y la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas se agregaron otros, como son: *autosuficiencia alimentaria, acceso a los recursos productivos, mecanismos de toma de decisiones, proporción de adopción de tecnología, percepción de los productores, propiedades físicas y químicas del suelo (pH, materia orgánica), consumo de nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) y porcentaje de sobrecarga animal*.

Así mismo, no fueron integrados algunos indicadores al mapa de sustentabilidad, por varias razones, entre ellas: a) que los datos no se pudieron ajustar a las escalas de valores, b) que no se obtuvieron datos en alguno de los dos agroecosistemas, c) que no se contó con un valor ideal para referenciar los resultados; ejemplo de éstos son *Fluctuaciones climáticas y su impacto en la producción, consumo de litros de agua contra litros requeridos en el cultivo de pradera, porcentaje de litros de leche no vendida, reducción de fertilizantes químicos, condiciones laborales, margen de ganancia apropiada por el intermediario vs productor y uso de mano familiar*. Este último indicador se eliminó, por que se optó por un criterio de sustentabilidad social, en donde el valor estaba en la generación de empleos más que en la sobreexplotación de la mano de obra.

V.7.2.- Selección de los valores y criterios ideales

Para el caso de los indicadores **rendimientos de maíz, consumo de herbicidas y nutrientes** se recurrió a los valores reportados por (ICAMEX, 1997 e INIFAP, 1995). Que son referentes técnicos y productivos para el potencial edafológico y climático de la zona.

La información correspondiente a **rendimientos de leche y consumo de concentrado** fueron obtenidos de (Arriaga *et al.*,1998), quienes han evaluado la producción de leche y las lactancias de las vacas a través de métodos más específicos así como los requerimientos de concentrado con el uso de praderas, los trabajos han sido realizados en el Agroecosistema Modificado.

Para el caso de **rentabilidad del maíz**, se recurrió a los costos de producción del cultivo generados por el Distrito de Desarrollo Rural No. I Toluca y validos por el INIFAP. Los datos fueron complementados con un estudio de mercado en la zona para determinar los precios de oportunidad del maíz grano y del rastrojo, así como los costos de molienda de ambos productos.

El nivel óptimo para el indicador de **relación de eficiencia de energía**, se tomó de los datos del Agroecosistema Modificado, asumiendo que presentaba mejor conversión, aunque también se consideraron varios criterios (Lewis, 1982, Oltenacu, 1980; Spedding, 1982 y Lampkin, 1998). En el mismo sentido, se recurrió a los valores obtenidos para generación de empleos para contar con un dato referente y comparar al indicador de **jornales pagados**.

El indicador **ingresos extraagropecuarios** tiene su valor óptimo en los datos obtenidos en el Agroecosistema Convencional y es consecuencia del trabajo de (Hernández, 2001). De igual manera el indicador **dependencia del CICA**, tiene su valor óptimo en el AC.

Para el indicador de **autosuficiencia alimentaria**, el valor ideal corresponde a las tablas de nutrición de la FAO.

Para obtener el umbral para la **relación de eficiencia del nitrógeno** se tomaron los datos generados por (González, 1997), quien estudió y comparó los ingresos y las salidas de nitrógeno de dos sistema de producción de leche, en el mismo sentido, se consideró la evaluación que realizó (Pérez, 1999).

El valor óptimo utilizado en el indicador de **porcentaje de sobrecarga animal**, fue obtenido a partir de los estudios realizados a los dos ejidos relativos al manejo y rehabilitación de agostaderos (COTECOCA, 2000: A y B).

En cuanto a los indicadores de **propiedad física y química del suelo y consumo de nutrientes (N, P, K)** los valores estándares se derivan de los parámetros establecidos por (ICAMEX, 1997): INIFAP, 1995). Mientras que para el **consumo de nitrógeno en pradera** el valor se obtuvo de trabajos de investigación sobre praderas de pastoreo (Albarrán, 2000; Figueroa, 2002).

La construcción de los valores óptimos para los indicadores de: **accesos a los recursos productivos, mecanismo de toma de decisiones, percepción de los productores y proporción de adopción de tecnología**, corresponden a una valoración cualitativa que se basan en varios criterios y en la entrevistas realizadas a los productores.

Tabla 5.26.- Comparativo de resultados por agroecosistemas, en el ciclo de evaluación 1999.

Indicador		A Convencional		A Modificado		valores de referencia		Criterios
		Resultados	%	Resultados	%	Valor	%	
1	Rendimiento de maíz (ton)	4.62	92.4	4.3	86.4	5.0	100	INIFAP/SARH 1995
2	Rendimientos de leche(vaca/lactancia) (miles)	2.23	57.2	4.1	100.0	3.9	100	Arriaga, <i>et al</i> , 1997
3	Costo de producción del maíz (\$/ton)	4.9	100.0	5.4	94.9	5.1	100	SAGAR/DDRI, 2000
4	Costo de producción de la leche (\$/l)	3.09	21.0	2.06	81.0	1.70	100	Arriaga, <i>et al</i> , 2000
5	Relación de eficiencia de energía (Mcal/ha)	1.23	86.0	1.43	100.0	1.43	100	Máximo en el AM
6	Relación de eficiencia del Nitrógeno (kg/ha)	14.68	37.9	9.9	25.6	38.7	100	González, 1997
7	Consumo de herbicidas al maíz (%)	6.67	33.3	7.2	28.0	10.0	100	SAGAR/DDRI, 2000
8	Consumo de N en praderas (kg/ha)	X	X	302.40	57.6	525.0	100	Albarrán, 2002
9	Consumo de concentrado (kg/vaca/día) *	1.38	72.4	3.37	32.6	5.0	100	Arriaga, <i>et al</i> , 1997
10	Dependencia del CICA (\$/unidad/año)	138.33	100.0	3237.88	0.0	138.3	100	Máximo en el AC
11	Ingresos extraagropecuarios (\$)	2750	0.0	0.00	100.0	0.0	100	Alto 100-75, bajo 0-25
12	Jornales pagados (días/vaca/año)	8.80	48.2	18.25	100.0	18.3	100	Máximo en el AA

* Relación inversa

Tabla 5. 27.- Comparativo de resultados por agroecosistemas, ciclo evaluación, 2000.

	Indicador	A Convencional		A Modificado		Valores de referencia		Criterios
		Resultados	%	Resultados	%	Valor	%	
1	Rendimientos de leche(vaca/lactancia) (miles)	2450	62.8	4960	100	3900	100	Arriaga, <i>et al.</i> , 1997
2	Costo de producción de la leche (monto) (\$/l)	3.19	13.0	2.07	79.00	1.70	100	Arriaga, <i>et al.</i> , 2000
3	Relación de eficiencia del Nitrógeno (kg/ha)	15.84	40.9	16.34	42.22	38.7	100	González, 1997
4	Relación de eficiencia de energía (Mcal/ha)	0.64	36.4	1.76	100	1.76	100	Máximo del AM
5	pH maíz	5.5	91.7	5.3	88.3	6	100	INIFAP/SARH, 1995
6	pH besana	5.4	90.0	5.1	85.0	6	100	INIFAP/SARH, 1995
7	ph pradera	6	100.0	5	83.3	6	100	INIFAP/SARH, 1995
8	pH besana	5.3	88.3	5.3	88.3	6	100	INIFAP/SARH, 1995
9	Mo maíz	1.44	41.1	1.17	33.4	3.5	100	INIFAP/SARH, 1995
10	Mo besana	3.4	97.1	2.9	82.9	3.5	100	INIFAP/SARH, 1995
11	Mo pradera	2.7	77.1	1.87	53.4	3.5	100	INIFAP/SARH, 1995
12	Mo besana	3.5	100.0	3.3	94.3	3.5	100	INIFAP/SARH, 1995
13	Porcentaje de sobrecarga animal	25.5	74.5	14.5	85.5	0	100	Cotecoca, 1999
14	Consumo de kg de N/ha	186	28.5	175	32.7	260	100	ICAMEX, 1997
15	Consumo de kg de P/ha	65	40.9	69	37.3	110	100	ICAMEX, 1997
16	Consumo de kg de K/ha	18	64.0	30	40.0	50	100	ICAMEX, 1997
17	Consumo de N en pradera kg/ha *	236	55.0	269	48.8	525	100	Albarrán, 2002
18	Consumo de concentrado (kg/vaca/día) *	1.48	70.4	3.26	34.80	5.0	100	Arriaga, <i>et al.</i> , 1997
19	Dependencia del CICA (\$/unidad/año) *	393.42	32.0	1216.00	0	393.42	100	Máximo del AC
20	Jornales pagados (días/vaca/año)	20	76	27	100	27	100	Máximo del AM
21	Percepción de los productores	Media	66	Alta	99.0	99	100	Apreciación personal
22	Autosuficiencia alimentaria	Alta	99	Alta	99	99	100	Tablas de nutrición FAO
23	Condiciones laborales	Media	66	Alta	99	99	100	bajo = 33, medio = 66 alto = 99
24	Proporción de adopción de tecnología	Alta	99	Alta	99.0	99	100	Apreciación personal
25	Accesos a los recursos productivos	Medio	66	Alto	99	100	100	bajo = 33, medio = 66 alto = 99
26	Mecanismo de toma de toma de decisiones	Bajo	33	Alto	99.00	100	100	bajo = 33, medio = 66 alto = 99
	* indicador con relación inversa							

Fig. 5.2.6.- Mapa de sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, 1999.

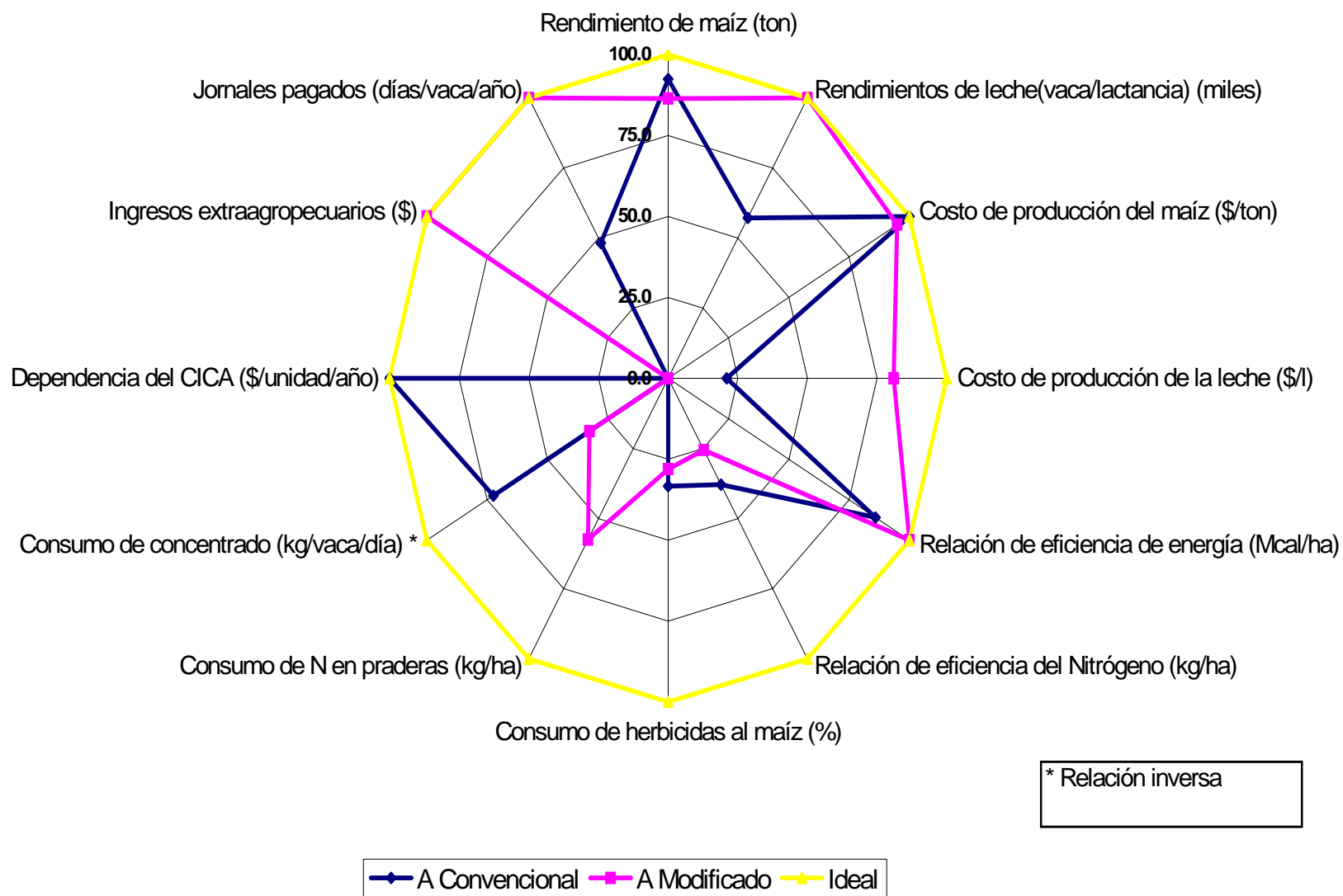
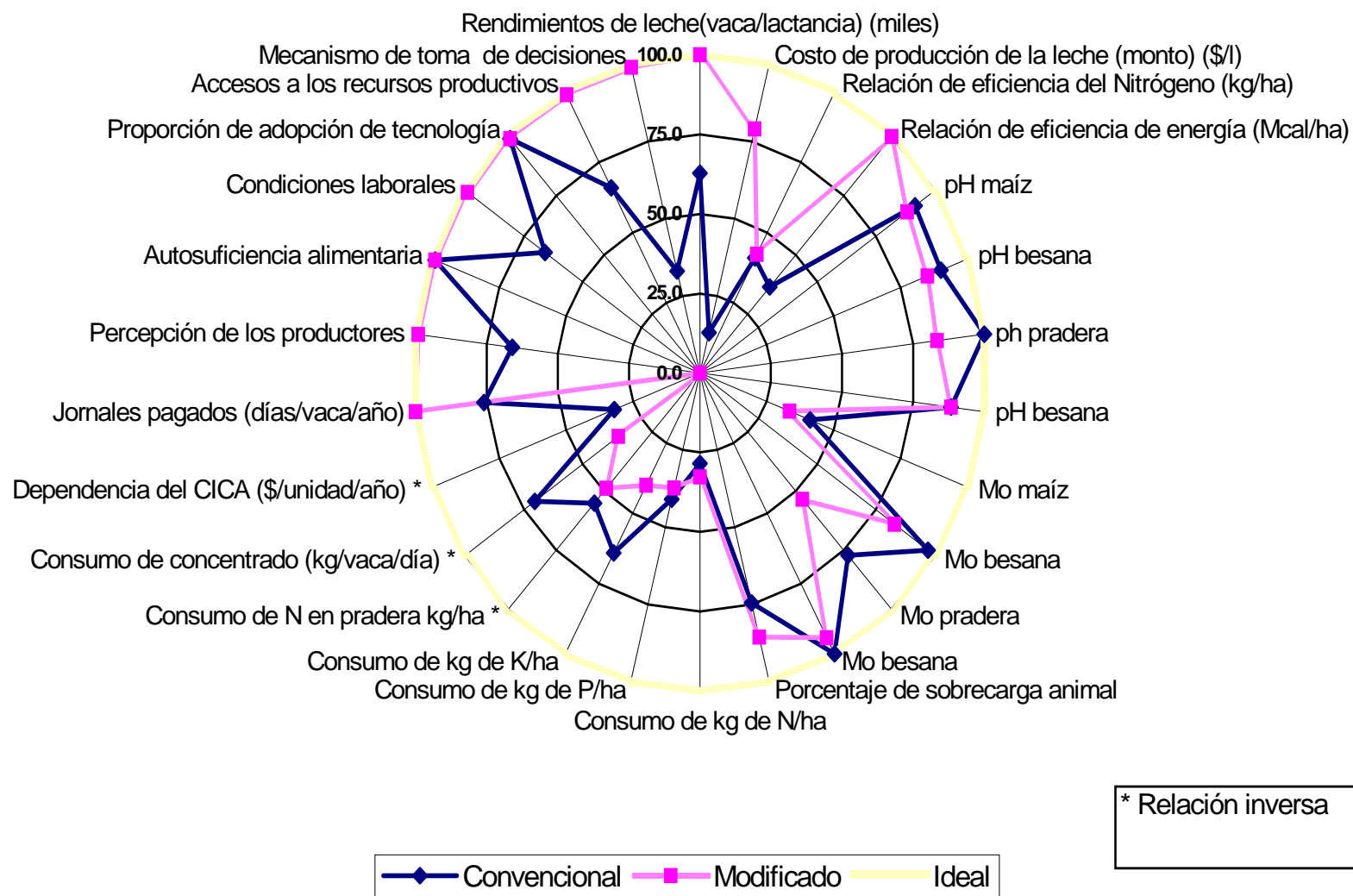


Fig. 5.2.7 Mapa de sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, 2000



V.7.3.- Interpretación de los mapas de sustentabilidad a través de las propiedades

Este apartado se dedica a realizar un análisis general de las propiedades de los agroecosistemas de producción de maíz y leche para contar con elementos que permitieran analizar el comportamiento de los agroecosistemas estudiados.

V.7.4.- PRODUCTIVIDAD

La propiedad de **productividad** se refiere a la capacidad del agroecosistema para brindar un cierto nivel de bienes y servicios. Para esta propiedad se diseñaron dos indicadores, pero con criterios de diagnóstico diferentes, a fin de contar con elementos que permitieran estimar la productividad de los agroecosistemas. Los dos indicadores diseñados para el primer ciclo fueron rendimientos y rentabilidad del maíz y la leche. Para el caso del maíz, los datos muestran que los rendimientos del cultivo fueron similares en ambos agroecosistemas y superiores a la media regional. En cuanto al criterio de **rentabilidad** del cultivo, también se observaron valores parecidos entre sí y cercanos al valor de referencia. Se puede concluir que en cuanto a la productividad del cultivo de maíz, éste se encuentra en un nivel adecuado. La amenaza está puesta en la baja del precio del grano y el aumento de los fertilizantes y químicos necesarios para la producción.

En la producción de leche se aprecian diferencias significativas tanto en la **productividad** como en la **rentabilidad** en los dos ciclos evaluados. Estas diferencias pueden ser atribuibles a las innovaciones tecnológicas que se han establecido en el AM, desde el año de 1992, por varias instituciones. Para el segundo ciclo se transfirieron algunas innovaciones tecnológicas al AC, con lo que se logró elevar ligeramente los rendimientos en promedio de leche, pero los costos se aumentaron por el establecimiento de las praderas. Esta condición hace suponer que en el tiempo se mejorará la propiedad de productividad, así como los retornos económicos por concepto de la producción de leche en el AC.

En cuanto al criterio de **eficiencia** se midieron dos indicadores de relación de ingresos y egresos, el de nitrógeno y el de energía. En el mapa de sustentabilidad se observa que la eficiencia de energía presenta variaciones importantes entre los agroecosistemas

durante los dos ciclos. En lo que se refiere a la relación de nitrógeno, en ambos agroecosistemas se identifican valores más constantes, sin embargo, en ninguno de los dos casos se pueden dar conclusiones definitivas sobre el nivel de eficiencia de cada uno de los agroecosistemas, ya que es necesario evaluar durante más tiempo el comportamiento de estos dos indicadores.

V.7.5.- ESTABILIDAD, RESILIENCIA Y CONFIABILIDAD

Este grupo de propiedades tienen que ver con la capacidad del agroecosistema para recuperarse, mantener y/o llegar a un nuevo estado de equilibrio, ello sin grandes fluctuaciones, luego de sufrir perturbaciones graves, ya sea de corte social, económica o ambiental. Para estas propiedades se diseñaron una serie de indicadores, pero con diferentes criterios (efectos climáticos en la producción, uso de recursos naturales y capacidad de carga animal). Estos tres indicadores muestran diferentes efectos en cada uno de los agroecosistemas, pero en términos generales se puede concluir que ambos presentan un adecuado nivel de **resiliencia** frente a adversidades climáticas, si embargo, la estabilidad se encuentra en alto riesgo por el uso excesivo del agua en las praderas en especial para el AM. En cuanto a la **confiabilidad** se pudo valorar que las praderas desempeñan un papel importante en la liberación del recurso tierra y en la disminución de la presión de los recursos forrajeros nativos, lo que evidentemente se reflejará en la capacidad de retornar y mantener los potenciales productivos de ambos agroecosistemas.

V.7.6.- ADAPTABILIDAD

Con esta propiedad se hace referencia a la flexibilidad del agroecosistema para adaptarse a nuevos niveles de equilibrio ante cambios importantes en el entorno económico o en las condiciones ambientales. Para ello se recurrió a cinco indicadores: a) cambios físicos en el suelo, b) reducción de fertilizantes, c) litros de leche no vendidos, d) capacidad de cambio y e) percepción de los productores. Los dos primeros indicadores no arrojan datos con los cuales se puedan establecer conclusiones definitivas, ya requieren de un mayor tiempo de evaluación. Sin embargo, los otros tres permiten hacer las siguientes conjeturas: La leche es el producto que está proporcionando estabilidad económica a los agroecosistemas. La opción tecnológica de las praderas representa una posibilidad para reducir costos y competir en el mercado regional. Los productores aún no

perciben las condiciones de competitividad a las cuales tendrán que enfrentarse ante los nuevos escenarios del mercado de la leche. La opción del paquete tecnológico propuesto, representa la posibilidad para abatir costos de producción y hacer frente a la imposibilidad de un aumento del litro de leche por parte de los boteros. Si bien estas innovaciones tienen un bajo costo y la aceptación fue favorable, existen algunas unidades que han llegado a su máximo nivel de subsistencia, lo que se manifiesta en una visión corta de su futuro.

V.7.7.- AUTODEPENDENCIA

La **autodependencia** se refiere a la capacidad del agroecosistema de controlar sus interacciones con el exterior. En este sentido se optó por evaluar los siguientes indicadores: insumos externos, dependencia del CICA, ingresos extraagropecuarios y proporción de la ganancia apropiada por el botero. Al respecto se puede mencionar que el AM presenta un alto grado de dependencia en insumos externos (alimento concentrado y urea para la fertilización) y una fuerte dependencia del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, mientras que el AC requiere de apoyo económico por parte de los miembros de la familia para mantenerse. Así mismo, ambos agroecosistemas están incapacitados para regular sus relaciones con el mercado, por lo que el botero es un elemento importante, pero se apropia de un 50 % del valor de la leche. A partir de estos elementos se concluye que los dos agroecosistemas presentan una incapacidad para regular sus interacciones, aunque en diferentes niveles y grados.

V.7.8.- EQUIDAD

La **equidad** es una propiedad que hace referencia a la capacidad del agroecosistema para distribuir de manera justa los beneficios y los costos, tanto productivos como ambientales. En cuanto a esta propiedad se consideraron cinco indicadores de tipo cualitativos, a decir: número de jornales asalariados, autosuficiencia alimentaria, mecanismo de toma de decisiones, mecanismos de acceso a los recursos y condiciones laborales. Este grupo de indicadores partió de diferentes criterios y representó una parte compleja para la evaluación, debido a la poca disponibilidad de metodologías no convencionales y a la dificultad de concretizar aspectos sociales, dada la complejidad de las relaciones de poder que se observan en las sociedades campesinas. Específicamente,

sobre la propiedad se concluye que el AM desarrolla mejores mecanismos para tomar decisiones y distribuir de una manera más equitativa los beneficios de la producción, lo que conlleva una mejor calidad de vida de los productores. Todo ello es atribuible a una serie de condiciones de índole social, demográfica y de organización. En cuanto al AC, éste presenta un proceso de descomposición y una polarización social fuerte que afecta la dinámica de las unidades de producción.

VI.- CAPÍTULO

DISCUSIÓN

A fin de realizar una discusión más completa, este apartado se ha dividido en dos grandes áreas. La primera se centra en un análisis de los agroecosistemas a partir de los datos obtenidos, así como en la identificación de los puntos críticos de los agroecosistemas. La segunda, se dirige a discutir las fortalezas y debilidades que presentó la propuesta metodológica utilizada para evaluar sustentabilidad.

VI.1.- A NIVEL DE LOS AGROECOSISTEMAS

¿Cuál de los dos agroecosistemas es más sustentable y cuáles son sus principales diferencias?

En el primer ciclo de evaluación se diseñaron 12 indicadores, de los cuales el AC presentó mejores valores en 5 de ellos, peores valores en igual número y mismo valor en 2. Para el segundo ciclo se trabajó con 26 indicadores y se presentó la siguiente relación: el AC obtuvo mejores valores en 11, iguales en 5 y peores en 10. Pero antes de simplificar en una serie de calificaciones numéricas, conviene discutir el peso de los indicadores en cada una de las evaluaciones y los elementos que permiten ó impiden a los dos agroecosistemas estudiados avanzar hacia la sustentabilidad.

Las unidades del AM han llegado a un nivel alto de eficiencia dentro de su subsistema pecuario, como consecuencia de la adopción y adaptación del paquete tecnológico promovido, desde 1992, por lo que resultó ser la opción que presenta mejores resultados en algunas propiedades, como son: productividad, estabilidad y equidad, sin embargo, también existen ciertas dificultades que es necesario reconocer:

A) La presencia de diferentes instituciones de investigación y fomento han creado una fuerte codependencia en el AM. Esta condición lo convierte a su vez en un esquema productivo y tecnológico difícil de reproducir en otros ejidos. Los dos años de evaluación (1999 y 2000) arrojaron datos que revelan que el AM requirió altos niveles de subsidios

anuales. del orden de \$ 3,237.00 para el primer año y de \$ 1,216.00 para el segundo año. Estas cifras pueden ser utilizadas para estimar el costo de la implementación de las innovaciones tecnológicas y de la asistencia técnica, en otras partes de la región.

B) Otra diferencia importante del AM, es contar con un pozo profundo y la infraestructura para la distribución de agua para riego, lo que permite tener este recurso durante todo el año. Sin embargo, existe un uso ineficiente del líquido en el riego de las praderas en una proporción de cuatro veces superior a lo requerido por el cultivo. Aunque no fue posible establecer la capacidad de recarga del acuífero, es evidente que tal patrón de consumo, frente al aumento de la superficie de praderas en el ejido, pone en riesgo la posibilidad de mantener este esquema de producción. Otros posibles efectos ligados con el consumo de agua, son la salinización y lixivización de los suelos, como consecuencia de la técnica de riego que se utiliza.

El recurso agua es un factor importante para alcanzar los niveles de productividad en el AM, pero, a su vez, se está convirtiendo en una causa de descomposición social que puede acabar con la estabilidad del agroecosistema.

Las preguntas claves que se derivan de esta situación son: ¿cuánto tiempo se podrán mantener esos consumos de agua?, ¿cuánta es la superficie idónea de pradera para que el agroecosistema no se desestabilice?, ¿cómo se puede impulsar un manejo tecnificado del riego? y ¿cuáles son los efectos en la estructura del suelo?. Responder a estas preguntas implica llevar a cabo estudios hidrológicos y del suelo más minuciosos, así como evaluar opciones de riego más eficientes.

C) El AM necesita una mayor cantidad de energía para mantenerse, aunque al hacer la relación de la energía que entra y la que sale, presenta una mejor conversión que la del AC. Habría que pensar en estrategias que mejoren esta conversión. Muchos estudios sobre sustentabilidad, hacen hincapié en que la energía derivada de los hidrocarburos es un recurso agotable, por lo que entre más se dependa de ella, menos será su duración. Trabajar sobre energías alternas y desarrollar mecanismos que mejoren la eficiencia energética, es un reto más para la investigación. De acuerdo con Gleissman (1992) las

estrategias para la sustentabilidad en la agricultura deben tender a consumos menores del 60 % de energía, por unidad de alimento producido.

D) Una limitante más que enfrentan las unidades del AM, es el consumo de alimento concentrado comercial, que si bien incrementa la productividad, también pone en riesgo la estabilidad económica y aumenta el grado de dependencia del sistema. Este insumo está sujeto a constantes aumentos de precio. Durante la investigación se observaron incrementos entre 3 y 5 por ciento del alimento balanceado.

E) En lo relativo al nitrógeno, se asume que en un sistema sustentable el nitrógeno se desplaza del suelo al forraje, del forraje al ganado y viceversa (de Wit., 1993, Hodgson 1996 y Gibbon, 1999). Bajo este criterio se considera que un sistema sustentable, con una adecuada carga de ganado, deberá reducir al mínimo el consumo de nitrógeno comprado, ya que teóricamente puede ser fijado por las bacterias del género *rhizobium*, presentes en las praderas mixtas y a través de las deyecciones de los animales. Conviene destacar que el mayor consumo de nitrógeno en el AM, es por dos fuentes: el alimento balanceado y la urea para la fertilización de las praderas. En este sentido también habrá que trabajar en el análisis de la capacidad de las bacterias para fijar nitrógeno y los efectos benéficos de la incorporación de estiércol en el suelo. Los datos muestran que aún no se expresan diferencias significativas en las condiciones físicas y químicas del suelo entre los dos agroecosistemas.

F) En cuanto a la relación de eficiencia en el uso de nitrógeno, se aprecia, para el primer año una mejor conversión en el AC, mientras que para el segundo año, el AM mejora su conversión. Estos datos no pueden ser concluyentes, ya que se observa una enorme variabilidad en la información a nivel de las unidades de producción. En el rubro de ingresos los valores son más constantes, por lo que es necesario desarrollar estrategias que aumenten la productividad por unidad de nitrógeno para mejorar la conversión. Es conveniente un análisis del ciclo del nitrógeno a nivel de unidad de producción, para poder estimar con mayor exactitud las transferencias, pérdidas y salidas de este nutriente.

G) Es conveniente centrar la atención en la determinación de las dosis y fuentes de fertilización para el maíz como para las praderas, a fin de establecer una formulación adecuada. Particularmente se observó que en ninguno de los dos cultivos se aplican las cantidades recomendadas. Nutrientes, como el fósforo y el potasio aparecen en cantidades mínimas, pero, a pesar de ello, se obtienen rendimientos aceptables.

H) El manejo y aplicación del estiércol para uso agrícola, también representa una tarea pendiente. En estudios de sistemas campesinos con características similares a los estudiados se afirma que existe un manejo deficiente del estiércol tanto en su desecación como en el almacenamiento y que se están contaminando mantos acuíferos y el aire Méndez (2000). Dentro de las unidades de los dos agroecosistemas se confirmó que no existe un conocimiento sobre el manejo y almacenamiento del estiércol y que la cantidad y método de aplicación varían de acuerdo a varios principios que aplica el productor, como el agotamiento del suelo de sus predios y la situación financiera para adquirir fertilizantes comerciales. Un dato importante que se extrae del trabajo es que el estiércol vale más como combustible que como fertilizante, además de que el estiércol no es suficiente para cubrir los requerimientos de sus terrenos. Es recomendable trabajar una línea de investigación sobre efectos ambientales del estiércol, así como el manejo del mismo.

I) Algunas unidades de producción del AM, tienen la capacidad de contratar mano de obra (3 de 6). Esta condición, en términos de sustentabilidad social, es deseable. La dificultad radica en que a su vez se ha encarecido la mano de obra, no sólo por la ocupación directa en las unidades, sino por la migración que existen en el medio rural, lo que se traduce en una debilidad: depender de la disponibilidad de mano de obra externa. El efecto más evidente es la necesidad de los productores de buscar mano de obra en los ejidos aledaños, además, de verse obligados a pagar un 25 por ciento más con respecto a la zona.

VI.1.2.- PUNTOS CRÍTICOS DE LOS AGROECOSISTEMAS

- El maíz es un elemento central en la dinámica y operación de las unidades, por lo que su producción es un punto crítico a favor de los agroecosistemas, ya que obtienen buenos rendimientos a costos aceptables. La amenaza está puesta en la baja del precio del grano

y el aumento de los fertilizantes y químicos necesarios para la producción, como consecuencia de las políticas neoliberales aplicadas al campo.

- La introducción de leche como consecuencia de la apertura comercial, puede influir en la continuidad del agroecosistema, ya que podría cambiar los patrones de consumo y desplazar el nicho de mercado de la leche bronca. Frente a esta posibilidad es conveniente desarrollar mecanismos para mejorar la calidad de la leche, a través de un manejo más adecuado de la ordeña, incorporar a los hatos a un programa de control de tuberculosis y brucelosis, mejorar el transporte y la imagen del botero, así como fortalecer la relación productor-consumidor.

- La única vía para colocar la producción de leche en el mercado regional, es a través del "botero". Este actor juega un papel importante dentro de la cadena, pero se apropia de casi el 50 % del valor del litro de leche, además de que obtiene ingresos importantes por el precio diferenciado que paga a los productores, como también por la transportación y venta del alimento concentrado. Los agentes intermediarios presentan una organización informal sólida que, frente a un proceso de desorganización de los productores, facilita su consolidación. Frente a las condiciones mencionadas se requiere de fortalecer la organización interna y la apropiación del proceso productivo.

- En el Valle de Toluca no existe el desarrollo de la cadena productiva de leche fría, sin embargo, se identifica un interés institucional por incorporar a la región a un programa de estas características. La incorporación trae consigo una serie de transformaciones --en el manejo de la ordeña, en la alimentación animal, traslado de la leche de la unidad al centro de acopio, etc, --. A cambio de tener la seguridad de que la leche será adquirida durante todo el año. Antes de implementar esta estrategia, habría que considerar que el porcentaje de leche sin venderse es bajo y que el precio que se le paga al productor es superior a lo que pagan empresas lecheras en otras regiones del Estado.

- En los dos agroecosistemas está presente la participación de la mano de obra familiar, sin embargo, en el AC se aprecia que los hijos no quieren regresar a trabajar a la unidad de producción.

- La tendencia actual dentro de las políticas para el sector agropecuario es la reducción del precio del maíz, a fin de promover la reconversión productiva. Bajo estas circunstancias es posible que un alto número de productores de la región del Valle opte por la producción pecuaria, en especial los bovinos de leche. El escenario sería de la saturación del mercado de la leche. Por ello, es necesario regionalizar la producción, es

decir, fomentarla sólo en áreas con potencial agropecuaria, con disponibilidad de agua y con una cultura ganadera.

- La transformación y comercialización de los productos lácteos. Esta posibilidad se probó en diferentes talleres, a lo largo del trabajo de investigación en ambos agroecosistemas. La dificultad radica en el poco interés de los productores para organizarse, debido a una serie de fricciones sociales y a la cada vez más constatable escasez de mano de obra familiar que pueda participar en estas actividades.
- El precio del alimento balanceado sufre constantes aumentos, a lo largo del año y éste forma parte importante de la dieta animal para mantener la producción –sobre todo en el AM--, por lo que se requiere desarrollar canales de compra en volumen así como explorar estrategias alimenticias que permitan reducir este insumo, o bien, elaborarlo a nivel doméstico.
- Una limitación de orden ecológica es el agua para riego, aunque se aprecia que los efectos son en diferentes niveles, ya que el AM utiliza de forma inadecuada el recurso agua, mientras que el AC depende del agua de río. A pesar de las diferentes fuentes, el agua es factor importante para la producción de forrajes, pero a su vez, también puede escasear. Las acciones deberían de estar dirigidas a un manejo más adecuado del agua y a delimitar la superficie máxima para reconvertir al cultivo de pradera.

VI.2.- A NIVEL DE LA METODOLOGÍA

¿Cuáles son las ventajas y desventajas del MESMIS como instrumento metodológico para evaluar la sustentabilidad en los agroecosistemas de maíz y leche del Valle de Toluca, durante dos ciclos de evaluación?

Si bien el MESMIS es un esfuerzo importante para abordar de manera sistemática la evaluación de la sustentabilidad en sistemas agropecuarios campesinos. Un proceso metodológico importante es el de concebir a la sustentabilidad a través de sus siete propiedades y a partir de ellas identificar los puntos críticos, para luego diseñar los indicadores correspondientes, lo que sirve para la identificación de los factores que afectan a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Otros aspectos positivos del MESMIS es la promoción de un acercamiento integral, es decir, considerar aspectos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos, así mismo permite un análisis

sistemático y rápido de la sustentabilidad, además permite reconocer las relaciones entre las diferentes propiedades (*trade off*). Sin embargo, aún existen aspectos en que la metodología se queda corta o requiere de ajustes, como son:

A) La estructura metodológica del MESMIS establece como primer paso la caracterización de dos agroecosistemas para desarrollar el proceso de investigación, a partir de su comparación. El problema en esta investigación fue que al contar con seis unidades de producción en cada agroecosistema se complicó la caracterización, ya que a pesar de que teóricamente el AM se diferenciaba por una serie de componentes tecnológicos, con énfasis en la alimentación del ganado, en la realidad se trataba del mismo sistema con diferentes variables, es decir, no existen sistemas puros sino que son mezclas de ambos, lo que se evidencia al utilizar un grupo grande de unidades. De ahí, cabe sugerir, la conveniencia de trabajar con sistemas realmente contrastantes: un sistema convencional o campesino versus un sistema altamente tecnificado.

B) Una limitación del MESMIS, es que asume que las escalas son para un tiempo y un lugar específico, por lo que no es posible extrapolar la información a otros espacios. Esta especificidad, que a su vez es importante para analizar y evaluar propuestas o sistemas de manejo de una manera local, hace que las evaluaciones sean limitativas, por lo que se requiere de mucho tiempo para aprovecharlas como herramientas de desarrollo regional.

C) En la revisión a los diferentes trabajos en donde ha sido utilizado al MESMIS para evaluar sistemas campesinos (Masera *et al.*, 2000, Pérez 1999, Hernández 2000 y Villa 2002), es común la presentación de resultados bajo la modalidad de la amiba, también conocida como mapa de sustentabilidad, en donde se utilizan valores de 0 a 100, dejando a un lado los valores negativos, así como los que superen el rango del 100. Lo que lleva a poner en la discusión que tan menos o más sustentable es el sistema cuando se alcanza o rebasa el valor referente. La reflexión estaría en términos de que estos valores representan la cantidad no de cuánto le falta para llegar al óptimo, sino de la diferencia, que puede ser una cantidad a favor del sistema. Ambas situaciones requieren de un análisis más objetivo y profundo, a fin de poder establecer con mayor certeza el

comportamiento de los indicadores, por lo que se recomienda incorporar este tipo para un mejor análisis de los agroecosistemas.

D) Otra dificultad a la cual se enfrentan las investigaciones dedicadas a la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesinos, es que aún no existen umbrales o parámetros para comparar los sistemas estudiados. De ahí que cada quien define valores ideales, a través de diferentes estrategias, como son, por ejemplo: construcción de valores a partir de lo deseado por los productores, valores históricos de la región, apreciaciones del propio investigador, máximos alcanzados por el sistema innovador, valores derivados de modelos matemáticos, hasta tomar datos de investigaciones similares. Todo ello con la intención de estimar cuánto le falta a los sistemas evaluados para llegar a su óptimo; pero que a la vez, pone en entredicho una de las premisas de MESMIS, que afirma que los resultados obtenidos son propios para el momento y el sistema evaluado. Entonces, ¿por qué utilizar datos de un tercer sistema que es derivado de un proceso irreal, en el que las condiciones eran diferentes? Ante ello, se sugiere la comparación circunscrita a los dos sistemas evaluados.

E) Existe otra dificultad metodológica cuando se analizan una serie de unidades de producción. Para efectos prácticos, se utilizan valores promedios de cada sistema, a fin de llegar a una generalización. Esta simplificación tiene el inconveniente de que no muestra en su justa dimensión la condición de sustentabilidad de cada unidad ni de los procesos negativos o positivos que permitan o faciliten mejorar el perfil de sustentabilidad de las unidades. Esta investigación evidenció que dos unidades de producción, por diferentes circunstancias dejaron de producir leche, en tanto continuaron consumiendo insumos, mano de obra, recursos, etc, lo que trajo consigo que las relaciones de conversión fueran negativas e influyeran sobre el resultado general. Para afrontar este inconveniente se propone la discusión y presentación de los resultados en forma individual, más que sobre los valores promedios. Ello implica trabajar los mapas o amibas de sustentabilidad por unidad, situación que conlleva un mayor trabajo, tanto en la presentación como en la discusión, pero a su vez permite un mejor análisis de la sustentabilidad y de la identificación de los factores que influyen en la operación de las unidades.

F) Existe una serie de condiciones que están fuera del alcance del campesino y de su agroecosistema. Tal es el caso del precio de sus productos. Si no hay mercado y el precio de los productos agropecuarios no es atractivo, de poco servirá el rescate o implementación de estrategias tecnológicas más sustentables. Por lo que es conveniente articular las evaluaciones de sustentabilidad con estudios de mercado. Dentro de los casos de estudio consultados, que han utilizado el MESMIS, sólo uno (Pérez Grovas, 1999) incluye un análisis de mercado, al establecer las posibilidades de la rentabilidad de la reconversión de la producción de café tradicional a orgánico, considerando las oportunidades que brinda el comercio mundial para el consumo de productos orgánicos.

G) En varios trabajos sobre la evaluación de sustentabilidad están presentes las siguientes preguntas: ¿qué es importante evaluar? y ¿qué es posible evaluar? Después de la experiencia de dos años de evaluación en los agroecosistemas de maíz y leche se pueden hacer algunas reflexiones al respecto. Uno de los problemas es que todos los elementos están interrelacionados (lo social con lo económico, lo ambiental con lo productivo). Observar lo realmente importante es sumamente difícil y requiere un acercamiento interdisciplinario. Específicamente en esta investigación se planteó, como guía central, el análisis de los aspectos económicos y financieros como una necesidad sentida de los propios productores, para conocer la rentabilidad de la producción de leche en sus unidades. Así pues, a partir de la consolidación de esta línea se fueron articulando otros intereses de investigación para conformar los demás indicadores que permitieran el análisis de los agroecosistemas.

H) Respecto a los indicadores, se afirma que no se trata de tener muchos indicadores, sino los importantes. La pregunta sería ¿importantes para quién? La respuesta sería: para los campesinos, pero con una alta influencia del investigador. La segunda pregunta, ¿qué es posible evaluar? A lo largo de la investigación se observó que había prioridad por algunos puntos críticos y sus correspondientes indicadores, pero para llegar a datos precisos, se requiere de toda una infraestructura y de mayores presupuestos. Uno de los indicadores que presentó esta problemática fue el del agua, ya que si bien se pudo determinar el consumo de agua de la pradera, no fue posible llegar más allá, debido a lo costoso y especializado que resulta una exploración hidráulica.

I) El MESMIS permite evaluar de forma rápida e integral un agroecosistema. El problema se presenta cuando se incorporan innovaciones tecnológicas al sistema convencional, en que sus efectos tardan de 3 a 5 años en hacerse evidentes (ya sea en el ámbito productivo, ecológico, económico o social), lo que requiere de un proceso de evaluación continuo. El problema es cuánto tiempo, ¿Veinte años como sugieren algunos investigadores? (Spencer, 1992 y Dalsgaard, *et al.*, 1995).

J) Las inclemencias climáticas y su influencia en la dinámica del agroecosistema, es un factor poco abordado en los trabajos de evaluación de la sustentabilidad. En el caso de este estudio, se presentaron dos fenómenos climáticos: una helada temprana y la concentración de lluvias en un periodo corto, que provocaron efectos en el desarrollo de lotes experimentales de maíces forrajeros y de las praderas; como también trastornos económicos en las unidades de producción por pérdidas en los cultivos. Estos fenómenos climáticos son importantes para evaluar la propiedad de resiliencia y por lo general no se incluyen en las evaluaciones, ya que no existe información confiable para realizar estimaciones históricas sobre el particular.

K) Los estudios de evaluación de sustentabilidad son largos y costosos, lo cual plantea una dificultad para mantener el interés y la participación del productor, así como el de las instituciones de fomento e investigación. Es necesario contar con apoyos e incentivos adicionales para los productores, a fin de mantener el interés de los mismos dentro de este tipo de investigaciones. Ello, a su vez, complica la situación, al crearse una codependencia entre el investigador y el productor, y consecuentemente, en la fidelidad de los datos.

L) Un elemento más para la discusión es si se asume que los agroecosistemas son dinámicos. La pregunta sería, ¿cuál es el nivel de sustentabilidad en que se encuentran los sistemas en el momento en que se está iniciando la evaluación? En el mismo sentido surge la pregunta: ¿cómo sabemos que continuará? Esto lleva a proponer y medir un atributo de “viabilidad” con criterios como “presencia institucional” en que se incluyan: (a) costo de la implementación de innovaciones, (b) lugares con potencial para el desarrollo del modelo productivo, (c) propuestas de acciones gubernamentales en pro del sistema y (d) estudios de mercado.

M) El MESMIS basa su análisis en una perspectiva sistémica e interdisciplinaria, a fin de entender de manera integral los procesos sociales, económicos y ambientales. Para ello, es necesario consolidar un equipo de investigación multi e interdisciplinario. En este análisis, y a pesar del esfuerzo y de los diferentes ejercicios conceptuales sobre la sustentabilidad y su operación, no fue posible construir un objeto de estudio común, ya que cada miembro del equipo se inclinó por su campo de conocimiento e intereses particulares. Esto es un común denominador en los diferentes trabajos de evaluación que tendrá que resolverse.

N) Los estudios de evaluación coinciden en que es necesario seguir trabajando en estrategias que promuevan y fortalezcan la conciencia comunitaria, a fin de orientar y facilitar mecanismos de carácter endógeno que permitan a la comunidad la autogestión; es decir, la toma de control de los procesos sociales económicos, políticos y productivos que afectan o determinan el rumbo de la comunidad. Sin embargo, ninguno de los estudios revisados abordan de forma clara este aspecto. Particularmente en este análisis se trabajó con una metodología participativa que facilitó la identificación de la problemática de los agroecosistemas, pero no se pudo llegar desarrollar acciones de orden social para alcanzar un nivel de concientización, por lo que es conveniente seguir en esta línea.

O) Una evaluación de sustentabilidad representa un alto costo, ya que implica un desplazamiento constante de los investigadores para estar en contacto con los productores y su problemática. Es necesario establecer mecanismos de coordinación y colaboración entre las instituciones de fomento y de investigación, a fin de destinar suficientes recursos (humanos, monetarios, infraestructura e información) para la realización de evaluaciones de sustentabilidad cada vez más completas y mejores.

VII.- CAPÍTULO

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

*“No se trata de aprender más cosas
sino de pensar de otra manera”*

A partir de la investigación desarrollada, es posible derivar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

VII.1.- PARA LOS AGROECOSISTEMAS

A partir del primer ciclo de evaluación se diseñaron y calificaron una serie de indicadores que permitieron definir mejor los puntos críticos (debilidades y fortalezas) de los agroecosistemas. Para el segundo ciclo se establecieron medidas para la corrección de algunas áreas y de esta manera mejorar el perfil de sustentabilidad de ambos agroecosistemas.

Se demostró que los agroecosistemas estudiados mantienen su estabilidad y continuidad a partir del ingreso derivado del subsistema pecuario, en especial la producción de leche, ya que el maíz ha dejado de ser atractivo económicamente hablando, más no así para la dinámica del sistema. El subsistema pecuario tiende a consolidarse. Esta apreciación tiene sus matices, ya que existen unidades de producción que continúan inclinándose por la producción de maíz y la retención de machos para una engorda informal. Este fenómeno es más común en las unidades del AC.

En el AC, los márgenes de ganancia se establecen a partir de la sobreexplotación tanto, de la mano de obra como de los recursos productivos y además requiere de ingresos externos para mantener su estabilidad. Por su parte el AM tiende a la especialización de la producción de leche por medio de innovaciones tecnológicas que se han propuesto a través de varios años, además, presenta mejores retornos económicos en la producción de leche, consecuentemente tiene la capacidad de mantenerse y generar algunos empleos así como reducir la presión sobre la tierra, sin embargo, el

recurso agua presenta un uso ineficiente. Otro elemento que disminuye el perfil de sustentabilidad es la dependencia de insumos y apoyos. No obstante, estas afirmaciones es posible elevar los niveles de sustentabilidad en ambos agroecosistemas, aunque con diferentes estrategias.

Los agroecosistemas caracterizados como contrastantes para su estudio, no son tan claramente definidos. El componente tecnológico de las praderas y su manejo se identificó como el elemento diferenciador, por lo que al transferir este componente al AC se convierte en el mismo sistema pero con una gama de diferentes estrategias para la producción de leche.

Queda claro la necesidad de que el primer año sirve como una plataforma para realizar un diagnóstico y a partir de ello, estar en condiciones de diseñar y valorar nuevos indicadores, por lo tanto, para trabajar evaluaciones de sustentabilidad es necesario tener un horizonte de por lo menos cinco años, a fin de que se permita profundizar en los diferentes aspectos que se requieren para asegurar que un sistema es sustentable.

VII.2.- PARA LA METODOLOGÍA

Se logró una concepción más avanzada de la sustentabilidad a partir de su evaluación, de la definición de indicadores y de la integración de un marco de referencia que superó a las definiciones universales, dentro de los agroecosistemas mixtos de agricultura y ganadería.

Se obtuvieron datos e información relevante que pueden servir de base para futuras investigaciones sobre la sustentabilidad que permitan ir construyendo la evolución, el desempeño y futuro de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche.

Se corroboró que el mejor desempeño de algunos indicadores influye en el menor desempeño de otros. Este es un proceso definido como *trade offs*, espacio que aún requiere de un mayor análisis. El caso más evidente en este trabajo fue que al implementar innovaciones, dirigidas a aumentar la productividad de un sistema, la consecuencia fue un mayor consumo de insumos y un aumento en el costo de

producción, por lo que es necesario tener presente qué es lo que se busca en el rediseño del agroecosistema: aumentar producción o menor dependencia; reducir efectos en los recursos o distribuir equitativamente. Esta debe ser una respuesta conjunta entre los agentes involucrados, es decir, productores, investigadores y promotores del desarrollo.

Quedó de manifiesto que las condiciones sociales, económicas y ecológicas generan opciones para mejorar el perfil de sustentabilidad de los agroecosistemas, debido a que estas condiciones son altamente sitio-específicas, por lo que no pueden replicarse en otras regiones.

Un problema que enfrentó este trabajo es que la productividad de los agroecosistemas no sólo está en función de la mano de obra disponible y de la superficie con que cuenta cada unidad, sino que los aspectos sociales son elementos de suma importancia. En este sentido las tecnologías que se promovieron fueron de bajo costo e influyeron en los rendimientos por superficie y/o animal en los agroecosistemas; sin embargo, la adopción se vio limitada por la falta de organización de los productores en los procesos de la producción y de acceso a los recursos productivos. Se puede afirmar que el pastoreo intensivo en praderas inducidas es una estrategia que convierte al agroecosistema de producción de maíz y leche en más sustentable. Sin embargo, en donde se percibe los problemas más serios en la comercialización

Por lo que una vez que los campesinos del AC entiendan y aprecien las ventajas del pastoreo intensivo, irán incorporando cada vez más la propuesta tecnológica de las praderas y las demás innovaciones que se probaron a sus unidades de producción.

VII.3.- PARA LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS

En las ciencias agropecuarias es necesario una transformación de los enfoques y perspectivas de investigación, generando con ello una mayor amplitud en los objetos de estudio, al tener que incorporar dimensiones que se encuentran fuera o separadas de estas ciencias. En consecuencia, al buscar un entendimiento integral de los sistemas de producción, se requiere de la incorporación de las dimensiones económica, social y ambiental, por lo menos. Es evidente que cada una requiere de diferentes enfoques y categorías para su análisis. Esto implica tener que resolver una serie de

incompatibilidades en las aproximaciones que se hacen para el estudio de la agricultura sustentable.

De forma sintética se puede establecer que los retos y desafíos que enfrentan las instituciones de fomento, los institutos de investigación y las académicas son una transformación de los enfoques, donde no se enfatice en la mayor adopción de tecnologías modernas, sino en el cambio tecnológico bajo el paradigma de la agroecología; es decir, que estén en función de las limitaciones y potencialidades sociales, económicas y de los recursos naturales del entorno. Un punto de partida debería ser desarrollar técnicas para un aprovechamiento óptimo de los insumos externos que se requieren en los agroecosistemas.

Por lo tanto, es necesario que la investigación agropecuaria se renueve para construir nuevas visiones de la realidad, de la conformación del mundo y del conocimiento. Particularmente es urgente reconciliar la necesidad de una mayor producción, con la urgente conservación de los recursos naturales y el involucramiento de las familias rurales en el rediseño de los sistemas de producción que puedan mantenerse en el tiempo y ser rentables. Es una prioridad trabajar en un nivel micro, ello implica desarrollar una asociación más fuerte entre investigador, el técnico y el productor, de igual manera es necesario que se priorice el conocimiento local y el potencial ecológico de los agroecosistemas para construir un nuevo Desarrollo Rural. Experiencias en este sentido están documentadas en Pretty (1995); Conway (1998); Gliessman (1992); Altieri (1995)

A partir de esta apreciación es que se afirma que el objeto de estudio de la ciencia veterinaria ya no se debe de concebir como un problema fundamentalmente técnico y de productividad, sino como un proceso social complejo, por lo que es necesario desarrollar esfuerzos por interrelacionar aspectos ambientales, sociales, económicos en el análisis de los sistemas de producción.

Los principios de la agricultura sustentable y la propuesta teórica de la Agroecología deben ser considerados como guías para las agendas de investigación y para el diseño de la curricula en la formación de nuevos profesionistas para el sector agropecuario. Esto

con el objetivo de rebasar el enfoque unidisciplinario con el que se ha conducido a la agricultura y la ganadería.

Este trabajo sugiere no partir de definiciones acabadas sobre sustentabilidad, sino trabajar con un marco más flexible y adaptable a las condiciones particulares de cada región o sistema; además de recurrir al análisis del comportamiento del agroecosistema, a través de una serie de propiedades-criterios-indicadores para delimitar al concepto de sustentabilidad. De esta manera se podrá tener una visión más clara para operativizar el concepto de sustentabilidad en la realidad y cotidianidad de los hechos, así como en la forma de medirla en los agroecosistemas.

Finalmente, un objetivo importante del Desarrollo Rural es el de impedir el colapso de la agricultura campesina, transformándola en una actividad sustentable. Tal transformación sólo puede ocurrir si somos capaces de comprender las interacciones e interrelaciones que se llevan a cabo en los agroecosistemas. A partir de esta afirmación es que se hace algunas recomendaciones, derivadas de este trabajo: a) es importante considerar que las acciones tendrán que ir dirigidas a mejorar la calidad de vida de los campesinos, esto a través de, elevar la productividad de la tierra y de las actividades que realizan las unidades de producción, para ello es necesario desarrollar y promover tecnologías de bajos insumos, bajo costo y con posibilidades de comercializarse, b) es necesario el fortalecimiento de los mercados locales, por medio de una sensibilización de las sociedades urbanas y semi urbanas a consumir los productos regionales, c) impulsar estrategias para aumentar la calidad de la leche, d) a través de una coordinación entre los diferentes niveles de gobierno impulsar un programa de procesamiento y distribución de la leche, e) se requieren investigaciones para reducir los efectos de los fertilizantes químicos y plaguicidas sin sacrificar los rendimientos, f) desarrollar estrategias que mejoren la productividad de los insumos externos.

Esta investigación permitió tener un conocimiento de los puntos fuertes y débiles de los agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche. Ante ello, aún quedan espacios para la investigación y el diseño de estrategias para mejorar el perfil de sustentabilidad de estos agroecosistemas. El reto es grande, pero ya se inicio.

Bibliografía

- AFRC** (Agriculture and Food Research Council) (1966). *The Nutrient Requirements of Farm Livestock*. London Agricultural Research Council.
- AFRC** (Agriculture and Food Research Council) (1993). *Energy and protein requirements of ruminants*. Willingford UK.: CAB International.
- Aguilar, C., F.** (2001). *Algunas características del consumidor de leche bronca, producida en el ejido de Benito Juárez, Estado de México*. Tesis de licenciatura en MVZ Departamento de Economía y Administración. México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Albarrán, Portillo, Benito.** (2002). *Evaluación de la inclusión de ensilado y alimento concentrado en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el Valle de Toluca*. Tesis de Maestría División de Posgrado FMVZ. México, D.F. UNAM.
- Albores, Z., B. A.** (1995). *Tules y sirenas: El impacto ecológico y cultural de la industrialización del Alto Lerma*. Toluca, México, Colegio Mexiquense, Gobierno del Estado de México.
- Allen, P., Van Dusen, D., Lundy, J. and Gliessman, S.** (1991). "Integrating social, environmental, and economic issues in sustainable agriculture." American Journal of Alternative Agriculture: 34-39.
- Altieri, M. A.** (1995). *El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina*. Agricultura y Desarrollo Sustentable. A. Cadenas. Madrid, España, MAPA.
- Altieri, Miguel y. Nichols Clara** (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D.F. Ed. PNUMA.
- Anderson, S. y McCracken,** (1994) *Participatory techniques including agroecosystem analysis, rapid rural appraisal, participatory technology development: case example from SE Mexico*. Wye College, University of London Methodologies for the investigation of agroecosystems. Class 4.

- Arriaga, J.C., Espinoza, O.A., Albarrán, P.B. y Castelán, O.O. (1996).** *“Investigación/Extensión participativa de producción de leche en el ejido San Cristóbal, Municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México”* . documento
- Arriaga, J. C., Espinoza, O.A., Albarrán, P.B. y Castelán, O.O. (1997).** *Pastoreo de praderas cultivadas: Una alternativa sostenible para la producción campesina de leche en el Valle de Toluca.* Documento
- Arriaga, C. y. c. (1997:A).** *La lechería en pequeña escala como opción de Desarrollo Rural Sostenible.* Toluca, México, UAEM/CICA. Documento
- Arriaga, J. C., Sánchez, V. E., Espinoza, O.A, y Velázquez, B. L. (1998).** *“Innovación tecnológica y desarrollo participativo: el caso de los forrajes cultivados en sistemas de producción campesinos en el Estado de México.”* Ciencia Ergo Sum **8** (uno): 63-72.
- Arriaga, J. C., Espinoza, O. A., Albarrán, P. B., y Castelán, O. O. (2000).** *Perspectivas y retos de la producción de leche en pequeña escala en el Centro de México.* Los pequeños productores rurales en México: Las reformas y las opciones. Edit. F. K. A. y. P. Colegio de México. México, D.F. (comp.. Antonio Yúñez-Naude).
- Arriaga, J. C., Espinoza, O. A., Albarrán, P. B., y Castelán, O. O. (2000).** *Análisis económico de un modulo demostrativo de producción de leche en pastoreo para sistemas campesinos.* En XXXVI Reunión de Investigación Pecuaria, Hermosillo, Sonora. pp. 304.
- Barbabosa, P. A. y. G., W. L. R. (1997).** *Estudio y perspectivas de producción láctea en el ejido de Benito Juárez, Estado de México.* En Seminario-Taller Nacional en sistemas de producción de leche en pequeña escala.
- Berensten, P. B., and Giesen, W. (1994).** *“Economic and enviromental consequences of different governmental policies to reduce N losses on dairy farms.”* Netherlands Journal of Agriculture Sciences: 11-19.
- Berensten, P. B., and Giessen, G.W. (1996).** *Economic aspects of feeding dairy cows to contain enviromental pollution.* Progress in dairy science. C. Phillips.
- Brunett, L., García, H. L.A., González, C. Hernández, A. Villa, C. y Ríos, H. (2000)** *Indicadores de sustentabilidad económica de la producción de leche en dos*

- agroecosistemas campesinos del Valle de Toluca*. En La ganadería en México: globalización, políticas, regiones y transferencia de tecnología. (comp. Cavalotti, B. Palacio, V.). Edit. UACH, Ciestaam, CONACYT.
- Boege, E.** (1996). *El Desarrollo Sustentable: Aspectos teóricos y experiencias campesinas*. El acceso a los recursos naturales y el Desarrollo Sustentable. C. T. H. Grammont. México D.F. UAM, UNAM, INAH Y PLAZA Y VALDES. III: 215-230.
- Carmona, M. R. I., Gutiérrez, C. J.M., Hernández J. S. y Tovar Gómez M.R.** (1992). *Integración de sistemas de producción familiares agropecuarios y forestales bajo el esquema de sostenibilidad*. Toluca, México, SARH-INIFAP-CIR CENTRO.
- Castelán, O. O. y. Mathewman, R.** (1996). *Situación y perspectiva de la industria lechera en México, con énfasis en lechería en pequeña escala*. en Estrategias para el mejoramiento de los sistemas de producción de leche en pequeña escala. UAEM/CICA. Toluca, México, Castelán Ortega Octavio (comp): 7-15.
- Castelán, O., O., Mathewman, R., Fawcett, R., Smith, A., González, M., González, E., Burgos, G., R. y De la Cruz, J., D.** (1997). *Caracterización y evaluación de los sistemas de campesinos de producción de leche, el caso de dos comunidades del Valle de Toluca*. En Investigación para el Desarrollo Rural; diez años de experiencia del CICA. G. Rivera Herrejón, Arrellano Hernández, A., González Díaz Luis y Arriaga Jordán Carlos (coordinadores). Toluca, México, UAEM/CICA: 198-226.
- Castelán, O. O.** (1999). *A decision support system for campesino maize-cattle production systems of Toluca Valley in Central Mexico*. Institute of ecology and resource management. Tesis doctoral University of Edinburgh.
- CEPAL** (1989). *Economía campesina y agricultura empresarial, tipología de productores del agro mexicano*. México D.F. Siglo Veintiuno.
- CEDLA/ procade/unitas** (1997) *Producción campesina y mercados: La ganadería lechera del Altiplano de la Paz*. Bogotá, Colombia (documento)
- Contreras, M., P.** (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 en la Ciudad de Toluca*. Tesis de

licenciatura Facultad de Ciencias Agrícolas. El Cerrillo; México, Universidad Autónoma del Estado de México.

Conway, G. R. (1985). "Agroecosystem Analysis." Agricultural Administration **20**. pp. 31-55

Conway, G. R. (1987). "The properties of Agroecosystems." Agricultural Systems **24**: 95-117.

Conway, G. R. (1990). *Agroecosystems. Systems theory applied to agriculture and food chan.* A. G. W. J. a. P. R. Street. University Reading, Elsivier Science: 205-233.

Conway, G. R. (1994). "Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability, and equitability." Farming systems research extension **4**(2).

COTECOCA/SAGAR (2000:A) *Estudio de manejo y rehabilitación de áreas de agostaderos en el ejido de Benito Juárez, Almoloya de Juárez.* Documento.

COTECOCA/SAGAR (2000:B) *Estudio de manejo y rehabilitación de áreas de agostaderos en el ejido de San Cristóbal, Almoloya de Juárez.* Documento.

Dalsgaard, J. P. T., Lightfoot, C. and Chritensen, V. (1995). "Towards quantification of ecological sustainability in farming systems analysis." Ecological Engineering **4**: 181-189.

De Camino, R., y Mueller, S. (1993). *La definición de sustentabilidad, las variables principales y bases para establecer indicadores.* En Agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible apuntes para el marco conceptual ED. IICA/GTZ.

De Janvri, A. (1995) *Reformas del sector agrícola y el campesinado en México.* Edit. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. IICA, San José Costa Rica.

De Wit, J. K., Oldenbroek, H. van Keulen and Zwart, D. (1993). *Criteria for measuring sustainability of livestock production systems.* NETHERLANDS, FAO Y RESEARCH INSTITUTE FOR ANIMAL PRODUCTION.

Domínguez, V. I. (1997). *Manejo nutricional de la vaca: Elemento crítico de los sistemas de producción de leche en pequeña escala.* Seminario-Taller Nacional en Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala, El Cerrillo, Municipio de Toluca, UAEM.

- Dumansky**, J., Terry, E., Byerlee, D. and Pieri, C. (1998). *Performance Indicators for Sustainable Agriculture*. Washington, D.C., The World Bank.
- Dou**, Z, A. Kohn, J.D., Ferguson, J.D., Boston, R.C. and Newbold, J.D. (1996) *Managing nitrogen on dairy farms: An integrated approach model description*. en *Dairy Science* 79 (11) 2071-2080
- Edwards**, C., A. Grove, R.R. Harwood, R.R. Pierce, C.J. (1993). "The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 99-121.
- Espinoza**, O. A., Arriaga, J.C. y Castelán, O.O. (1997). *Análisis económico de la producción campesina de leche en el Valle de Toluca*. Memoria del seminario-Taller Nacional en sistemas de leche en pequeña escala, CICA Y FMVZ DE LA UAEM.
- Espinoza**, O., A. M. (1999). *La lechería en pequeña escala como respuesta a la problemática del maíz. El caso del Valle de Toluca*. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional. Chapingo, Estado de México, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Fernández**, L. H., Varela, M.A., Álvarez, H.H. y Tena, M.J. (1997). *Estimado del costo beneficio de Programas de Salud Pública (Brucelosis, Tuberculosis Bovina y Mastitis) en una cooperativa de Producción de Leche en la Comunidad de Téjaro, Municipio Tarimbaro, Michoacán*. En Seminario-Taller Nacional en Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala, El Cerrillo, Municipio de Toluca.
- Figueroa**, M. M. (2002). *Evaluación de praderas cultivadas bajo pastoreo continuo o rotacional en sistemas de producción en pequeña escala en el Valle de Toluca, en época de primavera-verano*. Tesis de licenciatura en MVZ, Cerrillo, México, UAEM.
- Fox**, D. (1994). *Integrating Knowledge to Improve the Sustainability of Dairy Farms in New York*. New York, Cornell University. Document.
- 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." *Canadian Journal of Soil Science*: 429-436.

- García, T. R.** (1996). *Los animales en los sistemas agroecológicos*. La Habana Cuba, Pan para el Mundo.
- Gibbon, A., Sibbad, A., Thomas, C.** (1999). "*Improved sustainability in livestock systems, a challenge for animal production science.*" Livestock production science: 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*. Agroecología, Sostenibilidad y Educación. C. R. y. Q. L. R. Ferrera. Montecillos Edo. México, Colegio de Postgraduados: 1-7.
- Gliessman, S. R.** (1999) *Un enfoque agroecológico en el estudio de la agricultura tradicional*. En Agricultura y sociedad en México: diversidad, enfoques y estudios de caso. Comp. González Alba y Del Amo Silvia. Ed. Plaza y Valdés. México.
- González, E. C.** (1998). *Sustainability Indicators for Dairy cattle systems*. Department of Agriculture and Horticulture. Inglaterra, Wye College, University of London. Tesis Doctoral.
- González, E. C., Brunett, P.,L., Villa, M., C., Hernández, E., A., y Río, G, H.** (2000) *Desarrollo de indicadores de sustentabilidad para los agroecosistemas del Valle de Toluca*. En revista RED gestión de recursos naturales. No. 21 oct-dic, 2000. México pp 77-87.
- Gutiérrez, C., J. M., Martínez, M., G., Ortiz, T., C.** *Producción de carne de ovino en praderas de humedad residual en la zona templada de México*. INIFAP, 2000. México, D.F.
- Guzmán, C., M. González, et al.** (1999). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. España, Mundi-Prensa.
- Hansen, J. W.** (1996). "*Is Agricultural Sustainability a Useful Concept?*" Agricultural Systems **50**: 117-143.
- Harrington, L.** (1992). "*Measuring sustainability: Issues and alternatives.*" Journal farming systems research extension **3**: 1-19.

- Hernández, E., Adriana** (2001). *Indicadores económicos para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas campesinos maíz-leche en dos comunidades del Norte del Valle de Toluca*. Facultad de Economía. Toluca México, Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de licenciatura.
- Heitschmidt, R.K., Short, R.E. and Grings, E. E:** (1996) *Ecosystems, sustainability and animal agriculture*. En Animal Science 74 (6) 1395-1405.
- Hermans, C.** (1993) *Two sustainability criteria tested on a dairy farm* (report No. 143). Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapehouderij en Paardenhouderij, Lelystad, Netherlands.
- Hodgson, J.** (1996). *El concepto de la sustentabilidad en la producción animal bajo pastoreo*. En memorias del Seminario Internacional teórico-práctico Tópicos selectos en sistemas sustentables de producción animal bajo pastoreo. Edit. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrícola y Animal (CEIEPAG) UNAM, México.
- ICAMEX** Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (1997) *Recomendaciones para el cultivo de maíz humedad residual en la región Toluca*. Documento.
- Ikerd, J. D., G. y Traiyongwanich, S.** (1996). "Evaluating the sustainability of alternative farming systems: A case study." American Journal of Alternative Agriculture: 25-29.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)** (1999) *Manual para el diseño de riego en pequeñas obras*, Edit, IMTA, México.
- Inclán, E., M.** (2002). *Canales de comercialización de la leche bronca en el ejido de Benito Juárez, municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México*. Tesis de licenciatura Departamento de Economía y Administración. México, D.F., Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México.
- INEGI** (1991). *XI Censo General de Población y Vivienda*. Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI** (1994). *VIII Censo Agrícola y Ganadero*, México. Aguascalientes México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

- INEGI**, Colegio de Postgraduados. (1998). *La ganadería familiar en México*. Aguascalientes, México, INEGI.
- INIFAP/SARH** (1995). *Determinación del Potencial Productivo de Especies Vegetales para el Estado de México: Distrito de Desarrollo Rural Toluca*. Toluca, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.
- Jarvis**, S.C. Wilkins, R. J. and Pain. B. F. (1996) *Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements a systems approach*. En Grass and forage Science 51: 21-31.
- Kaufmann**, R., y Cleveland, C. (1995). "Measuring sustainability: need-an interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept." Ecological Economics: 109-112.
- Lampkin**, N. (1998) *Agricultura Ecológica*. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Lara**, V., R., Méndez y Casarín, D., Sánchez, Y., J. (1997). *Estrategias para el mejoramiento productivo de la lechería familiar en la "Región Morelia" del Estado de Michoacán*. Memorias Seminario-Taller Nacional en Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala., FMVZ, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Lewis**, D. A. (1982). *The role of energy in UK agriculture*. En D.W. Robison y R.C. Mollan (Ed.) *Energy management and Agriculture*. Proceedings of the first International Summer School in Agriculture. Dublin: Royal Dublin Society.
- Levins**, R. (1996) *Monitoring sustainable agriculture with conventional financial data*. White Bear Lake, Minnesota: Land Stewardship Project.
- Martínez**, A., G y Carballo, M. (1999). *Almolya de Juárez, Monografía Municipal*. Almolya de Juárez, GEM.
- Martínez**, R. E. y Aguilera, M. (1994) *Relación agua, suelo, planta y atmósfera*. Edit. UACH, México.
- Masera**, O. y Astier, M. (1996). *Energía y sistema alimentario en México: Aportaciones de la agricultura alternativa*. Ecología aplicada en la agricultura; temas selectos de México. J. Trujillo A, de León G, F., Calderón, A, R., y Torres, L, P. (comps) México, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco: 17-34.

- Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. (1999).** *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. México, Mundi prensa, Gira e Instituto de Ecología UNAM.
- Masera, O., y López-Ridaura, S. (2000).** *Sustentabilidad y sistemas campesinos; cinco experiencias de evaluación en el México rural*. México, D.F., Mundi prensa, PUMA, Instituto de Ecología-UNAM.
- Maynard, L., Loos, J., Hintz, H., Warner, R. (1988).** *Nutrición animal*. México D.F., Mc Graw Hill.
- Méndez, D, Tzinzun, R, y Val, D. (2000)** *Evaluación productiva, de efecto ambiental y de problemas relevantes en explotaciones lecheras de pequeña escala*. En Journal Livestock Research for Rural Development, 12, 1.
- Meléndez, R. Baños, A, Alonso, F. Aguilar, A. (1984)** *Mercadeo de Productos Agropecuarios*. México. Ed. Limusa.
- Mc Donald, P., Edwards, R. Greenhalg, J. (1988).** *Animal Nutrition*, Logman scientific technical.
- Mueller, 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 Germany.
- Munashinghe, M. (1995).** *Defining and Measuring sustainability*. Washigton DC, United Nations University and The Biogeophysical Foundations.
- Muñoz, M. R. (1995).** *Retos y oportunidades del Sistema Leche ante la Apertura Comercial*. Chapingo Estado de México, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial.
- Murillo, R., C. (1997).** *Desarrollo Sostenible: el gran reto para el próximo milenio*. El concepto de Desarrollo Sostenible; Dimensiones Económica, Social, y Ambiental. Curso organizado por el Proyecto de Apoyo al Sistema para el Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo. San José Costa Rica., BID.

- Narváez, C. G.** (1996). *Evaluación de la sustentabilidad campesina: Un estudio de caso en el Norte del Istmo Oaxaqueño*. Tesis de Maestría Dirección de Centros Regionales. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.
- Núñez, M., A.** (2000). *Manual de técnicas Agroecológicas*. Edit. PNUMA. Serie manuales de educación y capacitación ambiental. México D.F.
- Oltenacu, P., A. y Allen, M., S.** (1980). *Resource-cultural energy requeriments of the dairy production system*. Handbook of energy utilization in agriculture. P. David. Florida, USA, CRC press: 363-378.
- Pastrana, R., J.** (2001). *Estudio de algunas variables sociales de familias productoras de leche en pequeña escala*. Tesis de licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Departamento de Economía y Administración. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pedraza, F., A. M.** (1999). *Evaluación de costos de operación, de la producción de leche en pequeña escala en el ejido San Cristóbal, municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México*. Tesis de licenciatura Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El Cerrillo, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Perales, R., M.A., Fregoso, T., L., Martínez, A., C., Cuevas, R., V., Loaiza, M. A., Reyes, J., J., Moreno, G., T., Palacios, V., O., Guzmán, R., J.** (2000) *Evaluación del sistema agro-silvo-pastoril del Sur de Sinaloa*. En *Sustentabilidad y sistemas campesinos; cinco experiencias de evaluación en el México rural*. México, D.F., Mundi prensa, PUMA, Instituto de Ecología-UNAM. p.p. 143-203
- Pérez, M. y. Payan, M.** (1984). *Potencial lechero del Estado de México*. Toluca, Méx., INIFAP-SARH. documento
- Pérez, M. y. Payan, M.** (1990). "Situación actual de la producción lechera en el Estado de México." *En 10 años de investigación pecuaria en la región central de México (SARH,CIFAP-MEX Y CHAPINGO)*: 67-78.
- Pérez, B., M., A.** (1999). *Evaluación de la sostenibilidad predial del sistema de producción bovino de leche en la Sabana Bogota, Colombia*. Tesis de Maestría en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible. Universidad Internacional de Andalucía.

- Pretty, J., N.** (1995) *Regenerating Agriculture. Policies and practice for sustainability and self-reliance*. London; Earthscan.
- Renobato, V., F.** (2001). *Evaluación de los costos de producción de la lechería en pequeña escala en el ejido de Benito Juárez en el Estado de México*. Tesis de licenciatura en MVZ Departamento de Economía y Administración. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ríos, G, H.** (2003) *Evaluación de dos comunidades rurales en términos de sustentabilidad utilizando indicadores sociales*. Tesis de licenciatura en Sociología. Universidad Autónoma del Estado de México. En proceso.
- Rojo, G., H. E. y Valdés, M. J.L.** (1996). *Análisis del agroecosistema de producción de leche en pequeña escala en el ejido San Cristóbal, municipio de Almoloya de Juárez*. Tesis de licenciatura Unidad Académica Profesional de Temascaltepec. Toluca México, UAEM: 127.
- SAGAR,** (1992) *Alternativas de producción para sistemas agropecuarios del Distrito de Desarrollo Rural No. 1 a través del Programa de Investigación y Extensión (PIEX)*. Documento.
- SAGAR/DDRI** (1998). *Información Básica*. Toluca, México, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Documento interno.
- SAGAR/DDRI** (2000). *Información Básica*. Toluca, México, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Documento interno.
- Schaller, N.** (1993). "The concept of agricultural sustainability." Agriculture, Ecosystems and Environment **46**: 165-177.
- Soto, I., E., Frisch, G, U., de Haro, D, A. y Ruíz, B. J.** (1988). *Panorama de la ganadería mexicana: aspectos estructurales*. México D.F., SEP.
- Spedding, C. R. W.** (1982). *Energy use in livestock production*. In D.W. Robinson and R.C. Mollan (ed.) *Energy management and agriculture*. Proceedings of the first international summer school in agriculture. Dublin: Royal Dublin Society.
- Spedding, C. R. W.** (1995). "Sustainability in animal productions systems." Animal Sciences **61**: 1-8.

- Spencer, D. S. C. y Swift, M.J** (1992). "Sustainable agriculture: Definition and measurement."
- Stockle, C. O. P., R. Saxton, G. Campbell, G.** (1994). "A framerwork for evaluating the sustainability of agricultural productions systems." American journal of alternative agriculture **9**(1-2): 45-51.
- Tejada, H., I.** (1983) *Manual de laboratorio para el análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal.* México. Ed. PAIEPEME
- Thomas, P. C.** (1990). *Predicting the nutritive value of compound feeds for ruminants.* Feedstuff evaluation. C. Wiseman J., D., J. England, Butterworth: 285-325.
- Toledo, V. M.** (1999). "*Hacia una modernidad alternativa.*" Renglon **41-42**: 5-11.
- Toledo. V.M.** (1994) *Etnoecología y estrategias campesinas de producción de alimentos: criterios para un modelo alternativo.* En el agua y la energía en la cadena alimentaria: granos básicos. (comp. Mario Bauer) Ed. IIEC/UNAM
- Torres, L. P. Cruz, Herrera, G. L., Méndez G. y Rivas, V. A.C.** (1999). "*Indicadores del Desarrollo Sustentable: su construcción y usos en contextos rurales.*" En revista Argumentos: 5-31.
- Triomphe, B.** (1996). "*Estimaciones de rendimiento de maíz en milpas de campesinos.*" Red gestión de recursos naturales **5**: 22-31.
- UICN** (1997). *Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sustentabilidad. Serie herramientas y capacitación.* Documento (Unión Mundial para la Naturaleza. 1997. México, Unión Mundial Para la Naturaleza.
- Velázquez, C., A.** (1999) *Variedades de maíz y tecnología de producción para los principales agrosistemas en el Estado de México.* En tecnología de producción agropecuaria en el Estado de México. CEVAMEX, publicación especial No. 20
- Villa, M., C.** (1997). *Caracterización de los sistemas de producción de leche a nivel pequeño productor, en el municipio de Tenango del Valle, Estado de México.* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México.

- Villa, M., C.** (2002) *Aplicación del MESMIS en la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas horticultura-ganado lechero, en Tenango del Valle, México*. Tesis de Maestría facultad de MVZ de la UNAM
- Wiggins, S.,** Tzintzun, R., Ramírez, M., Ramírez, G., R., Ramírez, V., F., Ortiz, O., G., Piña, C., B., Aguilar, B., U., Espinoza, O. A., Pedraza, F. A., Rivera, H. G., Arriaga, J. C. (2001). *Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala en la zona central de México*. Cuadernos de Investigación Cuarta época/19 Edit por la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, UAEM.
- Winograd, M.** (1995). *Indicadores Ambientales para América Latina y el Caribe: Hacia la sustentabilidad en el uso de la tierra*. Costa Rica, IICA/GTZ.
- Yépez, P., C.** (1997). *Evaluación de la sustentabilidad del cafetal bajo manejo orgánico, mediante balance de nutrientes en la unión Majomut, Chiapas*. Tesis de licenciatura Programa interdepartamental de servicios en Agroecología. Chapingo, Méx., Universidad Autónoma de Chapingo.
- Zorrilla, R. F.,** Ramírez, V.G.F., Salazar, G.G., Martínez, L. R., y Padilla, R. F. J. (1997). *Descripción cuantitativa y cualitativa del sistema lechería familiar en los Altos de Jalisco*. Seminario-taller nacional en sistemas de producción de leche en pequeña escala, Toluca, Estado de México.

ANEXO “A”

INSTRUMENTOS

**GUÍA PARA LA ENTREVISTA SOBRE LA PERSPECTIVA DE LOS CAMPESINOS QUE
TIENE SOBRE SU SISTEMA**

nombre del
productor_____ fecha_____

1. Le gusta tener vacas?

si, porque

no, porqué

2. Si pudiera cambiar algunas cosas, ¿cuáles le gustaría cambiar? y ¿cuáles no le gustara cambiar:

3. De la manera en que vienen trabajando ¿cuánto tiempo cree que duren las vacas y el maíz?

toda la vida

solo 5 años mas

unos 20 años

otros

4. De acuerdo a lo que contestó, a que cree que se deba

5. Como ve su forma de producir, buena, mala, en que necesitaría ayuda:

tecnología

organización

mercados

créditos

etc

6.- ¿Cómo decide cuántas vacas puede mantener?

mano de obra disponible

superficie de maíz

demanda de leche

otras

Guía de la entrevista para establecer el manejo de la pradera y del maíz

Los trabajos, dosis de fertilización que le hace a su pradera, son los que los técnicos le han recomendado, si porque no porque

Que beneficios a observado con la pradera

Mas producción_____ menos concentrado_____ forraje verde todo el año_____ otros_____

Respecto al maíz

Porque sigue sembrando maíz, si dice que no le conviene

De la superficie que tiene, cuánto la siembra con otro cultivo_____ con cuales?_____ ¿cuanta superficie siembra con semilla criolla o propia?_____

Con relación a los problemas de heladas y exceso de agua del año 2000. ¿cuánto cosechó de maíz el año 1999_____ en la misma hectárea cuanto cosechó el año 2000_____

La dosis de fertilización que utiliza en el maíz desde cuando la usa y quien se la recomendó.

¿cuánto estiércol le pone a una ha? ¿cómo lo aplica? mateado_____ o tendido_____ y cada cuando le toca a la ha. _____

Si utiliza estiércol en la milpa, aplica la misma cantidad de fertilizante._____

Del maíz que produce cuánto destina para la casa_____ (cuántas personas) para la venta _____ y para los animales_____

¿Realiza algunas prácticas para conservar el suelo?
¿cuáles?_____

GUÍA PARA LA ENTREVISTA SOBRE LAS CONDICIONES SOCIALES DE LAS UNIDADES

¿Cuánta gente trabaja fuera de la unidad? _____

¿Le ayudan con dinero? _____ ¿Es posible saber con cuánto le ayudan y cada que tiempo? _____

¿Cree que sus hijos regresaran con el tiempo al ejido? si, porque, no, porque

¿Considera que están organizados en el ejido?

Sí, porque

no, porque

¿a cree que se deba?

RESPECTO A LA PRODUCCIÓN DE LECHE

¿Que tanto litros aumenta las vacas en las lluvias?

¿Se le han timpanizado sus vacas?

¿ En que épocas se presenta y a que cree que se deba?

¿ Desde cuando le dejan la leche y cuanta le dejan?

¿cuántas horas pastorea sus vacas en secas _____ en lluvias _____

GUÍA DE PREGUNTAS PARA LOS BOTEROS

¿Desde cuando se dedica a ser botero?

¿Cuántos litros de leche recoge?

¿A qué precio la paga?

¿Cuánto gasta diariamente de gasolina, comida, refecciones, equipo?

¿Cuánto considera que le queda diariamente de ganancia?

¿Qué hace con la leche que se le queda?

¿A qué precio vende los quesos?

¿Qué días se le queda más leche y por qué?

¿Cuánto le costó su camioneta y que qué otras cosa necesita para realizar su actividad?

¿Cree que sea posible subir el precio que paga a los productores?

¿Considera que ser botero es un buen negocio? si por que no, porque.

GUÍA DE LAS PREGUNTAS PARA DETERMINAR EL ACCESO A LOS RECURSOS

¿Cómo se distribuyen las áreas de pastoreo?

¿Cuánto se paga o es por antigüedad?

¿Cómo distribuyen el agua?

¿Cuánto cuesta regar con agua de río, de presa y de pozo?

¿Cuál es el procedimiento para los que quieren rentar algún espacio para pastorear?

¿Cualquier persona puede tener vacas?

¿Existe algún mecanismo para organizar la producción de la leche?

Respecto al precio de la leche.

¿Al que produce menos le pagan el mismo precio?.

¿Al que esta más alejado y con caminos menos transitables, le pagan más bajo?

¿Cómo se fija el precio de la leche entre el botero y usted?

¿Cuándo es poca la venta de leche ¿qué hace con la leche que se queda?

Nombre del productor _____ mes _____

Movimiento del hato
Compró ó vendió animales en el mes, si, la respuesta es si, llene lo siguiente:

Animales	Cuantos	Si vendió a que precio (\$)	Si compró a que precio (\$)
Vacas			
Vaquillas			
Becerras			
Toros			
Toretas			
Becerras			
Otros (que)			

Bultos comprados en el mes	Marca del alimento	Precio por bulto (\$)

Del forraje que usted produce, cuanto le dio a sus vacas y al resto del hato en este mes.

rastrojo		
maíz (molido)		
maleza ó hierba		
Pastos nativos ó cañada		
Silo		
Pradera		
Otros (que)		

Salud de los animales

Se le enfermó algún animal este mes? si la respuesta es si, conteste lo siguiente: de qué se enfermó, que medicamento (s) compró y cuánto pagó por la aplicación de los mismos.

En este mes compró ó pagó alguno de las siguientes implementos?:

COMPRAS

Implementos	cuántos en cantidad (kilos, pieza)	a que precio los pagó (\$)
Cubetas		
Lazos		
Jabón		
manta		
montas ó inseminación		
Otros (que)		

Mano de obra

Con relación a la mano de obra familiar, cuántos miembros de la familia trabajaron en la lechería en el mes

¿Contrató gente en este mes ?

Cuánta gente contrató	Cuánto le pago a cada gente por el tiempo que le trabajó	Cuántos días le trabajaron

Venta de productos

Cuánta leche vendió en la semana:

Primera semana _____Its

Segunda semana _____Its

Tercera semana _____Its

Cuarta semana _____Its

¿A qué precio le pagaron el litro \$ _____

¿Cuántos litros de leche se quedan diariamente para su familia? _____Its

¿Cuántos litros dejó para becerros? _____Its y por cuántos días? _____días.

En caso de haber hecho quesos ó algún producto, por favor mencione cuántos litros utilizó, cuántas piezas ó litros le salieron y cuántas vendió o si todo fue para la casa.

Agradecemos su tiempo y su información

Carlos González, Luis Brunett, Adriana Hernández, Jesús D. Romero A.

CUESTIONARIO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MANEJO DE SUS RECURSOS

Nombre del productor _____

fecha _____

¿Cuánto vendió de los siguientes productos?

Productos	1999	2000
Leche: (lt)		
Grano de maíz (ton)		
Forraje: (ton)		
Estiércol (ton)		
Quesos (kg)		

Animales:	Cuántos		A qué precio
Becerras			
Becerras			
Vaca de deshecho			
Vaquilla			
Vaca en producción			

El concentrado que usa ¿qué marca de concentrado compra? ¿Qué porcentaje de proteína tiene? _____ ¿Cómo lo usa, lo mezcla con maíz ó lo da directo? _____.

En cada una de sus milpas que cantidad de fertilizante aplicó

Milpa	Tipo de fertilizante (siembra)	Kg/ha	Fertilizante segunda	Kg/ha

ESTIÉRCOL, ¿CUÁNTO LE PONE A SU MILPA (ESPECIFICAR TAMAÑO) Y SI SE DISMINUYE EL FERTILIZANTE QUÍMICO, SI ¿EN QUE PROPORCIÓN? NO, ¿POR QUÉ?.

¿Cuánto paga por el agua que consume, _____ le cobran por animal?

Con relación al agua para riego

¿En cuántas horas riega una ha? _____ ¿cuanto le cuesta en dinero? _____ y ¿sabe cuanta luz gasta? _____ si, es por medio de motor ¿cuantos litros diesel ó gasolina gasta? _____ y cuánto dinero es _____

CON RELACIÓN A LA PERCEPCIÓN QUE TIENE SOBRE SUS RECURSOS

¿CUÁNTAS CLASES DE SUELO CONOCE?

¿CÓMO LO RECONOCE? _____

¿Sabe si su tierra está cansada? Si, ¿cómo?

¿Sabe, qué hacer para remediar la situación?:

Sí, como _____

No, porque _____

¿Cómo sabe el comportamiento del clima?, si va a helar, viento fuerte, etc.

CON RELACIÓN AL USO DE SUS RECURSOS

¿Cómo determina cuántos animales puede tener en su casa?

- forraje disponible
 - por la mano de obra existente
 - espacio del establo
 - precio de la leche
 - otras cuales
-

¿Cómo es el ciclo de sus animales?

PARA LA AGRICULTURA

¿Siembra otros cultivos, asociados ó destina áreas especiales. ¿cuánto le rinden y para que los usa?:

CON RELACIÓN A TODAS SUS MILPAS, DESTINADAS AL MAÍZ, ¿QUÉ TRABAJOS LES HACE Y CUÁNTO TIEMPO SE TARDA? Y ¿CUÁL ES EL CONSUMO DE DIESEL? (TRACTOR)

Actividad	Riego	temporal	Función
Limpia			
Barbecho			
Rastra			
Siembra y fertilización			
Segunda			
Resiembra			
Segunda fertilización			
Herbicida			
Cosecha			
Transporte del grano			

Con relación a todas sus milpas, ¿qué trabajos les hace? (yunta)

Actividad	Riego	temporal	Función
Limpia			
Barbecho			
Rastra			
Siembra y fertilización			
Segunda			
Resiembra			
Segunda fertilización			
Herbicida			
Cosecha			
Transporte del grano			

De algunas de su milpas _____superficie, ¿cuánto cosechó este año?_____ton y ¿cuánto el año pasado?_____. en la misma milpa.
A qué cree que se deba esa diferencia:

¿Cuánto rastrojo produce una ha? _____tons

¿cuál es el precio del rastrojo? parado _____ó cortado _____

Con relación al estiércol

Tiempo para cargarlo_____con ¿cuánta gente?_____

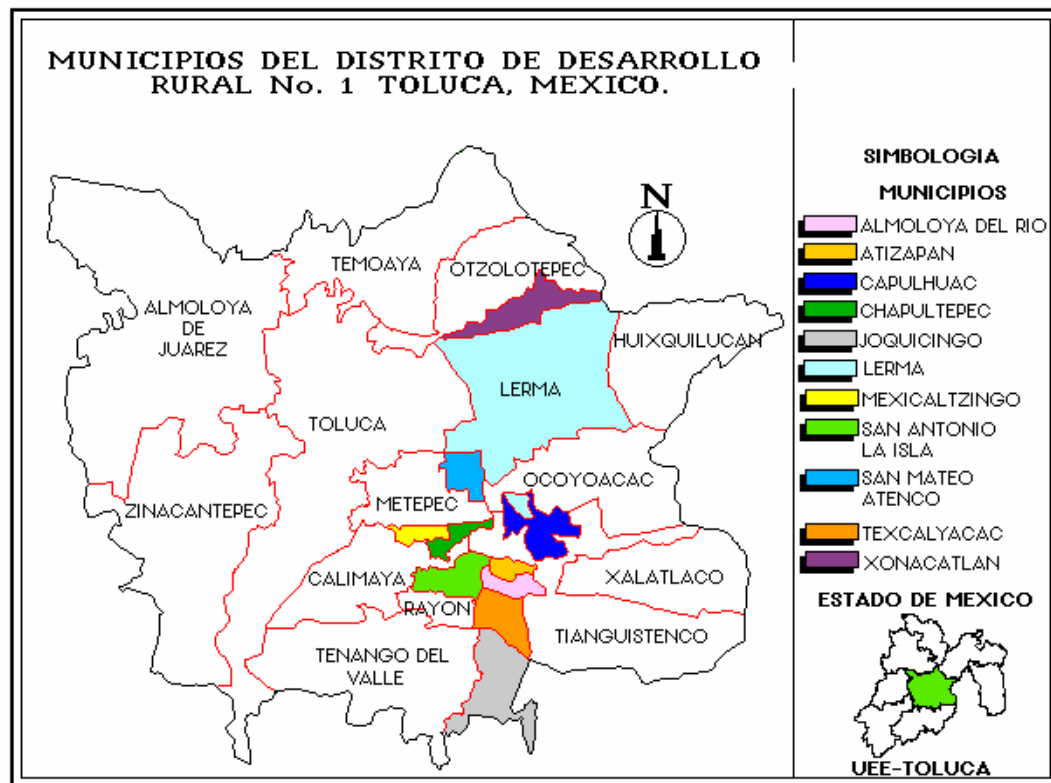
para transportarlo a la milpa _____tirar el estiércol en la milpa. ¿cuánto tiempo? _____con cuánta gente_____

¿Cuánto estiércol le aplica a su milpa? Y cada que tiempo?

ANEXO “B”

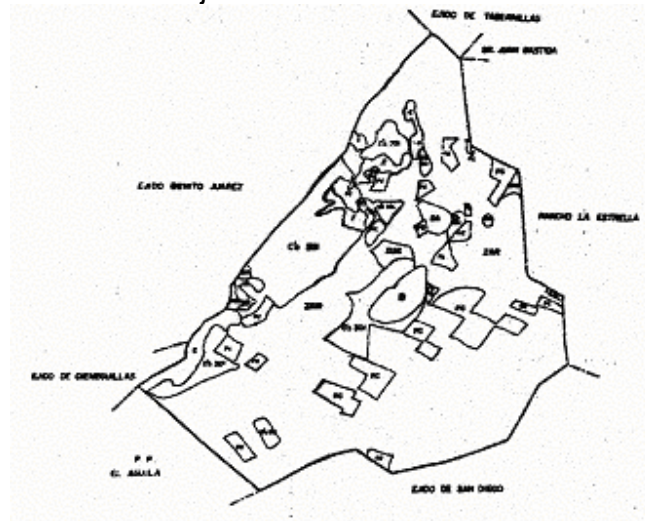
MAPAS Y RESULTADOS COMPLEMENTARIOS

Mapa de los municipios del Valle de Toluca

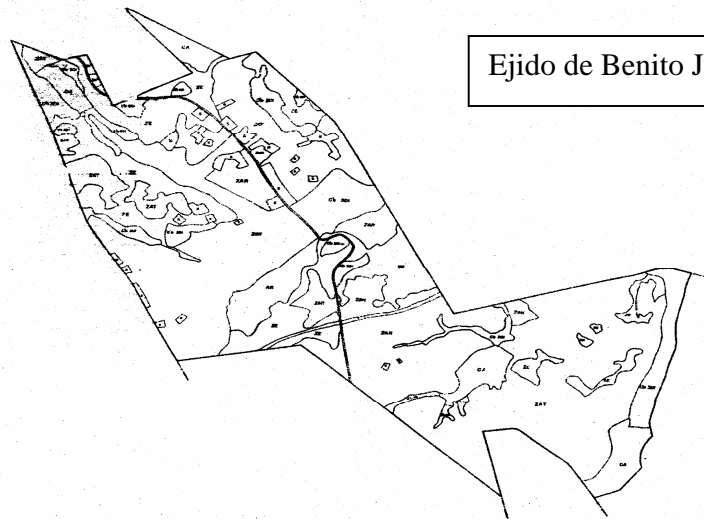


Mapas de los ejidos estudiados

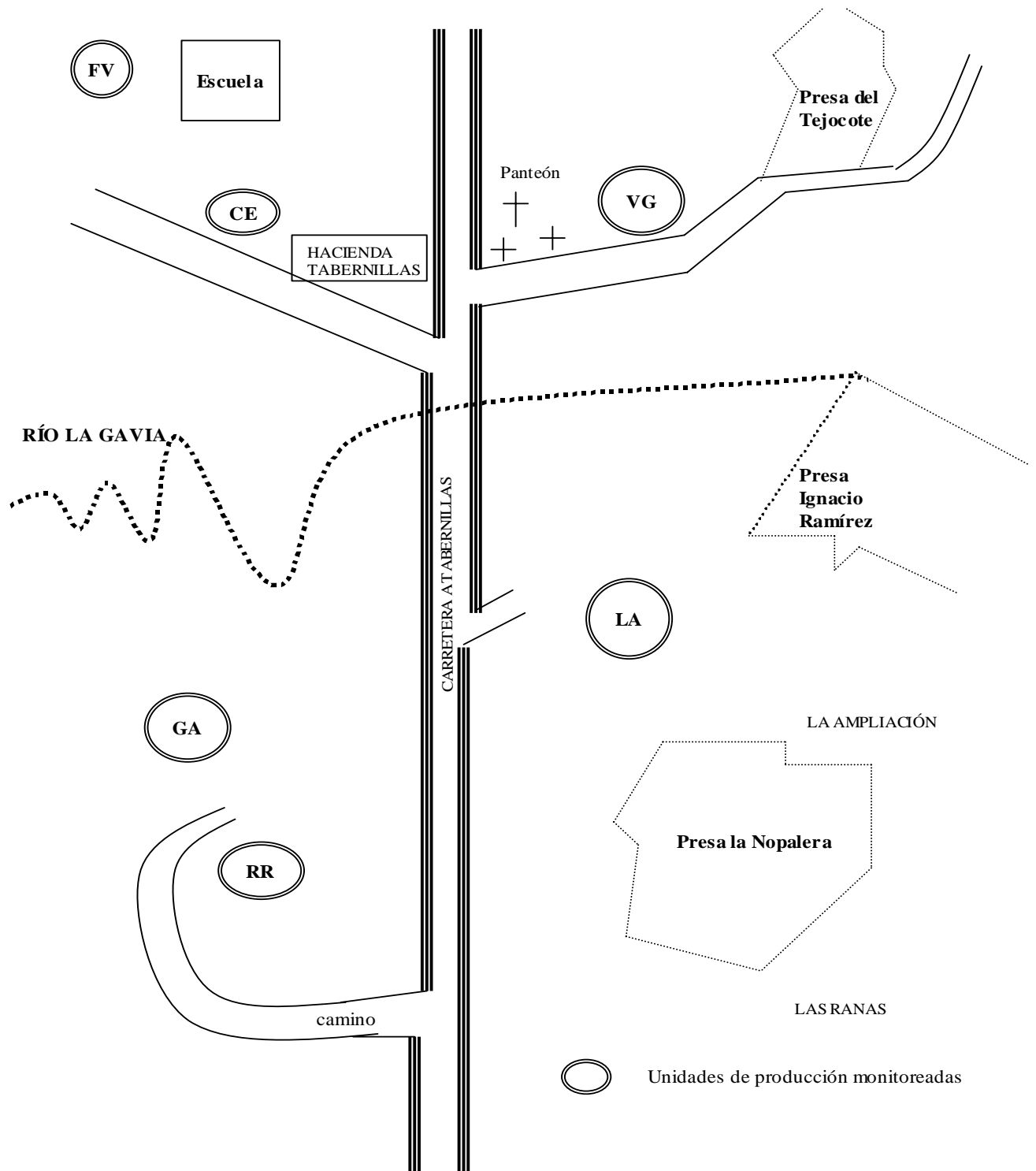
Ejido de San Cristóbal



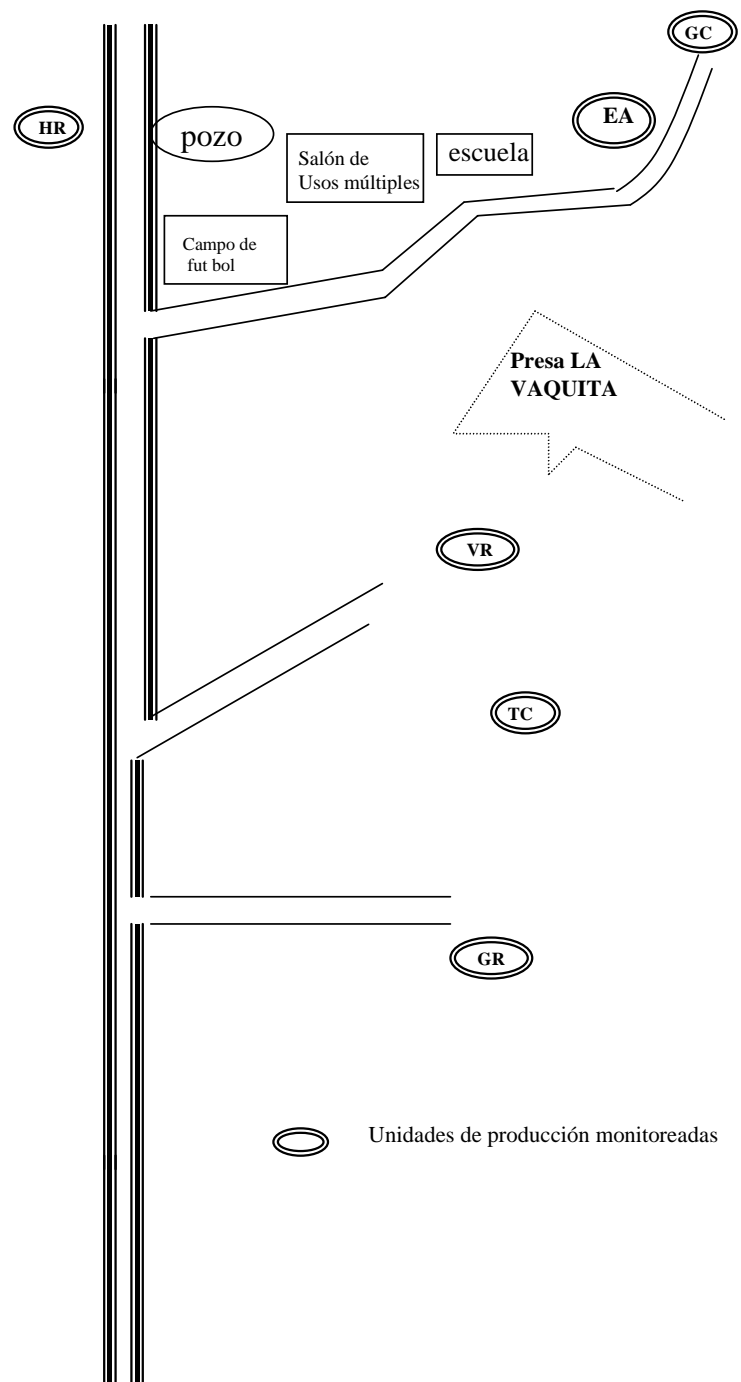
Ejido de Benito Juárez



4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN EN ESTUDIO EN EL AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL (EJIDO BENITO JUÁREZ)



4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN EN ESTUDIO EN EL AGROECOSISTEMA ALTERNATIVO (EJIDO SAN CRISTÓBAL)



CONSUMO DE FERTILIZANTE EN PRADERA, 1999 Y 2000								
	FUENTE	KGS	KG DE N	SUP	costo kg 1.20	IGUAL A HA.	precioxha	
								1999
Agroecosistema Alternativo								
Unidad GR	urea	275.00	126.50	0.25	330.00	506.0	607.2	
Unidad GC	urea	450.00	207.00	0.80	540.00	258.8	310.5	
Unidad TC	urea	600.00	276.00	1.25	720.00	220.8	265.0	
Unidad EA	urea	1350	621.00	2.75	1,620.00	225.8	271.0	
						302.8		
Agroecosistema Convencional								
Unidad FV	urea	100	46.00	0.25	132.00	184.0	242.9	2000
Unidad RR	triple 17	50	77.50	0.25	92.00	310.0	570.4	
	urea	150			198.00			
Unidad LA	urea	100	46.00	0.25	132.00	184.0	242.9	
Unidad VG	urea	300	138.00	0.50	396.00	276.0	364.3	
Unidad CE	urea	300	138.00	0.50	396.00	276.0	364.3	
	18-46-00	50				245.3		
Agroecosistema Alternativo								
Unidad GR	urea	275.00	126.50	0.25	363.00	506.0	667.9	
Unidad VR	urea	375.00	172.50	0.50	495.00	345.0	455.4	
Unidad GC	urea	500.00	230.00	0.80	660.00	287.5	379.5	
Unidad TC	urea	400.00	184.00	1.25	528.00	147.2	194.3	
Unidad HR	urea	800.00	368.00	2.50	1056.00	147.2	194.3	
Unidad EA	urea	1100.00	506.00	2.75	1452.00	184.0	242.9	
PROMEDIO		470.0				286.6		

CONSUMO DE FERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE MAÍZ Y PRADERA

CONSUMO DE FERTILIZANTE POR HA EN MAÍZ EN P/V 2000	FORMULA UTILIZADA A LA SIEMBRA	KG UTILIZADOS	SEGUNDA FERTILIZACIÓN	KG UTILIZADOS	CONVERSIÓN EN LA PRIMERA	CONVERSIÓN EN LA SEGUNDA	CONVERSIÓN TOTAL EN NITRÓGENO	CONVERSIÓN A FOSFORO	CONVERSIÓN A POTASIO	DOSIS RECOMENDADA A DE N (KG)	DOSIS RECOMENDADA A DE P	DOSIS RECOMENDADA A DE K
										160.00	80.00	30.00
Unidad FV	18-46-00	150	UREA	400	27	184	211.00	69.00	0.00	131.88	86.25	0.00
Unidad CE	18-46-00	200	UREA	350	36	161	197.00	92.00		123.13	115.00	0.00
Unidad VG		367	UREA	400		184	198.00			123.75	0.00	66.00
	SUPER FOSFATO	267			0			122.82	0.00			
	SULFATO DE AMONIO	67			14							
	CLORURO DE POTASIO	33							19.80			
Unidad JG	SUPER FOSFATO	300	UREA	400		184	216.00	138.00		135.00	172.50	0.00
	SULFATO DE AMONIO	150			32							
Unidad GA	MEZCLA MAICERA	300	UREA	300	48	138	186.00	63.00	21.00	116.25	78.75	70.00
Unidad RR	18-46-00	250	UREA	300	45	138	183.00	115.00	0.00	114.38	143.75	0.00
Unidad LA	CALCIO SIMPLE	150	UREA	200		92	138.00	30.00		86.25	37.50	0.00
	UREA	100	UREA	200	46							
				318.75								
Unidad EA	18-46-00	150	UREA	400	27	184	211.00	69.00	0.00	131.88	86.25	0.00
Unidad GC	18-46-00	300	UREA	300	54	138	192.00	138		120.00	172.50	0.00
Unidad GR	18-46-00	150	UREA	200	27	92	119.00	69		74.38	86.25	0.00
Unidad TC	SUPER TRIPLE	150	UREA	450	26	207	232.50	69.00		145.31	86.25	0.00
Unidad HR	TRIPLE 17	150	UREA	350	49	161	209.00	25.50	30.00	130.63	31.88	100.00
	POTASIO	50				0	0.00			0.00	0.00	0.00
	UREA	50			23	0				0.00	0.00	0.00
Unidad VR	18-46-00	200	UREA	200.00	36	92	128.00	92		80.00	115.00	0.00
				316.67								

VALOR ENERGÉTICO DEL CONCENTRADO, 1999

SISTEMA CONVENCIONAL				
UNIDAD	kgs de concentrado/año	materia seca	factor	conversión Mcal
		91.5	17.661	0.239
FV	1760	1610.4	28441.27	6797.46
RR	2400	2196	38783.56	9269.27
GA	160	146.4	2585.57	617.95
LA	880.00	805.2	14220.64	3398.73
VG	3920.00	3586.8	63346.47	15139.81
CE	2708	2477.82	43760.78	10458.83
	1824.00	1669		7044.65
SISTEMA ALTERNATIVO				
GR	2080.00	1830.4	32326.69	7726.08
GC	7480.00	6582.4	116251.77	27784.17
TC	4640.00	4083.2	72113.40	17235.10
EA	10720.00	9433.6	166606.81	39819.03
	4733.33	4165		17581.78

VALOR ENERGÉTICO DEL CONCENTRADO, 2000

SISTEMA CONVENCIONAL				
UNIDAD	kgs de concentrado/año	materia seca	factor	conversión Mcal
		91.5	17.661	0.239
FV	1600	1464	25855.70	6179.51
RR	3120	2854.8	50418.62	12050.05
GA	0	0	0.00	0.00
LA	160	146.4	2585.57	617.95
VG	3840	3513.6	62053.69	14830.83
CE	3000	2745	48479.45	11586.59
	1953.33	1787		7544.16
SISTEMA ALTERNATIVO				
GR	2640	2323.2	41030.04	9806.18
VR	5560	4892.8	86411.74	20652.41
GC	5920	5209.6	92006.75	21989.61
TC	3800	3344	59058.38	14114.95
HR	7520	6617.6	116873.43	27932.75
EA	10720.00	9433.6	166606.81	39819.03
	6026.67	5303		22385.82

Egreso de Nitrógeno a los Agroecosistemas KG/año										
	LECHE		GRANO		ESTIÉRCOL		CARNE		GRAN TOTAL	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
FV	52.64	50.16	43.50		47.00			5.00	143.14	55.16
RR	38.67	48.14	43.50	36.25			16.12	3.00	98.29	87.39
GA	3.43	1.35	29.00					1.00	32.43	2.35
LA	10.23	15.66	21.75				12.50		44.48	15.66
VG	76.90	79.48	217.50	203.00	75.20	37.60	22.50	142.50	392.10	462.58
OE	23.89	39.38		21.75			16.12		40.01	61.13
promedio	34.29	39.03	71.05	87.00	61.10	37.60	16.81	37.88	125.08	114.05
porcentaje	27.42	34.22	56.81	76.29	48.85	32.97	13.44	33.21	146.51	176.69
GR	39.77	69.95	23.20					1.00	62.97	70.95
VR		107.07		43.50				1.00	0.00	151.57
GC	87.67	118.66					45.00		132.67	118.66
TC	57.43	69.34	76.85					3.00	134.28	72.34
HR		147.09		17.40				6.00	0.00	170.49
EA	347.00	310.30					62.50	8.00	409.50	318.30
promedio	132.97	137.07	50.03	30.45	0.00	0.00	53.75	3.80	123.24	150.39
porcentaje	107.90	91.14	40.59	20.25	0.00	0.00	43.62	2.53	192.10	113.92

Ingreso de Nitrógeno a los Agroecosistemas KG/año								
	fertilizante en Pradera		Fertilizante en Maíz		CONCENTRADO		GRAN TOTAL	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
FV		46.00	422.00	422.00	50.69	46.08	472.69	514.08
RR		77.50	549.00	549.00	69.12	89.85	618.12	716.35
GA			744.00	744.00	4.61	0	748.61	744.00
LA		46.00	644.00	552.00	25.74	4.61	669.74	602.61
VG		138.00	1287.00	1287.00	112.9	110.59	1399.90	1535.59
CE		138.00	1288.00	1576.00	77.99	86.4	1365.99	1800.4
promedio		89.10	822.33	855.00	56.84	56.26	879.18	985.51
Porcentaje	0	9.04	93.53	86.76	6.47	5.71	100.00	100.00
GR	126.50	126.00	119.00	119.00	59.90	76.03	305.40	321.03
VR		230.00		128.00		160.12	0.00	518.12
GC	207.00	230.00	672.00	672.00	215.43	170.49	1094.43	1072.49
TC	276.00	184.00	813.00	813.00	133.63	109.44	1222.63	1106.44
HR		368.00	735.00	731.00		216.57	735.00	1315.57
EA	621.00	506.00	1155.00	1160.00	308.70	308.70	2084.70	1974.70
promedio	307.63	274.00	698.80	603.83	179.42	173.56	907.03	1051.39
Porcentaje	33.92	26.06	77.04	57.43	19.78	16.51	100.00	100.00

Ingresos de energía en los dos agroecosistemas (Mcal/unidad)					
1999			2000		
	Alimento concentrado	Mcal	Alimento concentrado	Mcal	
FV	6797.46	6797.46	6179.51	6179.51	Agroecosistema Convencional
RR	9269.27	9269.27	12050.05	12050.05	
LA	617.95	617.95	617.95	617.95	
GA	3398.73	3398.73	0	0	
VG	15139.81	15139.81	14830.3	14830.3	
CE	10458.83	10458.83	11586.59	11586.59	
promedio	7613.68	7613.68	7544.07	7544.07	
GR	7736.08	7736.08	9806.18	9806.18	Agroecosistema Alternativo
VR			20652.41	20652.41	
GC	27784.17	27784.17	21989.61	21989.61	
TC	17235.10	17235.10	14114.95	14114.95	
HR			27932.75	27932.75	
EA	39819.03	39819.03	39819.03	39819.03	
promedio	23143.60	23143.60	22385.82	22385.82	

Egresos de energía por concepto en los dos agroecosistemas (Mcal/unidad)										
1999						2000				
	leche	grano	estiércol	carne	Mcal	leche	grano	estiércol	carne	Mcal
FV	7230.86	12573.03	24796.25	0.00	44600.14	6890.93	0	0	524.84	7415.78
RR	5311.96	12573.03	0	2615.62	20500.61	6612.37	10477.53	0	2624.22	19714.12
LA	1405.22	6286.52	0	2090.77	9782.50	2151.26	0	0	7522.76	9674.03
GA	471.62	8382.02	0	0.00	8853.64	186.17	0	0	1530.80	1716.96
VG	10562.56	62865.15	19837.00	3061.59	96326.30	10917.66	58674.14	478.00	15482.90	85552.69
OE	3282.05	0.00	0	2604.14	5886.20	5409.18	6286.515	0	0.00	11695.70
promedio	4710.71	17113.29	7438.88	1728.69	30991.57	5361.26	12573.03	79.67	4614.25	22628.21
%	15.20	55.22	24.00	5.58	100.00	23.69	55.56	0.35	20.39	100.00
GR	5462.97	6705.62	0	0.00	12168.58	8646.42	0	0	262.42	8908.84
HR	0.00	0.00	0	0.00	0.00	20203.25	5029.21	0	7085.39	32317.86
GC	12042.24	0	0	6123.18	18165.42	16299.26	0	0	0.00	16299.26
TC	7889.34	22212.35	0	0.00	30101.69	9524.85	0	0	4461.17	13986.03
VR	0.00	0.00	0	0.00	0.00	14424.49	12573.03	0	3630.17	30627.69
EA	47782.85	0.00	0	10496.88	58279.73	42620.51	0	0	12246.36	54866.87
promedio	12196.23	4819.66	0.00	2770.01	19785.90	18619.80	2933.71	0.00	4614.25	26167.76
%	61.64	24.36	0.00	14.00	100.00	71.16	11.21	0.00	17.63	100.00

Comparativo de consumo de energía indirecta															
PRODUCTOR	fertilizante*			herbicida			concentrado			diesel			maquinaria		
	1999	%	2000	1999	%	2000	1999	%	2000	1999	%	2000	1999	%	2000
Unidad FV	588850	62.83	7211550	67.13	342000	3.60	342000	3.18	4761.64	0.05	4328.768	0.04	3142620	33.08	3142620
Unidad CE	18589050	24.24	21972055.75	27.47	912000	1.19	912000	1.14	7304.80	0.01	8116.44	0.01	55936880	74.34	55936880
Unidad VG	18161467.5	32.52	17735702.25	32.00	741000	1.33	741000	1.34	10551.37	0.02	10389.0432	0.02	3579883.75	65.88	3579883.75
Unidad GA	10701300	84.01	10860900	84.21	456000	3.58	456000	3.54	432.88	0.00	0.00	0.00	1552824	12.19	1552824
Unidad RR	8836650	87.67	10929150	89.78	342000	3.39	342000	2.81	6493.15	0.06	8441.0976	0.07	873463.5	8.67	873463.5
Unidad LA	8831000	83.14	8620510	82.66	228000	2.12	228000	2.19	2380.82	0.02	432.8768	0.00	1552824	14.46	1552824
PROMEDIO	11861502.92	62.40	12888811.33	63.87	503500	2.54	503500	2.37	5320.78	0.03	5284.704257	0.02	14408472.04	34.77	14408472.18
PORCENTAJE															
Unidad EA	34375975	53.57	31270975	51.21	627000	0.98	627000	1.03	28948.64	0.05	28948.636	0.05	29027641.5	45.23	29027641.5
Unidad GC	15614925	61.48	16236925	62.42	399000	1.57	399000	1.53	20236.99	0.08	16016.4416	0.06	9284593.5	36.55	9284593.5
Unidad GR	5159825	95.16	2802525	91.39	57000	1.05	57000	1.86	5627.40	0.10	7142.4672	0.23	189481.5	3.48	189481.5
Unidad TC	13922362.5	58.27	16406962.5	62.21	598500	2.51	598500	2.27	12553.43	0.05	10280.824	0.04	9284593.5	36.86	9284593.5
Unidad VR			20719018.75	67.94			399000	1.31			20345.2036	0.07			9284593.5
Unidad VR			6272025	95.84			57000	0.87			15042.4688	0.23			189481.5
PROMEDIO	17268371.88	67.12	15617905.21	71.83	420375	1.53	366250	1.48	16841.613	0.07	16296.00787	0.11	9543397.5	31.04	9543397.5
PORCENTAJE															