



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

PROGRAMA EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD
DEL AGROECOSISTEMA MAÍZ EN LA REGIÓN DE
HUAMANTLA, TLAXCALA**

PRIMO SÁNCHEZ MORALES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2012



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR
Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Primo Sánchez Morales** alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Ignacio Ocampo Fletes** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla 07 de diciembre de 2012.


PRIMO SÁNCHEZ MORALES


DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

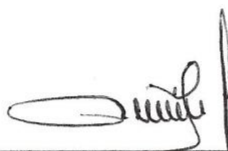
La presente tesis, titulada: **Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala**, realizada por el alumno: **Primo Sánchez Morales**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR:



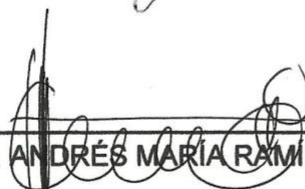
DR. FILEMÓN PARRA INZUNZA

ASESOR:



DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR:



DR. ANDRÉS MARÍA RAMÍREZ

ASESOR:



DR. ADRIÁN ARGUMEDO MACÍAS

Puebla, Puebla, México, 07 de diciembre de 2012

EVALUACIÓN DE L

OECOSISTEMA MAÍZ

EN LA REGIÓN DE HUAMANTLA, TLAXCALA

Primo Sánchez Morales, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2012

Los sistemas de producción agrícola a nivel mundial en los últimos dos y medio siglos han tenido cambios radicales. Para incrementar *la productividad*, gradualmente se han empleado insumos externos producidos por la industria (mecánica, química y biológica). Sin embargo, esos elementos en años recientes han deteriorado, contaminado y erosionado los recursos de los que depende la agricultura. El caso del maíz viene de un arraigo cultural muy fuerte, en México dependemos de este grano para la alimentación básica, y se torna de mucho interés conocer el estado de la sustentabilidad desde una perspectiva tridimensional (ámbitos social, ambiental y económico). Por eso, el objeto fue evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz y conocer los aportes para la seguridad alimentaria en la región de Huamantla, Tlaxcala, a través de comparar dos sistemas de producción dominantes: Sistema de Producción Tradicional (SPTrad) y el Sistema de Producción Tendiente al Agroindustrial (SPTAgroind). Desde el paradigma agroecológico, se aprovechó el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) y se complementó con elementos de análisis multicriterio. Para la recolección de información primaria se emplearon la encuesta y la entrevista semiestructurada. Se evaluaron 18 indicadores de sustentabilidad y los resultados mostraron que ambos sistemas tienen algunas similitudes debido al origen común de los productores, pero que toman rumbos diferentes en sus formas de producción, razón por la que se notan algunos cambios y tendencias. Se concluyó que el SPTrad es más sustentable que el SPTAgroind, debido a la menor dependencia de insumos externos, al nivel de seguridad alimentaria y a la capacidad de adaptación a las políticas agrícolas entre otros factores.

Palabras clave: Agroecosistema, evaluación de sustentabilidad, MESMIS, *Zea mays*.

AN EVALUATION OF MAIZE AGRO-ECOSYSTEM'S SUSTAINABILITY IN THE HUAMANTLA REGION OF TLAXCALA

Primo Sánchez Morales, PhD.

Colegio de Postgraduados, 2012

In the last two hundred and fifty years agricultural production systems have had radical changes worldwide. Technology has significantly increase productivity; but it has also deteriorated, polluted and eroded the resources on which agriculture depends. The case of maize is relevant as it comes from a deep-rooted tradition of consumption in Mexico and it is the main staple food grain in this country as well. The aim of this work is to assess the sustainability of maize agro-ecosystems and to explore its contributions to food security; it does so by comparing two dominant production systems: Traditional Production System (SPTrad) and Production System Tending to Agribusiness (SPTAgroind). The study, based on a study conducted in the region of Huamantla, in the state of Tlaxcala, conducts an analysis of maize from three sustainability perspectives: social, environmental and economic. The agro-ecological paradigm provided the methodological framework for the evaluation of natural resources management systems incorporating sustainability indicators (MESMIS). This evaluation was complemented with multi-criteria analysis. Primary data for this work was collected using a survey and semi-structured interviews in the region of Huamantla. Based on this data and analytical framework, the thesis presents an evaluation of eighteen indicators of sustainability. The results showed that both systems (SPTrad and SPTAgroind) have similarities due to the common origin of the producers; however producers take different paths in their methods of production. This is the reason why some changes and trends are noticed. The thesis concludes that SPTrad is more sustainable than SPTAgroind due to less dependence on external inputs, the level of food security and the adaptability to agricultural policies amongst other factors.

Keywords: Agroecosystem, MESMIS, sustainability evaluation, *Zea mays*.

Dedico el presente trabajo con mucho cariño a:

Mis papás, el Sr. Pedro Sánchez Maravilla y la Sra. Nieves Morales Zárate, por haberme dado la vida y, por lo tanto, la posibilidad de poder conocer las cosas maravillosas de este mundo.

Mi esposa, la profesora Edith Rivas Rocha, por ser mi amiga, mi confidente, mi razón de luchar día a día. Por animarme siempre que estoy decaído, por resistir conmigo las limitaciones, acompañarme en mis tristezas y por compartir tantas alegrías. Por todo el amor que me ha dado, por hacer que vea la vida con mucho optimismo. Pero sobre todo, por apoyarme siempre en nuestro proyecto de vida: nuestra familia.

Mis hijos Daan Jairo y Citlalli, que tanto amo y que también son la razón de mi andar por este mundo. Porque sin ellos mi vida sería incompleta, no tendría la brújula que guía mi camino en esta vida, por ser parte de mi existencia en este viaje por el tiempo y el espacio.

Mis hermanos y hermanas: Catalino†, Isaías, Yolanda, Pedro y Marisol, por su apoyo y su valiosa amistad.

Mis suegros, el Sr. Rafael Rivas Sartillo†, que ya no me acompañó físicamente en la conclusión de este logro, pero que estará en mi mente por siempre, y la Sra. Rosa Blanca Rocha Ábrego, por su confianza, sus sabios consejos, su valioso apoyo y por su motivación para continuar superándome.

A mis sobrinas, sobrinos, cuñadas, cuñados, concuñas, tías y tíos porque he tenido el respaldo familiar en las actividades que he emprendido durante las diversas etapas de mi formación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**Conacyt**) por el apoyo económico que me proporcionó para la realización de mis estudios de Doctorado, sin el cual no me hubiese sido posible continuar en este camino de superación personal dentro de la vida académica.

A la comunidad del Colegio de Postgraduados

Al Colegio de Postgraduados, mi *alma mater*, la más importante en relación a las diversas instituciones educativas por las que he transitado hasta ahora, tanto por el tiempo que estuve como estudiante, como por los niveles académicos cursados. Particularmente agradezco al *Campus* Puebla por el enorme apoyo desde el primer momento que llegué a sus instalaciones y por los aprendizajes que marcaron mi vida profesional y personal.

Al **Dr. Ignacio Ocampo Fletes**, que me supo aconsejar para que este trabajo llegara a su conclusión; por todos los sabios consejos, por su confianza en mí, por saber inculcar el sentido de la honestidad, responsabilidad y compromiso. Por su incondicional apoyo y sus enseñanzas para resolver los obstáculos que se presentaron durante el proceso de elaboración de esta tesis. Además por ser un verdadero maestro, ejemplo a seguir.

Al **Dr. Filemón Parra Inzunza**, por sus invaluable aportes, tan precisos sobre todo en el ámbito económico del trabajo de evaluación. Porque a pesar de sus múltiples ocupaciones se dio tiempo para escuchar mis propuestas y corregirlas cuando éstas no eran claras. Por sus diversas enseñanzas y por su aliento de continuar hacia adelante con este esfuerzo grupal.

Al **Dr. Julio Sánchez Escudero**, que me brindó su confianza y su enorme apoyo en momentos difíciles. Por sus enseñanzas y sus contactos con personas que

están en actividades similares. Por todas las facilidades para que yo siguiese avanzando en las diversas etapas de la investigación. Gracias por su amistad.

Al **Dr. Andrés María Ramírez**, que siempre estuvo atento a mis avances, analizando de manera constructiva y sugiriendo mejoras al trabajo. Por compartirme materiales que sirvieron de apoyo y sustento; por los recorridos de reconocimiento en la zona de estudio y por su confianza.

Al **Dr. Adrián Argumedo Macías**, que en todo momento se mostró crítico y a la vez propositivo con el afán de mejorar este documento. Por sus aportes muy puntuales y acertados en aspectos sociales del trabajo evaluativo. Por enseñarme a dudar y repensar con argumentos lo que afirmo.

A mis profesores: Al Dr. Filemón Parra Inzunza, Dr. Julio Sánchez Escudero, Dr. Tomás Martínez Saldaña, Dr. Hilario Hernández Salgado, Dr. Juventino Ocampo Mendoza, Dr. Sergio Escobedo, Dr. José Luis Jaramillo, Dr. Néstor Estrella Chulím, Dr. Nicolás Gutiérrez Rangel, Dr. Ángel Bustamante González, Dr. Jorge Hernández Plascencia, por los cursos que me ofrecieron y que propiciaron el debate, la lectura, la discusión, el análisis, la reflexión y el aprendizaje. Al licenciado Jorge Rugerio Alvarado, por sus valiosas correcciones en la traducción de textos, por la facilitación de materiales, por sus clases de inglés tan amenas, que regularmente terminaban siendo reflexivas sobre diversos ámbitos cotidianos; gracias por tu valioso apoyo. Al Dr. Antonio Macías López, por las asesorías para el manejo y procesamiento de información a través de la estadística.

A todo el personal del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, Dr. Andrés Pérez Magaña, Dra. Ma. Esther Méndez Cadena, al Dr. Arahón Hernández Guzmán, Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera, Mtro. Zepeda, Lulú, Mago, Malú, Belem y Cristy, así como también a quienes omito, pero que han facilitado y propiciado con su apoyo el sentirme bien dentro del *Campus* Puebla.

A mis compañeras y compañeros de la generación otoño 2008, y a todas y todos aquellos con quienes compartí clases en aulas y momentos de análisis, reflexión y debate para el aprendizaje mutuo. Gracias por su amistad y respeto.

Agradezco a Francisco Javier Ramos Sánchez por su invaluable apoyo en la revisión de este trabajo, por sus aportes puntuales para la sintaxis y mejor legibilidad del documento, pero sobretudo, por su amistad de varios años, por sus enseñanzas cuando compartimos espacios comunes, su congruencia y crítica, por su confianza y apoyo moral en cualquier momento y condición. Gracias por ser un gran amigo.

Particularmente agradezco a todos los campesinos de la zona del Valle de Huamantla por su valiosa información. Porque con su esfuerzo cotidiano, enfrentando riesgos de mercado, climatológicos y de diversa índole nos demuestran que se puede seguir obteniendo el pan de cada día de las entrañas de la madre tierra. Este trabajo de investigación es dedicado a ustedes que son los actores protagónicos.

A los señores Anselmo Ortega Maldonado, presidente del comisariado ejidal de El Carmen Xalpatlahuaya; Antonio Juan Cervantes, comisariado ejidal de Benito Juárez, y a su consejo de vigilancia; Felipe Flores Juárez, de Cuauhtémoc; Miguel Jiménez Florentino, ex comisariado de Francisco Villa y Pedro Montes Trinidad, comisariado ejidal de Lázaro Cárdenas, todos estos ejidos ubicados dentro del área de estudio en el municipio Huamantla.

Igualmente agradezco a Yoselín Juárez Flores (de Cuauhtémoc), a Lourdes Ortega (de El Carmen Xalpatlahuaya), a Juana Gabriela Hernández (de Benito Juárez) y a Alfonso López (de San José Xicohténcatl), por el apoyo para el levantamiento de datos.

A todas y todos los que aquí menciono, pero también a los que omito, agradezco mucho su colaboración, que de alguna manera hizo posible la realización de este trabajo.

CONTENIDO

I. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	Pág.
1.1 Introducción.	1
1.2 Justificación.	4
1.3 Problema de investigación.	10
1.4 Hipótesis.	16
1.4.1 Hipótesis general.	16
1.4.2 Hipótesis específicas.	16
1.5 Objetivos.	17
1.5.1 Objetivo general.	17
1.5.2 Objetivos específicos.	17
 II. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	
 2.1 El desarrollo.	20
2.2 El desarrollo sostenible.	24
2.3 La sustentabilidad.	27
2.4 La sustentabilidad de agroecosistemas.	30
2.5 La agroecología.	32
2.6 El agroecosistema.	35
2.7 El campesinado.	38
2.8 Estrategias campesinas de supervivencia.	42
2.9 Sistema agrícola campesino sustentable.	44
 III. MARCO DE REFERENCIA	
 3.1 La cultura del maíz.	52
3.2 Política agraria.	55
3.3 Autosuficiencia alimentaria.	57
3.4 Seguridad y soberanía alimentarias.	59
3.5 El Tratado de Libre Comercio de América del Norte y la producción de maíz en México.	63

3.6 La Revolución Verde.	65
3.7 ¿Modernización sustentable de la agricultura tradicional?.	69

IV. METODOLOGÍA

4.1 Características generales del municipio de Huamantla.	73
4.1.1 Ubicación y extensión geográfica.	73
4.1.2 Población.	74
4.2 Construcción de la región de estudio.	75
4.3 Enfoque de la investigación.	81
4.4 Técnicas de recolección de información.	82
4.5 El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad.	89

V. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

5.1 Resultados.	92
5.1.1 Definición del objeto de la evaluación (Paso 1).	92
5.1.1.1 Caracterización de los sistemas de producción comparados en el Valle de Huamantla.	93
5.1.2 Identificación de los puntos críticos del sistema (Paso 2).	97
5.1.3 Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores (Paso 3).	98
5.1.4 Medición y monitoreo de los indicadores (Paso 4).	100
5.1.4.1 Atributo Productividad.	101
5.1.4.2 Atributo Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia.	110
5.1.4.3 Atributo Adaptabilidad.	115
5.1.4.4 Atributo Equidad.	129
5.1.4.5 Atributo Autodependencia (autogestión).	138
5.1.5 Presentación e integración de resultados (Paso 5).	146
5.2 Estado de la seguridad alimentaria.	161

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones sobre los resultados de investigación.	167
6.2 Conclusiones sobre el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad.	170
6.3 Recomendaciones.	172
6.3.1 Recomendaciones para el sistema de producción tradicional.	173
6.3.2 Recomendaciones para el sistema de producción agroindustrial.	175
6.3.3 Recomendaciones para el agroecosistema maíz.	176
6.4 Generación, validación y disseminación de tecnologías alternativas.	180
6.5 Planteamiento de líneas estratégicas de sustentabilidad. . . .	186

ÍNDICE DE CUADROS

4.1	Productores por cada sistema productivo a comparar en las 13 comunidades de la zona de estudio.	84
4.2	Resumen del tamaño de población y muestra por sistema de producción.	87
5.1	Caracterización de los sistemas de manejo del cultivo en el Valle de Huamantla.	97
5.2	Puntos críticos del sistema de producción de maíz.	98
5.3	Atributos, puntos críticos e indicadores del sistema maíz.	99
5.4	El atributo productividad y los indicadores para evaluarlo.	102
5.5	Comparación de la biomasa cosechada en el SPTrad durante dos ciclos de cultivo.	103
5.6	Comparación de la biomasa seca cosechada (Bsc) en el SPTAgroind durante dos ciclos de cultivo.	104
5.7	Comparación de la biomasa cosechada entre el SPTrad vs SPTAgroind.	104
5.8	Relación beneficio/costo; máximos, mínimos y promedios por ciclo y sistema de producción.	105
5.9	Comparación de los sistemas de producción por el uso de energéticos fósiles.	110
5.10	Indicadores del atributo Estabilidad, Confiabilidad y Resiliencia.	112
5.11	Comparación de los indicadores respecto a agro biodiversidad, utilizando multicriterio por subindicadores.	114
5.12	Indicadores planteados para evaluar el atributo Adaptabilidad.	116
5.13	Comparación de productores que adoptaron nuevas prácticas.	117
5.14	Valoración de la utilidad de asesorías, intercambios y seguimiento recibidos.	120
5.15	Evaluación del indicador 7 con valores multicriterio para subindicadores.	121
5.16	Relación oferta-demanda por sistema de producción.	122
5.17	Valoración de actividades en porcentaje sobre algunas prácticas tradicionales en ambos sistemas de producción comparados.	124
5.18	Clasificación de los productores respecto a su sensibilidad ecológica.	125
5.19	Nivel de sensibilidad ecológica de productores de los sistemas de producción comparados expresado en porcentaje.	126
5.20	Sensibilidad ecológica adecuada e inadecuada de productores de los sistemas de producción comparados.	127

5.21	Indicadores planteados para evaluar el atributo Equidad.	130
5.22	Balance entre muestras de los sistemas productivos por rubros, expresado en Toneladas Métricas (TM).	132
5.23	Balance entre producción y consumo ideal.	132
5.24	Superficie promedio (ha) destinada al cultivo de maíz y superficie promedio (ha) disponible por productor.	134
5.25	Indicadores del atributo Autodependencia (autogestión).	138
5.26	Comparación de familiares migrantes de acuerdo a los sistemas productivos.	139
5.27	Proporción de migrantes (%), de acuerdo a los sistemas productivos. .	141
5.28	Porcentajes de ingresos de los productores en los dos sistemas productivos.	142
5.29	Valores respecto a los ingresos en la UDC utilizando resultados de subindicadores y valores multicriterio.	143
5.30	Porcentaje de dependencia de maquinaria en diversas actividades en los dos sistemas productivos.	145
5.31	Evaluación de la dependencia de insumos externos empleando valores multicriterio.	146
5.32	Vínculo entre atributos, indicadores, criterios y valores óptimos.	148
5.33	Comparación de niveles de seguridad alimentaria por sistemas productivos, expresados en porcentaje.	165

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Modelo teórico para el estudio de los sistemas de manejo tradicional y en transición hacia la agricultura agroindustrial del agroecosistema maíz.	20
2.2	Componentes de una agricultura campesina sustentable.	46
2.3	Secuencia morfológica desde el teocintle hasta el maíz actual.	53
3.1	Comercio exterior agroalimentario (millones de dólares).	59
3.2	Tendencias en la producción de tres granos en el estado de Tlaxcala. . .	64
4.1	El municipio de Huamantla en el estado de Tlaxcala.	74
4.2	Curvas de Isotermas.	78
4.3	Orografía.	78
4.4	Vías de comunicación.	79
4.5	Límites de la zona de estudio en la región del Valle de Huamantla. . .	80
4.6	Límites de la zona del Valle de Huamantla.	81
5.1	Agroecosistema maíz del Valle de Huamantla.	94
5.2	Despunte de planta de maíz.	95
5.3	Porcentaje y número de cultivos por sistema de producción.	113
5.4	Porcentaje y número de variedades de maíz criollo por productores del sistema de producción.	113
5.5	Obras de conservación por sistema de producción maíz.	115
5.6	Capacitación técnica y aplicación práctica (expresado en porcentaje). . .	121
5.7	Balance producción-consumo por sistema de producción.	123
5.8	Porcentaje respecto a sensibilidad ecológica.	127
5.9	Opinión (%) de los productores sobre políticas públicas.	129
5.10	Nivel de mecanización por sistema productivo.	135
5.11	Curva de Lorenz para la distribución del ingreso bruto en el SPTrad. . .	137
5.12	Curva de Lorenz para la distribución del ingreso bruto en el SPTAgroind.	137
5.13	Migración de familiares del SPTrad.	140
5.14	Migración de familiares del SPTAgroind.	140
5.15	Comparación de la dependencia de insumos por sistema productivo. . .	144

5.16	Comparación de la dependencia de maquinaria y equipo por sistema productivo.	145
5.17	Comparación de 18 indicadores de sustentabilidad del estudio.	150
6.1	Modelo para la generación, validación y diseminación de tecnología alterna.	186

GLOSARIO

CADER	Centro de Apoyo al Desarrollo Rural
CDR	Comisión de Desarrollo Rural
CEDRUS	Consejo Estatal de Desarrollo Rural Sustentable
COLPOS	Colegio de Postgraduados
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
COPLADET	Comité de Planeación para el Desarrollo del estado de Tlaxcala
DDR	Distritos de Desarrollo Rural
DR	Desarrollo Rural
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FP	Fundaciones Produce
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
MCaC	Metodología de Campesino a Campesino.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONG's	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
PET	Programa de Empleo Temporal
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPM	Pan Para el Mundo
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
PRODERI	Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero, A. C.
PRODESCA	Programa para el Desarrollo de Capacidades en el medio Rural
RO	Reglas de Operación
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEFOA	Secretaría de Fomento Agropecuario
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
UNAG	Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (de Nicaragua)
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América

I. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente es el resultado del trabajo de investigación realizado en la parte oriente del estado de Tlaxcala, específicamente en la zona del Valle de Huamantla, área agrícola principalmente de maíz. El estudio se realizó en 13 ejidos y comunidades pertenecientes al municipio Huamantla, localizadas en una parte del denominado *Valle de Huamantla*. En una gran parte de esa franja se produce maíz como cultivo principal, lo mismo sucede en el municipio referido, pues de 26,415 ha de superficie cultivable de su extensión geográfica, de acuerdo al INEGI (2008:514), alrededor del 70% fueron dedicadas en 2008 para la siembra de maíz.

La población total de productores de la zona estudiada es de 1,350, quienes poseen alrededor de 9,700 ha (casi un tercio de la superficie municipal). Se identificaron dos sistemas dominantes: el tradicional (**SPTtrad**) en el que se ubicaron 1,164 campesinos, y el tendiente al agroindustrial (**SPTAgroind**) en el que se encuentran 186 productores. Se calculó el tamaño de muestra en noventa y uno ($n=91$), pero por ajustes se incrementó a cien ($n=100$) y posteriormente por afijación proporcional¹ se determinó el tamaño de muestra en cada uno de los sistemas dominantes.

El objetivo del trabajo fue evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz y sus logros para la seguridad alimentaria, comparando los dos sistemas productivos agrícolas dominantes a través de indicadores de sustentabilidad

¹ En estadística, la afijación proporcional consiste en distribuir los individuos que forman la muestra, proporcionalmente al número c

basados en el enfoque agroecológico, el cual propone un análisis integral y holístico. En la investigación se utilizaron enfoques metodológicos cuantitativos y cualitativos, apoyados con los métodos, técnicas y herramientas pertinentes a cada caso.

Los resultados mostraron que no existen sistemas de producción puros, sin embargo, 86% de productores aún pueden considerarse dentro del sistema de producción tradicional, debido a la mayoría de elementos tecnológicos y socioeconómicos que lo caracterizan, (la producción para cubrir la necesidad de la familia nuclear y sus excedentes se destinan al mercado), mientras que 14% se consideró en el sistema tendiente al agroindustrial, cuya producción está destinada básicamente para el mercado.

Con el propósito de organizar la información, el documento se estructuró en seis capítulos, además de la bibliografía y anexos. En el presente se abordan la justificación, el problema de investigación y algunos antecedentes que explican la realidad de la situación actual. Con el análisis anterior se plantearon la hipótesis general y las específicas, el objetivo general y los específicos.

En el *Capítulo II, Marco teórico-conceptual*, se abordan los elementos teórico-metodológicos que delinearon la investigación, entre otros paradigmas se aborda el de *desarrollo*, que se ha adjetivado básicamente en la década de los ochentas del siglo pasado, entre estos, el de *desarrollo sustentable*, indicativo de la *sustentabilidad*; la *agroecología* es un elemento teórico con el que se estudia el agroecosistema y se evalúan los sistemas de producción (subsistemas). Aquí el sujeto de análisis es el *campesino*, actor fundamental que se enmarca en varias teorías que tratan de explicar su *modus vivendi*, el uso de los recursos naturales y las estrategias que aplica para su supervivencia y reproducción social. También se abordan elementos considerados importantes para que los *sistemas agrícolas campesinos sean más sustentables*.

En el *Capítulo III, Marco de referencia*, se describen los aspectos que contextualizan el trabajo, tales como la *cultura del maíz*, que en el caso del pueblo mexicano, ha estado ligado históricamente a él. No menos importante es la *política*

agraria que enmarca los sistemas productivos y los modelos impulsados desde el sector gubernamental. Tiene una relación directa con la visión de *autosuficiencia, seguridad y soberanía alimentarias*. En este mismo sentido, las políticas globales hegemónicas inciden a niveles nacionales, como el caso de la implementación en México del *Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)*, con un desfavorable impacto en el sector agropecuario.

Asimismo se abordan dos estrategias gubernamentales muy similares aplicadas en diferentes momentos: *la Revolución Verde y el programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO)*. Ambas iniciativas se propusieron hacer más productivos los sistemas de producción agrícolas a costa de la alta dependencia de insumos externos, lo cual las hacía poco sustentables.

En el *Capítulo IV, Metodología*, se presenta la *caracterización del municipio Huamantla, Tlaxcala*, donde se ubicó la zona de estudio, definida a través de una *regionalización* de acuerdo a factores biofísicos y de intereses del mismo trabajo. Se describen el *enfoque* y las herramientas metodológicas que se definieron para abordar el problema de investigación como el *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)*, *los métodos, técnicas y herramientas para la recolección de información, así como el método multicriterio* que se empleó para complementar los mecanismos tradicionales de evaluación utilizando como herramienta el MESMIS.

En el *Capítulo V, Evaluación de la sustentabilidad*, se describen de manera sistemática y ordenada con base en los pasos que sugiere el MESMIS y que incluyen: la *operacionalización, la definición del objeto de estudio, caracterización de los sistemas de producción, planteamiento de 18 indicadores*, hasta la *medición y monitoreo de los indicadores* de acuerdo a los cinco atributos que sugieren Masera et al. (1999), y la *presentación e integración de resultados, conclusiones y recomendaciones*. En esta fase, se destaca el resultado de la evaluación de indicadores a través de la gráfica tipo AMOEBA, que integra los resultados de todos los indicadores para ambos sistemas productivos. En la *discusión* también se

comentan los resultados obtenidos a través del proceso de evaluación de la sustentabilidad de los dos sistemas de producción comparados. Los resultados se analizan por atributos de los sistemas sustentables.

Finalmente en el *Capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones*, se presentan conclusiones genéricas y específicas tanto del proceso del estado de sustentabilidad y la situación de la seguridad alimentaria de cada sistema de producción, como de la herramienta MESMIS. Además, de acuerdo a los resultados y al contexto de la zona de estudio, se sugieren diversas recomendaciones que implicarían acercarse más a un nivel óptimo de sustentabilidad en el ámbito espacial mencionado y en diferentes plazos de tiempo. Asimismo, se plantean algunas líneas estratégicas con un enfoque de sistemas de producción sustentables.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La historia de la humanidad se ha caracterizado por la existencia de diversas formas de relación hombre-naturaleza a las cuales se les ha denominado civilizaciones, modos de producción, o etapas históricas (Toledo, 1995:9). Astier *et al.* (en Masera *et al.*, 2000:275), acotan de cierta forma lo que Toledo precisa como modo de producción con el término *sistema de manejo de recursos naturales*, el cual definen como *el conjunto de prácticas agrícolas*, de las cuales prevalecen los sistemas tradicional y comercial (también llamado agroindustrial).

En este contexto, la agricultura moderna es un sistema de manejo agroindustrial, que ha venido contribuyendo a la actual crisis ambiental desde hace algunas décadas, básicamente desde la llamada “Revolución Verde” a inicios de la década de los 40’s del siglo pasado, y de su implementación en los años sesentas del mismo siglo (Hewitt, 1985:47-89). El origen de esta crisis radica primordialmente en el uso intensivo de prácticas agrícolas, basadas en la alta dependencia de

insumos externos que provocan degradación de suelos, salinización, desertificación, pérdida de biomasa y contaminación por el uso irracional de pesticidas (Conway y Barbier, 2009:142).

Gliessman (2002:3), afirma categóricamente que la agricultura moderna (sistema de manejo agroindustrial), es insostenible y que en el largo plazo no tiene el potencial para producir suficientes alimentos como lo seguirá demandando la creciente población, debido al deterioro que está ocasionando en los recursos naturales involucrados. De acuerdo este autor, el agroecosistema maíz con un manejo agroindustrial es insostenible.

El otro sistema de manejo es el tradicional, al cual Hernández Xolocotzi llamaba la “agricultura de huarache”. Hernández X. *et al.*, 1987 (en Díaz *et al.*, 1998:105-106), también comparan los sistemas de manejo: agricultura tradicional versus agricultura moderna-científica. De acuerdo a estos autores, la agricultura tradicional se caracteriza por estar sustentada en conocimientos empíricos y formas tradicionales de transmisión de conocimientos, además de estar ligada con agricultores de bajos recursos económicos, lo que generalmente conduce al predominio del autoconsumo.

En este sistema se encuentran la mayor parte de agricultores del orbe y la mayor extensión agrícola mundial. La agricultura moderna en cambio, se sustenta en el conocimiento científico occidental, se apoya en sistemas modernos de difusión y cualquier problema lo intenta resolver por medio de la tecnología.

De acuerdo a los elementos que se aplican en cada uno de los sistemas de manejo antes mencionados, es interesante destacar un análisis de la fundación alemana Pan Para el Mundo (PPM), en donde afirma que en 1990, en América Latina 86% de las unidades de producción eran unidades campesinas e indígenas, y sólo 2% eran unidades de gran explotación (con agricultura moderna o agroindustrial), mientras que el restante 12% eran de mediana explotación. Asimismo señala que estos campesinos, en etapa de transición hacia la agricultura moderna, aplican varios elementos del paquete tecnológico de la Revolución Verde;

sus objetivos de producción van cambiando y sus prácticas también tienden a imitar las aplicadas en la agricultura moderna (PPM, 2006:26-27).

Para algunos sistemas de producción es más trascendental algún atributo que otro, dependiendo de su objetivo. Sin embargo, para cualquier sistema de manejo deberían ser importantes tanto la conservación de los recursos naturales como la seguridad alimentaria. Ésta, empero, se ha visto amenazada en los años recientes con los modelos productivistas agroindustriales, entre otros factores, por el incremento del costo en el petróleo, combustible fósil que se ha vuelto indispensable en esos sistemas productivos.

Además, ya se están usando granos como el maíz para producir bioetanol y otros biocombustibles que intentan sustituir al petróleo (Villa Issa, 2008:45-52). Con este esquema, el grano de maíz (al igual que otros granos), actualmente se ve más como un insumo factible para elaborar energías alternativas que serán utilizadas para mover máquinas y automóviles, que para alimentar a personas, acto que pone en riesgo la seguridad alimentaria.

En el esquema capitalista, a la “agricultura de huarache” se le ha criticado de no ser competitiva y de obstaculizar inclusive al desarrollo agrícola, en que a los campesinos se les considera renuentes a la adopción de las nuevas tecnologías. Sin embargo, desde la óptica de la seguridad alimentaria, los campesinos que practican la agricultura tradicional producen básicamente para el auto abasto y los excedentes los introducen en un circuito de mercado de bienes y servicios a nivel regional con fines de cambio (Díaz, 2005:13).

Igualmente con algunos incentivos, este modo de producción puede incrementar rendimientos, con lo cual aumentarían los excedentes disponibles para una población creciente. No obstante, las políticas públicas federales están dirigidas a apoyar la productividad a costa de otros beneficios como los servicios ambientales o la producción de alimentos sanos, entre otros tantos. Esta situación desalienta y no ofrece estímulos para los productores campesinos e indígenas que conciben su sistema de producción con fines de autoabasto.

México es un país que proviene de una civilización milenaria: la mesoamericana (Bonfil, 1987:23). Es una nación megadiversa y megacultural, en la que se fusionan elementos como la bio-diversidad (número de especies), la agro-diversidad (centro de domesticación) y la etno-diversidad (número de idiomas nativos que se hablan) y todos estos en conjunto hacen que nuestra nación sea la tercera más rica a nivel mundial desde una *perspectiva biocultural*, solamente por debajo de Indonesia e India y por arriba de Australia, Brasil y China.

México es la zona de diversificación de 15.4% de especies que constituyen el sistema alimentario mundial, debido entre otros factores, a la presencia de la agricultura tradicional en la que se conserva y cultiva el germoplasma nativo, principalmente en territorios de pueblos indígenas y comunidades campesinas (Toledo *et al.*, 2010:7-8; Boege, 2009:18).

Se calcula que entre el año 7,500 y 5,000 antes de nuestra era, en los valles y cuencas del centro nacional, se empezaron a domesticar el frijol, la calabaza, el amaranto, el chile y por supuesto el maíz. Este cultivo se hizo muy dependiente del hombre, si consideramos que, por ejemplo, las mazorcas no tienen un mecanismo para esparcir las semillas y por sí mismas continuar su proceso de reproducción (Bonfil, 1987:24).

En este contexto el agroecosistema maíz con un modo de manejo tradicional, es de mayor importancia para los campesinos e indígenas minifundistas, porque de ahí depende su seguridad alimentaria, además de otras actividades complementarias como la cría de aves y ganado para el auto abasto y sus excedentes para el mercado.

En México, la autosuficiencia de maíz se rompió con la crisis que la agricultura padece desde mediados de los años sesenta del siglo pasado y también, entre otros factores, por los cambios en el uso de este grano, pues de acuerdo a Massieu y Lechuga (2002:5), desde los años 80's el maíz se empezó a utilizar cada vez más en la industria, por ejemplo para frituras, para elaboración de hojuelas, en la industria harinera, etc.

Entre la autosuficiencia y la seguridad alimentaria existe una estrecha relación, sobre todo en sistemas campesinos, pues la seguridad alimentaria, entendida como la disponibilidad y acceso a alimentos, en este caso al maíz, en la unidad de producción campesina e indígena, dependerá de la autosuficiencia; es decir, de la capacidad que se tenga en esta unidad de producción para cosechar el suficiente maíz que se consumirá por la familia y que requerirá el ganado.

Lo anterior es relevante si consideramos que en nuestro país la seguridad alimentaria se relaciona con la producción y el acceso al maíz, pues es el grano que más se consume de manera directa en forma de tortilla, tamales, atoles, elotes, etc., y de manera indirecta transformado en carne, leche o huevo; en este caso específico la seguridad alimentaria tiene una relación directa con la sustentabilidad del agroecosistema maíz.

Carabias (en Barahona, A. y L. Almeida-Leñero, 2006:35-50), afirma que a nivel mundial, cerca de 800 millones de personas no tienen acceso a una alimentación adecuada, consecuencia de los graves problemas alimentarios y la desnutrición a nivel global, lo cual es visible en las hambrunas, principalmente en África. Más de mil millones de personas en el mundo sufren de hambre crónica.

En nuestro país, de acuerdo al Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, más de 30 millones de mexicanos padecen problemas críticos de desnutrición, debido entre otros aspectos, a las recurrentes crisis financieras como la actual, en la que los precios de los alimentos básicos se han incrementado entre 16 y 60% en los últimos dos años.

Igualmente las políticas públicas aplicadas por el modelo neoliberal de los recientes años han desestimulado la producción de maíz en México, de manera que resulta más factible importarlo de Estados Unidos de Norteamérica o de otros países, como Sudáfrica, que producirlo internamente, debido a políticas agrarias diferenciadas que se aplican en las naciones del mundo, siendo beneficiados consorcios multinacionales por sus países de soporte (como el caso de Monsanto, Cargill, etc.), y quedando con una enorme ventaja “competitiva”, en comparación

con los productores minifundistas de los “países en vías de desarrollo” (Bartra, 2003:11-26,111-123).

Contrario a esas posturas, los sistemas de manejo tradicionales siguen utilizando variedades locales y formas de producción en las que se desarrollan algunas plantas nativas, que son aprovechadas para uso medicinal, forraje y alimento para autoconsumo, con un importante aporte de vitaminas y minerales a la dieta familiar (Mera *et al.*, 2009:5).

La seguridad alimentaria y la conservación de nuestro patrimonio biocultural son dos razones importantes consideradas para la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz. Estos dos aspectos se encuentran estrechamente relacionados. Con una mayor biodiversidad se tienen diferentes variedades de plantas, tanto para combustible (leña), como para la construcción y una alimentación diversificada, etc., además de que la diversidad biológica, y sobre todo la agrodiversidad, están íntimamente ligadas con la diversidad cultural (Toledo y Barrera-Bassols, 2008:18-27), tan relevante en nuestro país, pues nos da identidad como territorio-nación.

De igual manera con recursos naturales aprovechados adecuadamente se pueden producir de manera sustentable alimentos suficientes, sanos e inocuos para una población creciente y con tendencia a lograr la seguridad alimentaria.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El maíz es el grano básico que más se cultiva en todo el mundo, por arriba incluso del arroz y del trigo. Para el año 2010 (mes de septiembre), a nivel mundial, el departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA, por

sus siglas en inglés), calculó que se habrían cosechado en el mundo 826´071,000 toneladas métricas (TM) de maíz. De éstas, los Estados Unidos producirían 334´272,000 TM, seguido por China, con una estimación de 166 millones; la Unión Europea en su conjunto calculaba producir cerca de 55 millones, Brasil 51 millones, y en quinto lugar mundial se ubicó a México, pues se estimaba una producción récord para este ciclo de 24.5 millones TM (USDA, 2010:20).

En México, la extensión destinada para la agricultura en el año 2009 fue de 21´832,754 ha, de esta superficie, poco más de un tercio se destinó para el cultivo de maíz (7´726,109 ha), en la que se cosecharon 20´142,815 TM con un rendimiento promedio de 3.24 TM ha⁻¹. En la producción nacional destaca el estado de Sinaloa, que a pesar de ubicarse en sexto lugar respecto a la extensión destinada para la siembra de maíz (566,356 ha), ocupa el primer lugar, con una producción de 5´236,719 TM, y el rendimiento promedio también más alto a nivel nacional de 9.76 TM ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2010).

El rendimiento de este cultivo se ha incrementado en los años recientes a nivel nacional, pasando de un promedio de 1,829 Kg ha⁻¹ en los años ochentas del siglo anterior, a 3,216 Kg ha⁻¹ en 2003 (Brambila, 2006:296), como ya se ha mencionado, a 3.24 TM ha⁻¹ para 2009. Esto se explica por el incremento en los rendimientos de los estados del occidente, centro-norte y norte como Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Sonora, Tamaulipas y Sinaloa, que rebasan las 4.0 TM ha⁻¹.

En el estado de Tlaxcala, el área total de cultivo asciende a 238,730 ha, y en particular para la producción de maíz se había mantenido casi constante desde 1980 hasta la década de 1990, año en que se sembraron 148,744 ha. Sin embargo, desde ese período se ha venido reduciendo gradualmente la superficie para éste básico. En el año 2000 se destinaron 128,132 ha y en 2008 bajó a 115,065 ha. A pesar de que los rendimientos se han incrementado, pasando de 2.11 TM ha⁻¹ en 1990 a 2.72 TM ha⁻¹ en 2008 (SIAP-SAGARPA, 2010), la producción del grano no es suficiente para la creciente población local.

Casi 30 mil hectáreas han sido desplazadas por otros cultivos, principalmente cebada y trigo, entre otros, debido a las políticas públicas productivistas y, como consecuencia de esto, a la reconversión productiva; pero también debido al poco estímulo que existe para el precio de este básico y a factores socioeconómicos como la migración, etc.

En Tlaxcala, por esa reconversión productiva, actualmente se producen 80 mil TM menos que en la década de 1990, a pesar del evidente incremento poblacional. En 1990 había 761,227 habitantes en el estado (INEGI, 1990), para 2005 ya eran 1'068,207 (INEGI, 2005) y para 2010 la población creció hasta 1'169,936 habitantes (INEGI, 2010).

Lo que ocurre en nuestro país, y en el estado de Tlaxcala, es el reflejo de la situación global. Los incrementos en los rendimientos se han logrado por los avances científicos e innovaciones tecnológicas, incluyendo el uso de nuevas variedades, fertilizantes, plaguicidas y crecimiento en infraestructura agrícola (Gliessman, 2002:3). Sin embargo y paradójicamente, las innovaciones tecnológicas, las prácticas y políticas que explican el incremento en la productividad, están erosionando la base de ésta: los recursos suelo, agua, biodiversidad, etc.

Los objetivos del modelo capitalista responsable de promover el sistema de producción agroindustrial, con la intención de incrementar las ganancias económicas a costa del deterioro de la cultura, de la transmisión de conocimientos, de pertenencia indígena y campesina, abuso y degradación de los recursos naturales de los que depende la agricultura. Además, se ha creado una gran dependencia de insumos externos y recursos no renovables, como los minerales, que proveen fósforo o potasio a los cultivos, pero más aún los energéticos fósiles como el petróleo (Gliessman, 2002:3; Hernández X. *et al.*, 1987, en Díaz *et al.*, 1998:106).

Lo anterior se refleja perfectamente en el modelo de agricultura empleada y extendida en los Estados Unidos de Norteamérica, principal productor mundial de maíz (así como de otros cultivos), con rendimientos promedio de 10.36 TM ha⁻¹. A

nivel de los estados de la Unión Americana, existen rendimientos de maíz aún más altos, de hasta 13,488 kg ha⁻¹ en Oregon y Washington, a pesar de no ser los mayores productores. El principal productor es el estado de Iowa debido a la mayor extensión que destina con este fin, por sí sola esta entidad produce más de 60 millones de toneladas (USDA, 2010), casi tres veces lo que produce nuestro país.

Sin embargo, en su sistema de producción intervienen varios factores que explican esos rendimientos, uno de estos es el alto subsidio que tiene la agricultura estadounidense y los precios con un “*tope piso*”, que garantiza a los productores su inversión económica, aunque el precio internacional sea más bajo que su costo de producción (Bartra, 2003:111-115). Pero también tiene un peso importante el uso y la alta dependencia de insumos externos como semillas, agroquímicos, maquinaria de precisión, equipos y energías fósiles, además de la cantidad de agua empleada para riego, los cuales hacen que este modelo de agricultura muy industrializada se aleje bastante del concepto de sustentabilidad en los términos estrictos e integrales que este implica.

En contraparte al modelo de producción industrializado como el que se utiliza en los Estados Unidos, e incluso en estados de nuestro país como Sinaloa, el modo de manejo tradicional ha mantenido una agro-diversidad productiva (de especies y variedades) lo cual le da viabilidad en circunstancias biofísicas y socioculturales heterogéneas, así como en suelos y situaciones climáticas adversas. También, sigue utilizando métodos de cultivo ancestrales que dependen en muy bajos porcentajes de energías fósiles, pues sus principales fuentes energéticas son biológicas. Incluso, aprovecha plantas silvestres y arvenses en beneficio de la familia, para autoconsumo, medicina, rituales y alimentación del ganado (Mera *et al.*, 2009:5).

Aunque la producción de alimentos en cualquier país y región es de vital importancia, las posiciones filosóficas que le dan sustento a los sistemas de producción referidos son diferentes y contrapuestas. Sin embargo, cada vez son más recurrentes e irrefutables los argumentos a favor de un esquema productivo sustentable, es decir que no deteriore los recursos naturales y los preserve en

condiciones adecuadas para que las generaciones futuras continúen produciendo sus propios alimentos (Harlem *et al.*, 1988). Además, de acuerdo a esta posición, el esquema de producción que se utilice debe ser más justo y equitativo, pero también con beneficios económicos para los campesinos e indígenas y no solamente para intermediarios y acaparadores. Debe mantener las estructuras sociales y el respeto de las culturas locales.

De continuar con el esquema actual de producción industrial, los costos económicos y ecológicos, así como el agotamiento y deterioro de los suelos, serán cada vez más una limitante compleja de resolver para la producción de alimentos. Pero también con ese sistema de producción, gradualmente será más difícil poder tener alimentos naturales, sanos y nutritivos, poniendo aún más en riesgo la seguridad alimentaria. Si no existen las condiciones adecuadas para la producción *in situ* de los alimentos que se consumen en la zona, la población se vuelve más vulnerable y dependiente, al tener que traerlos de otros lugares, que en muchos casos son distantes geográficamente. Generalmente este tipo de prácticas son insostenibles.

Aunado a lo anterior, cabe recordar que el maíz se domesticó, distribuyó y cultivó por las civilizaciones antiguas de Sur y Centroamérica. México es orgullosamente zona de origen de este cultivo básico. Bonfil (1987:25), aseguraba que este grano fue elaborado por las culturas indígenas de nuestro país, pues aquí se domesticó a partir del teocintle y fue “fabricado” por las manos de los pueblos indígenas que le dieron las características actuales. La aceptación amplia de este cultivo resultó en una interdependencia vital entre este cereal y el hombre. El maíz no pudo subsistir sin la ayuda del ser humano y éste dependió cada vez más de la producción del cultivo como su fuente principal de alimento (Hernández X., en Hernández X. *et al.*, 1985:205).

Esta dependencia al maíz es hoy en día una de las características sobresalientes de la mayoría de países latinoamericanos, y de las poblaciones indígenas y campesinas en lo particular. Prueba de esto es que México depende del maíz para una gran parte de su dieta diaria.

En México la relación entre producción y consumo se desequilibró a partir de mediados de 1960, cuando se rompió la autosuficiencia alimentaria, entre otros factores, por el éxodo masivo de campesinos hacia zonas urbanas, pues muchos de ellos pasaron a ser solo consumidores y dejaron de ser productores. La creciente población urbana requirió tortilla, carne, leche y huevo, que eran producto del uso de maíz como forraje y alimentación para ganado (Massieu y Lechuga, 2002:283). A partir de entonces se importó cada vez más grano de Estados Unidos, el cual se utilizó para la extracción de aceites, para engorda de ganado y para la industria de productos de harina como cereales, botanas y tortillas.

La mayoría de maíz (casi 60%) se utiliza para consumo humano (Massieu y Lechuga, 2002), el resto a la producción de alimentos para ganado y a la industria (como la extractora de aceites comestibles). Ante la creciente población en nuestro país, existe mayor dependencia del grano básico proveniente de Estados Unidos, pues tan solo para el año 2010 se estimó que se habrían importado 8.3 millones de TM de maíz (USDA, 2010).

Aunado a lo anterior, los sistemas de producción agroindustriales dependen de insumos externos caros como los agroquímicos, fertilizantes y pesticidas; por ejemplo, para el mes de marzo de 2011, la tonelada de 18-46-00 en Huamantla llegó a costar \$9,000 y la “semilla mejorada” entre \$700 y \$1,500 pesos mexicanos por un saco de 20 kg, apenas lo suficiente para una hectárea. El uso de estos elementos incrementa el costo de producción.

Se ha creado una alta dependencia del petróleo en la agricultura industrializada y actualmente estamos ante una crisis energética. De acuerdo a especialistas del Centro de Investigaciones sobre América del Norte (CISAN) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a inicios de 2007 las reservas calculadas de este hidrocarburo en nuestro país durarían poco menos de 10 años al ritmo de consumo que se estaba dando en esas fechas. Si esta situación sigue igual y es verídica, nos quedarían unos 7 años con petróleo en México.

Además, el agua que se utiliza para riego en los grandes sistemas, es cada vez más escasa y de menor calidad. Por si fuera poco, también existen algunos inconvenientes ecológicos producto del sistema de producción agroindustrial, como la erosión del suelo, el abatimiento de la fertilidad, la salinización y el agotamiento de mantos acuíferos en las áreas de riego; la contaminación a partir de los fertilizantes y plaguicidas que se utilizan, así como la disminución de la diversidad genética de las especies cultivadas (erosión genética) (Toledo *et al.*, 2000:38).

Entre otros más, los factores mencionados tienen implicaciones directas en el nivel de *sustentabilidad* del sistema de producción, considerando que cuando hacemos alusión a este concepto, se está haciendo referencia no sólo a la integralidad de factores sociales, económicos y ecológicos, sino también a la viabilidad del modelo de producción para perdurar a través del tiempo (visión tridimensional integral de la sustentabilidad).

En la zona del Valle de Huamantla, como en la mayor parte de la nación, se encuentran diversos sistemas de producción de maíz, pero el que predomina es el *sistema de producción tradicional*, aunque no en esencia puro; es decir, la mayoría de productores campesinos aún utilizan fundamentalmente semillas criollas y técnicas tradicionales de cultivo. Sin embargo, hacen uso de algunos de los elementos que propone el paquete de la Revolución Verde, pero no en las cantidades que son recomendadas por ese paquete tecnológico.

Por todo lo anterior se plantearon los siguientes cuestionamientos, que nos sirvieron como guía para la investigación: ¿Es posible que un sistema de producción sea más sustentable y a la vez cumpla con la seguridad alimentaria en la zona de estudio?, ¿Cuáles son los factores de mayor sustentabilidad de estos sistemas de producción?, ¿Qué prácticas tecnológicas son las que fortalecen y/o limitan la sustentabilidad y la seguridad alimentaria de cada sistema?, ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades en términos de sustentabilidad de cada uno de los sistemas de manejo comparados?

Acorde con estas preguntas de investigación, y con los fundamentos empíricos citados, se plantearon las siguientes hipótesis:

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

En el agroecosistema maíz de la zona de estudio del Valle de Huamantla, el sistema de manejo tradicional es más sustentable y permite la seguridad alimentaria de la población respecto a este grano básico, en comparación al sistema en transición hacia el agroindustrial, que también logra la seguridad alimentaria pero a costa de la pérdida de sustentabilidad.

1.4.2 Hipótesis específicas

- 1). El sistema de producción tradicional es más sustentable y satisface la seguridad alimentaria de la población del área de estudio.*
- 2). La aplicación de prácticas tradicionales y la baja dependencia de insumos externos de origen industrial y derivados del petróleo hacen más sustentable al sistema de producción tradicional.*
- 3). El sistema de producción tradicional preserva mayor cantidad de variedades de maíz y especies de plantas silvestres, que se usan en la dieta de los humanos, medicina tradicional y alimento de ganado en contraste con el sistema en transición al agroindustrial.*
- 4). Las fortalezas del sistema de producción en transición hacia el agroindustrial están basadas en los objetivos económicos, sobre los recursos naturales y la equidad social.*

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo de los recursos naturales (tradicional y en transición al agroindustrial), y sus aportaciones a la seguridad alimentaria de la población del Valle de Huamantla, Tlaxcala, cuyos resultados nos orienten a propuestas de sistemas de producción más sustentables.

1.5.2 Objetivos específicos

- 1). Comparar el estado de sustentabilidad y la aportación a la seguridad alimentaria de dos sistemas de producción de maíz.*
- 2). Caracterizar las diferentes prácticas tecnológicas en los sistemas de producción, así como la cantidad y el origen de los insumos utilizados durante el proceso de producción de maíz.*
- 3). Caracterizar las diferentes variedades de maíz y plantas silvestres que se encuentren en ambos sistemas de producción y los usos que atribuyen las familias campesinas.*
- 4). Conocer las fortalezas y debilidades de los sistemas de producción y proponer la remodelación de sus formas de manejo.*

II. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

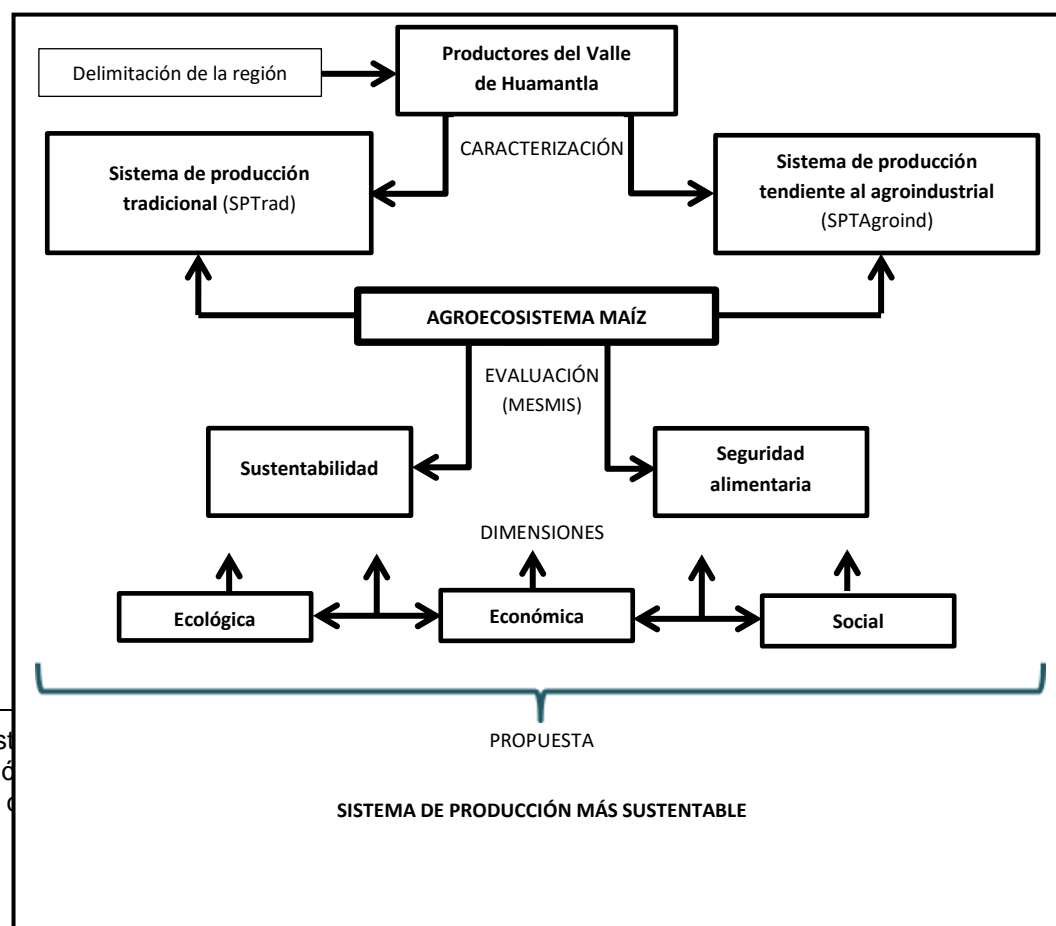
Para evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz se empleó el enfoque teórico de la agroecología, para el análisis comparativo de dos sistemas de manejo: el tradicional y el que se encuentra en un estado de transición hacia el manejo agroindustrial. El enfoque sugiere considerar la integralidad de tres dimensiones básicas: la ecológica o ambiental, la social y la económica.

La perspectiva teórica de la agroecología se apoya en los agroecosistemas como unidad de análisis, razón por la que en este marco teórico se retoma una discusión sobre su conceptualización; de igual manera se abordan otros elementos

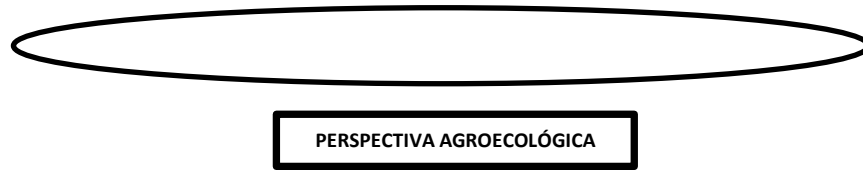
como el desarrollo sustentable o sostenible² que además de ser muy polémico para varios teóricos, también es un hecho que desde la construcción conceptual de éste lleva inmerso el aspecto de la sustentabilidad.

En la figura 2.1 se hace un planteamiento de modelo teórico que considera como marco de estudio la perspectiva agroecológica. Se parte de la delimitación de la región y la clasificación de productores en dos sistemas dominantes; el centro del análisis es el agroecosistema maíz en que se evaluaron la sustentabilidad y seguridad alimentaria desde una visión tridimensional (ecológica, económica y social), empleando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Con base en los resultados obtenidos, se propone un modelo de agricultura más sustentable.

Figura 2.1 Modelo teórico para el estudio de los sistemas de manejo tradicional y en transición hacia la agricultura agroindustrial del agroecosistema maíz.



² En esta discusión se discute



Fuente: Elaboración propia.

2.1 EL DESARROLLO

Hablar del desarrollo es considerar un paradigma relativamente reciente en la escala de la temporalidad, de relevante vigencia en todos los sectores, pues en diversos ámbitos lo buscan a pasos agigantados y de manera desesperada. Como antecedente, cabe citar que en 1949 Harry S. Truman, quien fuera presidente de los Estados Unidos, acuñó este término y lo ancló al pretexto del “apoyo internacional” que conduciría a la *modernización de los países atrasados*. El paradigma del desarrollo ha sido utilizado como un argumento intervencionista de varios países poderosos y ricos hacia países pobres del llamado “Tercer Mundo”. Lo anterior se justifica al fusionar dos elementos básicos para el modelo dominante: el nivel de civilización y el nivel de producción, cuyo aglutinamiento da como resultado el **nivel de desarrollo** (Sachs, 2001:70).

Durante mucho tiempo los conceptos de crecimiento y desarrollo fueron empleados como sinónimos en el ámbito teórico, sin identificar diferencia alguna (Blomström y Hettne, 1990:24), por esta situación se consideró la economía de manera muy relevante, incluso por arriba de lo social y de lo ambiental. En este contexto los países “desarrollados” propusieron que si los países denominados “en vías del desarrollo o subdesarrollados” activaban su producción de bienes de consumo, aunado al impulso de la economía mundial, podrían alcanzar un nivel semejante de “desarrollo”. En este sentido, Unceta (2009:8) menciona a teóricos

como Rostow, Lewis, Nurske y Myrdal, entre otros, que fueron los “pioneros” que desde la economía plantearon y establecieron al producto interno bruto (PIB) como el indicador más objetivo para la medición del desarrollo de cualquier país en esos momentos (Unceta, 2009:8).

Sin embargo, en tiempos más recientes, Max-Neef *et al.* (2001:26-28) plantean que el modelo neoliberal ha impulsado dos enfoques básicos: el desarrollismo y el monetarismo. A decir de este autor, el primero al menos ha provocado que se desenvolviesen corrientes de pensamiento en diferentes momentos para analizar los caminos que el desarrollo ha seguido. El fracaso y la crisis que se han dado no se pueden atribuir a la falta de pensamiento crítico ni a la pobreza de creatividad; por otro lado, el neo-liberalismo monetarista sólo ha sido fabricante de recetas economicistas y no es posible detectar filosofías de pensamiento en ese sentido.

Para América Latina el neoliberalismo ha fracasado debido a que puede ser impulsor de un crecimiento económico pero no de desarrollo, en el sentido amplio del concepto, además de que su “racionalidad economicista”, es meramente mecanicista e inadaptable, asimismo porque en mercados oligopólicos la actividad económica puede ser orientada con un sentido especulativo y deriva en resultados concentradores, que son socialmente inaguantables e intolerables.

A partir de la década de los 70's del siglo pasado, algunos críticos de la Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), como Sunkel y Paz (1988), Furtado (1974) y Calderón (1986), no compartían la postura de considerar al “subdesarrollo” como una etapa previa al desarrollo y mucho menos que fuese superable, pues argumentaban que el desarrollo (al menos del modelo predominante) está basado en el subdesarrollo; es decir, que para que los países desarrollados continuaran en ese estatus, era necesario mantener a los otros en un estado de dependencia, como abastecedores de materias primas e incluso como centros de consumo para lo que ellos producen.

Meadows (*et al.*, 1992:28) enfatizan que existe una gran diferencia entre crecimiento y desarrollo. El primero está dado por la acumulación o asimilación de

materiales, mientras que el segundo refiere a expandir o lograr la realización de potenciales de algo, es decir, implica alcanzar un estado de mejoría total. En otras palabras, el crecimiento es más cuantitativo, pues se puede medir por ejemplo en términos de incremento del tamaño. Por su parte, el desarrollo es más factible ubicarlo en el ámbito de lo cualitativo, en el sentido de una mejora relevante. Los autores referidos plantean a manera de conclusión que es factible que el crecimiento tenga límites, pero el desarrollo no tiene por qué tenerlos.

Niño (1984:29), considera que el desarrollo es una estrategia de acción de dos variables: la información y la participación. Con estos componentes se genera la decisión y aliento, que a su vez originan el trabajo humano y su desarrollo autogestivo, ambas cosas son inseparables (Harlem *et al.*, 1988:16). El desarrollo es lo que hacemos para tratar de mejorar nuestra suerte en el entorno en que vivimos.

En la actualidad, además de la crisis económica y ambiental, el modelo de desarrollo se enfrenta a una crisis energética, de manera que esta situación a su vez ha tenido repercusión en la situación de la economía global. Paulatinamente la escasez de energía se agudiza y por lo tanto los costos ambientales siguen creciendo (Rifkin, 1990:145). La situación de la producción y mercado actual en aras del desarrollo, es tan indeseable en este sentido, pues como ejemplifican Max-Neef *et al.* (2001), “en el norte de México, calculamos que se necesitaban consumir diecinueve mil kilocalorías para colocar mil ochocientas kilocalorías de alimento en una mesa. En términos monetarios, el resultado es positivo; en términos energéticos es un disparate”.

El mismo autor señala que en varios países “desarrollados y en vías de desarrollo”, se están utilizando combustibles de origen fósil de forma indiscriminada para producir mucho menos calorías que las usadas por maquinarias, equipos, insumos, etc., durante el proceso de producción, almacenamiento, procesamiento y transporte hasta las áreas de consumo.

Herrera (en Herrera y Odenthal, 1997:22-26), considera que se debe cuestionar el modelo de desarrollo dominante, pues se basa en la sobreexplotación de los recursos naturales y genera escasez en la economía popular de sobrevivencia. Además, ofrece una larga cadena tecnológica, que exige grandes cantidades de insumos y energía, y genera enormes cantidades de residuos y contaminación. Socialmente produce muchísimas necesidades y excluye a una enorme población que no cuenta con los medios económicos para integrarse a esa propuesta de mercado.

En las décadas recientes, diversos autores como Arocena (1995:29) y Klein (2005:29), indican que al desarrollo se le han puesto varios prefijos y adjetivos, de tal manera que se proponen como fórmulas alternativas, tales como el autodesarrollo, el desarrollo endógeno, el desarrollo autocentrado, el desarrollo integrado, desarrollo a escala humana, desarrollo de base, desarrollo autosostenido, etc.

El desarrollo local o económico tiene su auge a inicios de la década de los 80 del siglo pasado, cuyo lema se tomó de las palabras de René Dubos: “pensar globalmente y actuar localmente” y se basa tanto en factores endógenos como exógenos (Vachón, 2001:137). Los medios como la televisión, la radio, los periódicos y el internet, los cuales según Ávila (2000:70), son externos al contexto de cada comunidad.

Por su parte el desarrollo a escala humana que proponen Manfred Max-Neef *et al.* (2001:40-68), no excluye metas convencionales como crecimiento económico, no obstante proponen que se debe concentrar el desarrollo local en las necesidades humanas básicas, las cuales clasifican como existenciales (ser, tener, hacer y estar) y axiológicas (subsistencia, protección, afecto, comprensión, participación, creación, recreo, identidad y libertad). Igualmente plantean diferenciar las necesidades de los satisfactores, considerando que estos últimos cambian de acuerdo a la cultura de cada lugar, así mismo las necesidades no deben ser consideradas como culturales, ya que se presentan en todos los seres humanos y lo que cambia culturalmente es la forma y los elementos para satisfacerlas.

2.2 EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El concepto **desarrollo sostenible** tiene su origen en el documento que elaboró el grupo denominado “Comisión Brundtland”, a petición del club de Roma, ante la crisis ambiental mundial. Resultado de intensas consultas a nivel internacional, este grupo plasmó los resultados en un documento denominado “Nuestro Futuro Común”, también conocido como “Informe Brundtland”. Ahí, el concepto de desarrollo sostenible se concibe como *“el proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender las necesidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Harlem *et al.*, 1988:67).

Con base en este informe, posteriormente se convocó a los jefes de Estado de todo el orbe a la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la cual se realizó en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. Allí se discutió y elaboró un programa global, mejor conocido como “Agenda 21”, para normar los procesos de desarrollo con base en los principios de la *sostenibilidad*. Asimismo, se aprobó la Convención de la Biodiversidad Biológica, con la oposición de Estados Unidos. De este modo se prefiguraba una política global que busca disolver las contradicciones entre medio ambiente y desarrollo.

Sin embargo, países ricos y poderosos como los Estados Unidos de América, han antepuesto los intereses económicos de sus empresas capitalistas transnacionales para que sigan teniendo libre acceso a los recursos biológicos globales que les generen mayores ganancias, a costa del deterioro ambiental e, incluso, del daño irreversible a ecosistemas (Boege, 2002:176).

Tyrtania (2009:132), considera que después de la crisis petrolera mundial de 1973 hubo discusiones globales que convergieron en la retórica oficial sobre el desarrollo sustentable, concepto en que se encuentra la solución de los problemas ambientales del planeta; para él, *desarrollo sustentable* es la cuadratura del círculo, pues afirma que entre desarrollo y sustentabilidad no hay compatibilidad alguna.

Desde el punto de vista energético, el *desarrollo* tiene implicaciones en el incremento del uso de fuentes energéticas, mientras que la *sustentabilidad* es una etapa del crecimiento cuyo límite natural es el estado estacionario, el cual no es un estado productivo porque gasta sus energías en su propio mantenimiento. De acuerdo a la postura de Tyrtania (2009:132), el desarrollo es compatible con todo menos con un estado estacionario.

El *desarrollo sustentable* considera como uno de los derechos humanos el de tener un ambiente seguro, sano y saludable. Al respecto Sachs (1995:45) indica que algunos gobiernos como el de Sud África han adoptado este concepto en su Constitución Política, en la que estipula que “cada persona debe tener derecho a un ambiente que no cause el detrimento de su salud o bienestar”.

En los centros de biodiversidad, ha habido situaciones conflictivas por el afán de conservar los recursos, de manera que se ha propuesto incluso movilizar comunidades enteras. Las personas de las comunidades aledañas hacían un uso adecuado hasta que las fuerzas del mercado condujeron a tasas de exterminio que amenazan la sobrevivencia de flora y fauna. Barkin (1998:32-34) sostiene que el *desarrollo sustentable* no es compatible con el modelo de agricultura agroindustrial proveniente de la Revolución Verde, pues a pesar del enorme caudal de alimentos y otros productos primarios que se producen, es a costos sociales y ambientales demasiado altos, además de traer una progresiva marginación de las poblaciones campesinas e indígenas.

En este sentido, Carabias (en González *et al.*, 1995:19) afirma que el concepto mismo del *desarrollo sustentable* debe considerarse en las políticas de desarrollo, pues el valor económico de los servicios ambientales “intangibles” es

sistemáticamente subestimado, y éstos se derivan del valor intrínseco que el hombre da a la naturaleza a partir de cualquier valor práctico o utilitario. Por esto, lo primero que se debería hacer, es dar valor a los efectos ambientales negativos y a los intangibles en el costo del modelo que se ha optado. En este caso, se refiere como *intangibles*, a los servicios ambientales que proporciona, por ejemplo, la agricultura sustentable con prácticas limpias en su sistema productivo, que evitan erosión de suelos, ayudan a filtrar agua, etc. Igualmente, la autora antes referida sugiere que este tipo de desarrollo se debe basar en cuatro directrices primarias básicas: 1) Ecológicamente armónico; 2) Económicamente eficiente; 3) Localmente autosuficiente; y 4) Socialmente justo.

Boege (2002:176), analiza que el concepto *desarrollo sustentable* a pesar de las décadas transcurridas desde su surgimiento, no es un concepto terminado ni está libre de contradicciones. Su vulgarización le ha quitado contenido y frecuentemente se usa como sinónimo de crecimiento económico. Indica que el desarrollo sustentable no se refiere al crecimiento indefinido de las economías. Más bien, asegura, se trata de la búsqueda de tendencias que conduzcan al uso y aprovechamiento de la naturaleza sin agotarla, a la generación de bienestar social con justeza y una repartición de la riqueza global; a decir del autor, este debe ser en pocas palabras, la base para una nueva civilización.

2.3 LA SUSTENTABILIDAD

Después de dos décadas del informe de la comisión Brundtland, “Nuestro futuro común”, el término **sustentabilidad** ha sido incorporado en las agendas de diversos actores tanto del ámbito público como privado. Es motivo de interés para políticos y académicos y forma parte destacada del quehacer de las organizaciones no gubernamentales (ONG’s) y de tan diversos actores del sector social (Astier y

Hollands, 2005:xv; Masera *et al.*,1999:vii). No obstante se ha venido utilizando con un sentido sumamente demagógico, al grado de convertirse en moda. Se hace un uso indiscriminado de este concepto en los ámbitos ya citados, dándosele una connotación vana y con poco o nulo sentido de lo que éste significa.

La sustentabilidad hoy día es un tema de interés en el campo teórico y es de importancia en aspectos técnicos, socioeconómicos y políticos, entre otros. Sin embargo, la operacionalización práctica del concepto en sí mismo ha sido una de las tareas que varios investigadores han venido realizando en los años recientes.

El concepto de sustentabilidad es un tema muy complejo, debatido y polémico. Para algunos solo tiene implicaciones economicistas, para otros este concepto tiene un mayor peso desde lo ambiental. Otras corrientes buscan la integralidad en un sentido amplio dentro de la sustentabilidad, ya sea desde una visión tridimensional o pentadimensional.

Masera *et al.* (1999:9), consideran que para hablar de la sustentabilidad hay que enfrentar un análisis riguroso, ya que se le ha definido de manera totalmente inconsistente, con una enorme diversidad de perspectivas e intereses, problemas y escalas, por lo que es muy complicado llegar a consensos universales. A decir de los autores antes referidos, tan solo en el contexto de la sustentabilidad agrícola existen una veintena de definiciones. No obstante, hay tres nociones del concepto: la primera es un enfoque puramente biofísico para un recurso natural determinado; la segunda con el mismo enfoque, pero para un grupo de recursos o un ecosistema; y la tercera como un concepto biofísico, social y económico, de manera integrada (Masera *et al.*, 1999:12).

El concepto de sustentabilidad puede ser ampliado a un sistema mayor en el que se abarquen varios recursos naturales, en este sentido la sustentabilidad es medida en términos fijos y toma en cuenta las diferentes entradas y salidas del ecosistema. Se puede decir que la sustentabilidad se refiere al mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo y es un concepto esencialmente dinámico.

Cabe recordar que este concepto está íntimamente ligado al de desarrollo sustentable. Para algunos autores como Conway y Barbier (2009:25), puede ser entendido como la habilidad que tiene un sistema para mantener la productividad aun cuando sea sometido a stress o perturbación.

Tyrtania (2009:133), desde una perspectiva de la energética, asevera que la sustentabilidad no puede considerarse como un proceso que no perturba al ambiente o que no cuesta nada y que pueda durar indefinidamente, pues no hay actividad, humana o no, que deje intacto al medio.

Para Ríos-Gómez y Garrido (en Quintero, 2004:41), la sustentabilidad tiene que ver con un cambio de actitud para realizar funciones con eficiencia, para asumir la responsabilidad de cada individuo, de emplear el tiempo de manera adecuada, de hacer lo que se debe hacer aunque no sea redituable y de poner en práctica nuestro conocimiento y sabiduría. El concepto de sustentabilidad conviene separarlo en sus componentes (productividad, estabilidad, resiliencia y equidad), e ilustrar cómo se combinan e interactúan para formar un todo más complejo que cada una de sus partes.

Algunas de las ventajas en definir la sustentabilidad en términos de las propiedades de los sistemas son: 1) La productividad y la estabilidad se pueden incrementar con el riesgo de que sea a costa de reducir la resiliencia; 2) Respecto a la productividad se puede hacer parte integral de la sustentabilidad; la alta productividad se hace un requisito de la mayor sustentabilidad; y 3) Las propiedades o componentes de sustentabilidad pueden ser cuantificados y medidos.

La sustentabilidad de acuerdo a Morales (en Torres, 2005:412), se origina como una respuesta global desde muy diversos movimientos sociales, ante la crisis de la modernidad y, en ese sentido, más que un concepto formal y definido, se entiende como una construcción social, compleja y dinámica; es decir, es un concepto inacabado, que integra diversas vertientes y visiones y por lo tanto que es susceptible de cambiar a través del tiempo.

Borrayo y Castañeda (en Quintero, 2008:342), le dan una connotación economicista cuando mencionan que la sustentabilidad implica el mantenimiento del capital en el horizonte del tiempo y equivale a decir que el inventario de capital es no decreciente, incluso sugieren que este criterio se puede expresar por la suma del capital natural más el capital antropogénico³. Con esto sugieren dos criterios de sustentabilidad: 1) *El criterio de sustentabilidad débil*, es aquel en el que al menos la suma de ambos capitales debe mantenerse constante en algún sentido que permita agregarlos en términos de algún estándar de valor; y 2) *El criterio de sustentabilidad fuerte*, es aquel en el que al menos cada componente del capital natural debe mantenerse intacto de manera independiente, en algún sentido que permita agregar sus valores, pero dentro de cada categoría y no necesariamente entre todas ellas; igualmente se aplica la misma restricción para el capital antropogénico.

Conceptualmente, el criterio de *sustentabilidad débil*, descansa en el supuesto de que el bienestar no depende de forma específica del capital y de que haya una sustituibilidad *cuasi perfecta*, entre recursos del capital antropogénico y del capital natural, por lo que el inventario del capital total no debe ser decreciente. Si tal sustitución fuese posible, una “economía sería sustentable” aún cuando consuma su reserva de capital natural y genere suficiente capital antropogénico para compensar tal pérdida (Borrayo y Castañeda en Quintero, 2008:344).

Por otra parte, cuando Borrayo y Castañeda hablan de que “la economía podría ser sustentable”, es muy claro que su lente teórico es de la economía, aún a costa de los otros criterios, pues desde el punto de vista de Masera *et al.* (1999:1-2,12-14), no se puede hablar de una sustentabilidad económica, porque para asegurar que un sistema es sustentable se debió previamente valorar cada uno de los diversos ámbitos a través de sus indicadores. Así, en su conjunto se podrá

³ Así llaman Borrayo y Castañeda (2008), al conjunto de actividades en las que de cierta manera está involucrado el hombre (ser humano), por ejemplo las actividades económico-productivas, sociales, culturales, políticas, etc.

observar si el sistema es más sustentable o menos sustentable, aunque en este sentido es necesario compararlo con otro sistema para tener un referente.

2.4 LA SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS

Los componentes de la sustentabilidad de agroecosistemas se perciben por Masera *et al.* (1999:20) de la siguiente manera: 1) La **productividad**, es entendida como la medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, labor o insumo utilizado. No solo es el aspecto del rendimiento, este puede ser un indicador de la producción y su constancia; sin embargo, la productividad se puede medir por la inversión de trabajo, por la unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos.

En el sentido del análisis se ha demostrado que los agroecosistemas tradicionales son extremadamente más eficientes que los sistemas agrícolas modernos en el uso de energía (Altieri y Nichols, 2000:26). 2) Cuando se habla de **estabilidad**, se hace referencia al estado de equilibrio dinámico y estable del sistema (Masera *et al.*, 1999:20). 3) En el caso de la **resiliencia**, se considera de acuerdo a estos mismos autores, como “la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves por un evento catastrófico”, este puede ser del ámbito social, económico o ambiental. 4) Por último la **equidad**, supone un grado de uniformidad en la distribución de los productos del agroecosistema entre productores y consumidores locales, contemplando el sentido intra e intergeneracional (Altieri y Nichols, 2000:24; Masera *et al.*, 1999:22).

De acuerdo a Gliessman (2002:12-13), el significado de la sustentabilidad difiere en algunos autores, pero en lo que coinciden es en que tiene una base ecológica y está relacionado con el de rendimiento sostenido. Este autor hace

énfasis en factores bióticos y físicos como los elementos a conservar y asegura que es difícil saber o demostrar cuándo una práctica agrícola es sustentable pero lo que sí se puede demostrar con menos complicaciones, es cuando una práctica en un sistema de producción se aleja de la sustentabilidad, debido a su alta dependencia de insumos externos, el uso irracional de agrotóxicos y el uso enorme de energía fósil, entre otros factores.

Cada teórico tiene su propia perspectiva; para algunos autores la sustentabilidad implica fundamental y prioritariamente cuestiones ambientales o ecológicas, preocupación esencial que manifiestan está relacionada con la utilización y conservación de los recursos y el impacto sobre los sistemas contiguos a los agroecosistemas donde se realiza la producción. Otras corrientes de pensamiento conciben que la sustentabilidad debe considerar además del ámbito ecológico, el socioeconómico (o social en sentido amplio). Dentro de estas corrientes se identifica una posición que entiende lo social como “puente” para resolver lo ambiental (Tommasino en Foladori *et al.*, 2005:137).

El posicionamiento teórico de la presente propuesta de investigación, coincide con esta tipología que menciona Tommasino (*Ibid*). Se percibe el aspecto social como una parte esencial, pero no más ni menos importante que los ámbitos económico y ambiental, de manera que se consideran integrados como componentes fundamentales de la sustentabilidad. No se concibe la evaluación de sustentabilidad de un agroecosistema orientada por propuestas sólo economicistas o solo ambientalistas y tampoco sociales de manera unilateral. Se considera que en su conjunto todas estas propuestas, darán un referente general más acercado a la realidad y ayudará a entender el concepto de la sustentabilidad que implícitamente conlleva la escala de la integralidad.

Sin embargo, las aproximaciones y contrastes aquí mencionados, son enfoques parciales desde diversos ángulos y posturas teóricas, muestran que en la práctica acercarse a la operacionalización del concepto de *sustentabilidad*, es una tarea muy compleja y que previamente se debe clarificar un marco teórico al respecto. Además, los mecanismos para hacer la operacionalización deben ser

expuestos a críticas de índole académica como todo proceso científico en construcción, con el afán de mejorarlos.

2.5 LA AGROECOLOGÍA

Para Altieri (1987:1), el concepto de la agroecología, a pesar de que empezó a utilizarse alrededor de los años setentas del siglo anterior, la ciencia y la práctica de ésta son tan antiguas como el mismo origen de la agricultura, y es claro que como prueba de su elasticidad, muchos sistemas de manejo tradicionales han sobrevivido a través de los siglos.

De acuerdo a Sevilla (en Aguilar *et al.*, 2009:2-5), desde la perspectiva de los sistemas de producción agrícola, México es cuna de la Agroecología, por el aporte histórico campesino e indígena, por un lado; y por la labor pionera de investigadores como Efraím Hernández X., y Ángel Palerm, por otro. El autor considera a la Agroecología como el *manejo ecológico de los recursos naturales* a través de formas de acción social colectiva para el establecimiento de *sistemas de control participativo y democrático*, en los ámbitos de la *producción y circulación*.

La estrategia teórica y metodológica así elaborada tiene además, por un lado, una *naturaleza sistémica y un enfoque holístico*, ya que tales formas de manejo habrán de frenar selectivamente el desarrollo actual de las fuerzas productivas para contener las formas degradantes de producción y consumo que han generado la crisis ecológica. Por otro lado, Sevilla indica que el tan necesario manejo ecológico de los recursos naturales, tendrá igualmente, una *fuerte dimensión local* como portadora de un *potencial endógeno*, que, a través del conocimiento campesino (local o indígena, allá donde pueda aún existir), permita la “potenciación de la biodiversidad ecológica y sociocultural y el diseño de sistemas de agricultura sustentable”.

Algunos autores como Altieri (1987), hacen referencia a la agroecología desde una visión más técnica, define la agroecología como “una disciplina que provee los principios básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables. Además de que busca la racionalidad más ecológica en la producción agrícola para alcanzar una agricultura más autosuficiente y sustentable”.

La agroecología se considera un marco teórico, cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de modo que permita entender la problemática agrícola en forma integral y holística. Por lo tanto, se habla de un paradigma cuyo enfoque considera a los agroecosistemas como las unidades fundamentales de estudio; en estos, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son analizados e investigados como un todo (Altieri, 1987:31-33).

Además, cuando se hace uso del enfoque agroecológico para el estudio de los agroecosistemas, es importante a manera de integralidad, considerar los tres ámbitos: las perspectivas social, ecológica y económica. Esto implica una visión más completa y no solo se le da importancia al aspecto económico como en otros paradigmas.

Gliessman (2002:13), coincide con Altieri en afirmar que la agroecología es un paradigma en el que se sustenta “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”. Incluso recalca que el papel de esta ciencia, es de proponer alternativas agrícolas basadas en la conservación de recursos, y de la agricultura tradicional local y de pequeña escala, pero que de manera simultánea aproveche los conocimientos científicos y modernos de la ecología.

El mismo autor considera que si este enfoque es aplicado de manera amplia, correcta y adecuada, permite conocer el desarrollo histórico de las actividades agrícolas de la región de estudio y determinar las bases ecológicas que puedan servir

para determinar prácticas más sostenibles para esa zona. Además Aguilar (en González *et al.*, 1995:XI), afirma categóricamente que la agroecología “es uno de los caminos para avanzar en la construcción de las alternativas; en la construcción del futuro para la humanidad”.

Una visión complementaria de la agroecología, es la de teóricos con un enfoque más social, que resaltan la importancia de propuestas que incluyeron variables sociales y económicas como las de Palerm (1980) desde la corriente de la ecología cultural-antropológica, y la de Martínez-Alier (1971), desde una perspectiva económica y sociológica. Además Toledo (1995), retoma y rescata la propuesta de Palerm en la que articula la interrelación entre el medio natural y la sociedad inmersa en él (Sevilla *et al.*, 1994:454-455), una sociedad que tiene conocimiento de los diversos factores que en ese medio interactúan.

De acuerdo a González de Molina (en CLADES, 1992), la agroecología analiza la actividad agraria considerando el medio ambiente ecológico y social, tratando de llevar sistemas agrícolas con sostenibilidad a largo plazo. La ruta evolutiva de la agroecología pasó por una asociación entre Agronomía y Ecología de cultivos, llegando en los años 80 a considerar los aspectos sociales como variables clave para el desarrollo rural. Las corrientes ecologistas de los años 70's del siglo pasado influyeron directamente en la agroecología y la dotaron de una perspectiva crítica hacia la agricultura industrializada, además de la revaloración de las prácticas agrícolas de la agricultura mesoamericana y el planteamiento de técnicas de las culturas locales.

Sin embargo, según González de Molina, la influencia decisiva para el marco conceptual de la Agroecología vino de la Ecología como ciencia con estudios de los ciclos de nutrientes, las interacciones de las *plagas* y cultivos, y en estudios de sucesión ecológica.

La Geografía, la Antropología y la Arqueología así como sus estudios de las culturas tradicionales también marcaron la Agroecología; en ellas se exploró ampliamente las interacciones entre sociedad y naturaleza. Los estudios dedicados

al desarrollo rural tuvieron gran peso en el perfil del pensamiento agroecológico actual, con análisis de la globalización y la integración de economías, locales, nacionales e internacionales, y sus impactos sociales y ambientales. Estos trabajos trajeron a los campesinos hacia el foco de la extensión rural, y los técnicos fueron encuadrados como dinamizadores de un proceso de desarrollo protagonizado por las comunidades rurales.

2.6 EL AGROECOSISTEMA

Varios autores cuando hablan de la agroecología, es inevitable que de igual manera hagan referencia a la unidad de análisis de esta disciplina científica, el *agroecosistema*.

Altieri (1987:31-33), cita que la agroecología es la disciplina que provee los principios básicos para estudiar, diseñar y manejar *agroecosistemas* que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables. Mientras que Gliessman (2002:13-15), cuando habla de cómo debería ser la agricultura del futuro, plantea que debe ser altamente productiva acorde a las condiciones de la humanidad, pero sobre todo estar regida por bases o principios agroecológicos para que el manejo de los agroecosistemas también sea sostenible.

Los términos agroecosistema, sistema agrícola y sistema agrario han sido utilizados para describir las actividades agrícolas realizadas por grupos de personas, y para definir el término agroecosistema puede haber diversas propuestas; sin embargo, aquella que no enfatice en las interacciones entre la gente y los recursos de producción de alimentos a cualquier escala tanto espacial como temporal, sería una definición incompleta (Altieri *et al.*, 1999:47-48).

Incluso, Turrent (1980:291-299), emplea el término *agrosistema* como sinónimo de sistema de producción, pero a la vez y a pesar de que no lo explicita, lo usa como equivalente a lo que aquí consideramos como agroecosistema. En su conceptualización, considera la integración de factores controlables e incontrolables, y estos últimos a su vez los clasifica como factores modificables e inmodificables. No obstante, implícitamente contempla elementos como las interacciones, factores bióticos y abióticos; además, puntualiza la gran diversidad de agrosistemas que por tener características geográficas, climáticas y de diversas índoles los hace ser únicos.

Hernández X., (en Hernández X. *et al.*, 1985:196-197), desde hace dos y media décadas, definieron el agroecosistema como *un sistema resultante de la integración de factores ambientales vivientes y no vivientes*. En esta conceptualización, se observa que se habla en términos genéricos tanto de los factores ambientales vivientes como los no vivientes, en el primero de los casos, se incluye al hombre y sus interacciones (sociedad), además de mecanismos resultantes de aquellas (economía). En este contexto, de acuerdo a Altieri (1987:31-33), los recursos comúnmente encontrados en un agroecosistema se pueden clasificar en cuatro categorías de recursos: naturales, humanos, capitales y para la producción.

Para Ruiz (en González *et al.*, 1995:105), el término se acuñó por ecólogos que analizan la agricultura desde un punto de vista ecológico y sistémico o bien por agrónomos que integran la teoría ecológica con la actividad agrícola. Se debe enfatizar que el término *agroecosistema* representa la actividad agrícola *per se*, es decir, no se cuestiona si su estudio o práctica está bajo cierto enfoque.

El enfoque analítico de los agroecosistemas, de acuerdo al mismo autor, es reduccionista porque considera los objetos como eventos cuyas propiedades están construidas por elementos indivisibles; es mecanicista por indicar que todas las interacciones se reducen a una relación fundamental causa-efecto, es decir existe un determinismo pero simultáneamente es analítico porque la explicación de cualquier cosa lo hace dividiendo en partes independientes y trata de explicar el todo uniendo las explicaciones parciales (*op. cit.*)

Resulta difícil delinear los límites exactos de un agroecosistema. Sin embargo, se debe contemplar que los agroecosistemas son sistemas abiertos que reciben insumos del exterior, dando como resultado productos que pueden ingresar en sistemas externos (Altieri *et al.*, 1999:47-48). Cada región es única con sus agroecosistemas resultantes de variaciones locales de clima, suelo, relaciones económicas, estructura social, etc. (Altieri, 1987: 29). Asimismo existen algunas clases de determinantes que condicionan el tipo de agricultura de cada zona entre los que se encuentran factores físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales.

Altieri *et al.* (1999:47-48), propone la siguiente estructura y función de los agroecosistemas: 1) *El agroecosistema como unidad ecológica principal, de componentes bióticos y abióticos, interdependientes e interactivos, donde se procesan nutrientes;* 2) *La función de los agroecosistemas se relaciona con el flujo de energía desde la fotosíntesis, la cadena trófica y la respiración. El ciclo biológico de nutrientes se refiere a la circulación de formas orgánicas (bio) a inorgánicas (geo), y viceversa;* 3) *La energía total que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas y los insumos administrados. En el proceso de transferencia entre los niveles tróficos, existe pérdida de energía;* 4) *El volumen de materia viva se puede expresar por la biomasa, que varía de acuerdo al tipo de organismo, factores biofísicos, actividades humanas entre otros;* 5) *Los agroecosistemas tienden hacia la maduración y pueden pasar de formas poco complejas a estados más complejos;* 6) *El cultivo es la principal unidad funcional del agroecosistema y ocupa un nicho que tiene un rol importante en el flujo de energía y ciclaje de nutrientes;* 7) *Un nicho dentro de un agroecosistema dado no puede ser ocupado simultánea e indefinidamente por una población autosuficiente de más de una especie;* 8) *Cuando una población alcanza los límites impuestos por el ecosistema, su tamaño se debe estabilizar o afrontar cambios bruscos (enfermedades, depredación, competencia, etc.);* 9) *Los cambios y las fluctuaciones en el ambiente (explotación, alteración y competencia), representan presiones selectivas sobre la población;* 10) *La diversidad de especies está directamente relacionada con el ambiente físico. Un ambiente más complejo tiene más diversidad que uno simple, y un agroecosistema tropical es más diverso que uno templado; y*

11) *En caso de cultivos aislados, la tasa de inmigración de otras especies se tiende a equilibrar con las tasas de extinción.*

2.7 EL CAMPESINADO

Bartra, (2010:2) explica que con la llegada de los europeos al nuevo continente a finales del siglo XV, la corona española “inventó” a los indios americanos con fines tributarios, pero también político-morales, pues, suplantaba denominaciones autóctonas y establecía una división del trabajo y una jerarquía social de naturaleza étnica y base comunitaria. Al paso de los siglos, ese indio ancestral se ha transmutado en un ente civilizado, en el campesino, el cual a finales del siglo XX retoma su ideología identitaria y resurge al descubrir sus raíces que le dieron sustento.

El ser humano ha coexistido con diversos elementos de la naturaleza y los modos de apropiación de ésta, de acuerdo a Toledo (1997) se encuentran históricamente determinados en tres diferentes etapas que pueden ser diferenciadas claramente entre sí: *la extractiva o genética*, que se caracteriza por ser propia de las sociedades nómadas de cazadores y recolectores; *el modo campesino*, caracterizado por iniciarse paralelamente al inicio de la agricultura y domesticación tanto de plantas como de animales; y por último el *modo agroindustrial o moderno*, que es el producto de la revolución industrial y científica que tuvo lugar en Europa en el siglo XVIII.

Por su parte González (2001) considera que el sector campesino es muy importante en la actualidad por varias razones, ya que constituyen la mayoría de la población de las culturas tradicionales, son grupos sociales que pueden contribuir a la solución de gran parte de los problemas que se viven actualmente y han mostrado su capacidad de generar estrategias tanto para el manejo de los recursos naturales

de una manera más sustentable, como de adecuarse a las condiciones que impone el sistema capitalista hegemónico y hacer frente a las situaciones adversas que se les presentan. No obstante, también juegan un papel importante en otras problemáticas en las que están inmersos o tienen alguna interrelación como el crecimiento urbano, la migración tanto interna como internacional o la globalización y sus articulaciones con el mercado regional, nacional e internacional.

De acuerdo a Sevilla (2006:53), la agricultura es la artificialización de los recursos naturales para la obtención de alimentos vinculada a una cosmovisión que explica las formas de manejo y su economía moral. Esta postura es clara y contundente respecto a la explicación del porqué los campesinos perciben a la tierra más que un *insumo* o un *medio de producción*. Esa cosmovisión es una liga hacia factores culturales e incluso religiosos que dan cuerpo a mecanismos y formas de entendimiento hacia la naturaleza por parte de los campesinos e indígenas. Son elementos que la modernidad trata de persuadir por la única finalidad de hacer rentable económicamente los sistemas productivos.

Toledo *et al.* (2000), definen la producción campesina como aquella fundamentalmente orientada al autoconsumo y para la reproducción de los mismos agricultores, aunque una parte de esta se destine al mercado. En esta economía existe un predominio relativo del valor de uso sobre el valor de cambio. Esta presente un nivel poco tecnificado de sus procesos productivos y una tendencia a no comprar ni vender su fuerza de trabajo. Asimismo sus relaciones sociales y productivas son de carácter familiar y comunitario. Lo anterior tiene ventaja notable y positiva desde el carácter ecológico porque permite realizar una producción en armonía con las leyes ecológicas.

Wolf (1971), establece que los campesinos forman parte de una sociedad más amplia y compleja en que producen alimento para dotarse del mínimo calórico necesario a nivel familiar y para mantener los elementos básicos de producción (fondos de remplazo). La producción realizada se compromete socialmente a través de un fondo ceremonial. Cuando existen excedentes que superan el mínimo calórico

y el nivel de remplazo, se establece una relación con los detentadores del poder, sea porque trabaja las tierras de éste o por otra causa (fondo de renta). El mismo autor considera que la pérdida del campesino es la ganancia del poderoso. Asimismo el término campesino denota una relación estructural asimétrica entre productores de excedentes y dirigentes; la ciudad y el campo.

En ese sentido, Chayanov (1988) menciona que el campesino tiene una economía familiar. Su organización está determinada por la composición de la familia y la característica de ésta y el número de trabajadores con que cuenta. Mientras que Warman (citado por Calva, 1988), sostiene que el campesino es también productor para el autoabasto, “el campesino es un tenedor de tierras para cultivar en ella”, “el propósito que el campesino persigue al hacer producir la tierra es subsistir, satisfacer su dieta fundamental. Por eso el campesino procura producir lo que puede conservar para su propio consumo y obtener un excedente que pueda cambiar por lo que necesita y el mismo no produce”.

El campesino realiza una agricultura tradicional que tiene un alto grado de biodiversidad en tiempo y espacio, policultivos o sistemas agroforestales. El sistema campesino es producto de una evolución cultural y biológica que interactúa con su medio natural y social, tiene poco o nulo acceso a insumos, capitales o conocimiento científico externo. A pesar de esto, los campesinos han desarrollado sistemas de producción con rendimientos sostenidos.

Los agroecosistemas campesinos pueden verse como un *continuum* de unidades agrícolas y ecosistemas naturales o semi-naturales, en donde se colectan plantas, se producen cultivos; son repositorios *in situ* de germoplasma tanto de plantas silvestres como de cultivos nativos que dependen directamente del manejo de grupos humanos. Emplean y acumulan una infinidad de conocimiento para el manejo de su sistema agroecológico (plantas, animales, cultivos, tierras, clima), (Altieri y Nicholls, 2000).

Respecto al concepto de *campesino*, aparentemente es simple, pero en realidad es tan complejo pues puede interpretarse desde diversos ángulos como el

económico, el agroecológico o el social. Wolf (1971:9) desde una visión económica diferencia al campesino con el empresario, ya que este último desarrolla una empresa mientras que el campesino facilita el desarrollo de una casa. Los campesinos buscan satisfacer sus necesidades para asegurar su nivel de vida y el excedente lo distribuyen a grupos sociales que no labran la tierra. Este mismo autor considera a los campesinos como labradores y ganaderos rurales, pues no son empresarios agrícolas como los *farmers* que existen en los Estados Unidos, cuyos productos derivados de su actividad son para negocio.

Hernández X. (1987:578, 751) considera que los campesinos e indígenas son los poseedores del plasma germinal, con un vasto saber etnobotánico, y la agricultura tradicional es la que ha mantenido la dinámica evolutiva de éste. En este caso se reconoce la importancia de este sector, en la domesticación y preservación de los recursos genéticos para que en la actualidad y en el futuro se puedan emplear, con el objeto de solucionar posibles problemas en la producción de alimentos.

2.8 ESTRATEGIAS CAMPESINAS DE SUPERVIVENCIA

La economía campesina es sistemáticamente diferente a la concepción e interpretación capitalista. De acuerdo a Chayanov (1986:3-5), generalmente las estrategias campesinas se basan en equilibrar actividades productivas primarias con la búsqueda de empleos que se complementan mutuamente. Mientras las actividades productivas proveen algunos alimentos básicos para la Unidad Doméstica Campesina (UDC) y los excedentes se venden al mercado, los ingresos por algún tipo de empleo suministran recursos con la finalidad de complementar lo de la venta de sus excedentes.

Los campesinos pueden visualizarse como actores de la vida económica y social con gran capacidad de adaptarse y responder a los desafíos que imponen la precariedad de sus actividades productivas, y su posición desfavorable en las

relaciones económicas y sociales. Las estrategias de supervivencia o de adaptación son el conjunto de decisiones que se toman para ajustarse a la evolución; son fruto del aprendizaje a través de las crisis y catástrofes que permiten anticipar situaciones similares para evitar consecuencias desastrosas.

Geilfus (2000:11,227) menciona que las actividades que los campesinos realizan, giran en torno a la tierra de cultivo; ésta se convierte en centro de sus actividades, pero se buscan diferentes fuentes de ingresos para la diversificación económica familiar. Esa estrategia se organiza alrededor de tres ejes: 1) las actividades de venta de mano de obra (ya sea en el sector agrícola o no); 2) actividades ligadas al comercio (productos, insumos y bienes de consumo); y 3) actividades de artesanías y servicios. Con esto se buscan las tendencias de maximizar el rendimiento de los factores de producción más escasos y minimizar los riesgos por la diversificación y reducción de los costos de transacción.

A diferencia de la visión capitalista respecto al contrato de jornales para incrementar la *productividad* de la finca, en el caso de la UDC, se busca maximizar la mano de obra familiar limitada debido a la escasez de capital, pero también por lo reducido de la superficie de cultivo. Igualmente existe una gran divergencia respecto al destino de la producción agropecuaria, mientras en la visión capitalista se produce casi en la totalidad para el mercado, la UDC produce para su autoabasto, tanto para los requerimientos familiares como de su ganado, el cual es visto como una *unidad de ahorro*. Lo que se produce en el sector pecuario de la UDC puede tener dos posibles fines: autoconsumo para la familia o como factor de producción (ingresos en especies), o bien para la venta o intercambio en el mercado para generar ingresos monetarios Geilfus (2000:103,183).

Las estrategias de supervivencia de los campesinos e indígenas se van adecuando al tiempo y a las condiciones biofísicas y socioeconómicas, pues de acuerdo a un estudio longitudinal de Blanco (en González *et al.*, 2007:197-199), en 1940, los popolucas tenían 20 productos en su milpa, en ese tiempo su estrategia de supervivencia se enfocaba a la milpa de policultivo, caza, pesca, recolección y

ganado de traspatio; para la década de 1950, le dan prioridad al cultivo de café, puesto que en esa época subió el precio internacional de este producto.

En la década de 1970 con el proceso modernizador, realizaban actividades complementarias a la milpa como la ganadería, la cafeticultura, el comercio, el jornal y la actividad industrial (en el complejo petroquímico Coatzacoalcos-Minatitlán). En esa época, la milpa seguía siendo su principal estrategia alimentaria, y en segundo término estaban la caza y la cafeticultura; asimismo se empezaba a producirse maíz en monocultivo. Durante los 80's se incrementó el monocultivo de maíz y en los 90's, la estrategia campesina era todavía en primer lugar la milpa, pero se enfocaban esfuerzos a obtener subsidios de Procampo, Progresas, del Café y otros como los de Solidaridad, mientras que la recolección y la caza prácticamente fueron desapareciendo.

La diversificación productiva también es parte de la estrategia de supervivencia campesina. Al contar con diferentes cultivos en áreas reducidas como las que siembran los campesinos, minimizan riesgos de mercado por si bajan los precios de alguno de los productos que produce, pero también los meteorológicos, puesto que no todos los cultivos estarán listos para cosecharse al mismo tiempo. Obviamente, las estrategias que los campesinos aplican dependerán de las circunstancias. Coloquialmente es conocido el dicho al respecto *“no se colocan todos los huevos en la misma canasta”*.

Otra estrategia para incrementar el bienestar en la UDC, aunque parezca paradójico, es la reducción del consumo. Esto implica que algunas veces es necesario reducir la ración calórica cuando ésta se basa en la adquisición de bienes no producidos en la misma UDC; procura sustituirlos por los que estén más en su control y adquirir del mercado solamente lo indispensable.

2.9 SISTEMA AGRÍCOLA CAMPESINO SUSTENTABLE

el semblante teórico, existen propuestas de cómo debe ser un sistema agrícola campesino sustentable, y qué elementos debe contener. En algunos casos esta posibilidad es considerada como una utopía.

Gliessman (2002:12-13) menciona que “no es muy fácil saber si un modelo agrícola es sustentable, pero que es más fácil saber cuándo se aleja de la sustentabilidad”, y esto depende de la gran cantidad de insumos externos y combustibles fósiles que allí se emplean.

Para Altieri y Nichols (2000:74-97), algunos requisitos básicos de un agroecosistema sustentable, son la conservación de los recursos renovables, la adopción del cultivo al ambiente y mantenimiento de un nivel alto pero estable de productividad, esto, a largo plazo. El grado de sustentabilidad del agroecosistema está en función del manejo agroecológico o agroindustrial que se le dé. Para lograr un nivel elevado de sustentabilidad se debe reducir en lo posible el uso de energía fósil y recursos externos, emplear métodos de producción que restablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes de la comunidad biótica a las tasas de reciclaje de materiales orgánicos y nutrientes, y la maximización de energía. Además, debe fomentar la producción local de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural, y reducir los costos a través de aumentar la eficiencia y viabilidad económica de pequeños y medianos agricultores potenciando un sistema agrícola altamente resiliente y diverso.

De acuerdo a Sánchez y Castro (2011:28-69), un tipo de agricultura más sustentable se rige más por principios que por fórmulas. La agricultura de estas características debe integrar elementos ambientales, sociales y económicos en un estado de equilibrio entre ellos, con repercusiones positivas hacia el sector productivo, y hacia los consumidores.

Los beneficios para el consumidor deben ser respecto a la calidad del producto, la inocuidad, accesibles económicamente, y que durante el proceso de producción no deteriore el ambiente. Los productores se benefician al consumir sus productos sanos, económicamente por la venta de excedentes, y al no estar

sometidos a riesgos para su salud por el uso de productos agrotóxicos peligrosos. Además, se deben aprovechar de manera adecuada los recursos naturales locales (sin deteriorarlos ni poner en riesgo la existencia de especies y variedades).

En la figura 2.2 se integran diversos elementos considerados para una agricultura más sustentable. Estos son contemplados desde la perspectiva de un manejo agroecológico, complementados mutuamente por factores sociales, ambientales y económicos, igual de importantes para lograr ese tipo de agricultura.

Figura 2.2 Componentes de una agricultura campesina sustentable.



Fuente: Elaboración propia.

El soporte de la propuesta anterior es la Agroecología, paradigma que da las bases para una agricultura sustentable (Altieri, 1987; Altieri y Nichols, 2000; Gliessman, 2002). Desde esta perspectiva, se plantean tres ejes fundamentales: 1)

Prácticas Sociales, 2) Prácticas Agroecológicas, y 3) Prácticas Económicas. Cada uno de estos contempla diversas actividades que están entrelazadas, pero a la vez tienen relación con las de los otros ejes. La descripción de los componentes de cada eje es la siguiente:

1) Prácticas Sociales

Contempla acciones como: la organización, autogestión y participación comunitaria, la calidad de vida y la incidencia en políticas públicas. *La organización* es un proceso a través del cual un sujeto colectivo distribuye tareas, medios y poder a sujetos individuales con la finalidad de lograr objetivos y metas comunes en beneficio del colectivo (Niño, 1993:21). Este aspecto está muy ligado a *la autogestión*, entendida en este marco, como un proceso de gestión para el manejo y administración de los recursos naturales por la comunidad de base (Sánchez, 2008:25).

Pero *la participación* de los productores es un elemento medular para articular las acciones de la comunidad, ésta no implica presencia física en reuniones o simplemente legitimar actividades de los dirigentes de la comunidad. La participación es actuar en la toma de decisiones que afectan de manera cotidiana al colectivo y al individuo, a sus familias y a la comunidad. Stavenhagen (1977:78) cita que la participación es una actividad organizada por un grupo con la finalidad de externar necesidades, defender intereses comunes, y trabajar en conjunto para lograr objetivos y metas.

Además, *la calidad de vida* se considera importante en este eje, debido a que está ligada al bienestar social, entendida como la condición en la que se satisfacen requerimientos vitales axiológicos como la subsistencia, el afecto, identidad, libertad, entre otros (Max-Neef *et al.*, 2001:40-68).

Al considerar elementos sociales como los citados, no se puede dejar a un lado la importancia que tienen las políticas públicas en beneficio o perjuicio de los campesinos e indígenas y de la sociedad en general. Por eso es trascendental que grupos organizados de este sector, *incidan* en el planteamiento de leyes que resguarden legalmente el patrimonio biocultural que ellos han custodiado desde

épocas remotas hasta nuestros días, ante la eminente llegada de empresas trasnacionales.

2) Prácticas Agroecológicas

Comprende un conjunto de acciones técnicas que se caracterizan por aprovechar los recursos naturales locales sin devastarlos, con visión de beneficio social, de producir lo suficiente en cantidad y calidad, de largo plazo, y buscando que sean factibles económicamente.

Con el objeto de evitar se siga deteriorando el suelo por la erosión, se deben implementar trabajos para la *conservación de suelos y agua*, de acuerdo a las condiciones biofísicas del lugar, respetando aspectos socio-culturales. Las alternativas son variadas: construcción de bordos, terrazas, zanjás a nivel o desnivel, etc. (Ramírez, 2005:35). Para proteger las zanjás o incluso en trazos a nivel sin acequias, se pueden plantar frutales, arbustos, pasto, nopales o magueyes que retengan suelo y a la vez funcionen como cortinas rompevientos.

Para mejorar la fertilidad del suelo, se debe utilizar *abono orgánico* o incorporar *abonos verdes*, emplear *micorrizas* y *rhizobium* (Sánchez y Castro, 2011:29), y complementar la nutrición vegetal con fertilizantes inorgánicos, reduciendo la cantidad gradualmente. *Las rotaciones y la diversificación* de cultivos (asociaciones, intercalado, etc.), también inciden de manera positiva en la fertilidad. En lo posible se debe mantener *cubierta vegetal* en el suelo para evitar que el sol evapore agua en época de sequía, se pierdan a la vez nutrientes y se afecte la vida microbiana.

Además, el uso y mejoramiento de semilla nativa⁴ *in situ*, es un factor que ayudará (aunado a las otras labores), a mejorar el rendimiento por unidad de superficie. Con la integración de las prácticas agroecológicas, las plantas cultivadas estarán mejor nutridas y resistirán más el ataque de insectos y microorganismos, de

⁴ La referencia es para semilla de maíz que a través de técnicas de selección masal se puede mejorar por los campesinos.

acuerdo a lo que plantea Chaboussou en los *principios de la trofobiosis* (Restrepo, 1997:37).

Otro aspecto interesante es *el aprovechamiento del traspatio* para la producción de verduras, carne y huevo para autoconsumo. Empleando el método biointensivo, se pueden producir suficientes verduras para la familia durante la mayor parte del año. Se aprovechan espacios reducidos para producir aves y conejos, y se requiere estabular el ganado mayor para aprovechar esquilmos agrícolas y optimizar espacios (Sánchez y Castro, 2011:51-53, 58-64).

3) Prácticas Económicas

El ámbito económico es también muy importante para lograr una mayor sustentabilidad en un sistema agrícola campesino. Una tarea nada sencilla para los productores es reducir los costos de producción, actividad que se puede lograr elaborando sus abonos orgánicos y dependiendo poco de agroquímicos y otros insumos externos (Altieri y Nichols, 2000).

Los excedentes producidos se pueden vender sin elaborar (maíz, trigo, frijol, etc.), o procesados (tortilla de comal, tlacoyo, tlaxcal, pinole, etc.), éstos últimos en lugares específicos de ciudades cercanas que se pueden gestionar con las autoridades para esta finalidad. Sin embargo, se requiere estar organizado con más productores. La ventaja de vender directamente al consumidor, es que puede pagar un precio más justo, beneficiándose también al evitar intermediarios que le revendan (PIDAASSA, 2005).

Además, si se tienen diversos frutales en la parcela, con un manejo adecuado pueden convertirse en el motor económico del sistema productivo, debido a que el precio de la fruta de buena calidad generalmente es mayor que el de algunos granos (MIAF-COLPOS, 2012). Aunado a esto, se pueden ofertar servicios de recorrido por las parcelas con un enfoque de turismo rural alternativo (Barrera, 2012).

III. MARCO DE REFERENCIA

La situación actual de deterioro del medio ambiente a nivel mundial es alarmante; se considera que el cambio climático global es una de las consecuencias del manejo inadecuado de los recursos naturales. La explosión demográfica es otro factor que contribuye a la problemática relacionada con el medio ambiente. El incremento acelerado en la población mundial en las décadas más recientes es inédita: en 1950 había aproximadamente 2,500 millones de habitantes en el mundo, en 2005 se alcanzó la cifra de 6,500 millones y se estima que para el año 2050 será de 9,250 millones de personas (Brambila, 2006:33-34). Esta población demandará alimentos, vivienda, vestido, combustibles, etc., y la presión hacia la naturaleza será cada vez mayor para cubrir sus necesidades vitales.

En la producción de alimentos, la agricultura utiliza fundamentalmente recursos naturales. Existen dos modos de manejo predominantes (también llamados sistemas de producción): el convencional (agroindustrial o moderno) y el tradicional (Toledo, 1995:9; Hernández X. *et al.*, 1987 en Díaz *et al.*, 1998:105-106).

El sistema de producción agroindustrial utiliza varios insumos externos provenientes de la industria biológica, tales como semillas mejoradas, de la industria química como los pesticidas y los fertilizantes, o de la industria mecánica como maquinaria y equipo, entre otros; además del uso irracional de energías fósiles para la aplicación de los productos y para las diversas labores de cultivo (Gliessman, 2002:3). El uso de este tipo de insumos ha deteriorado los recursos naturales involucrados en el sistema de producción agrícola, situación que hasta hace poco no se le daba la importancia que realmente tiene.

Actualmente en el mundo, la conciencia sobre los problemas causados por la agricultura ha sido alentada por dos factores: 1) El reconocimiento científico de que existe una relación directa entre los modelos actuales de desarrollo agrario y algunos de los problemas en el medio; y 2) La constatación de lo irracional que resulta, en los países desarrollados, continuar con modelos de agricultura intensiva, cuando han alcanzado la autosuficiencia alimentaria, y hacen tangibles los problemas de excedentes en los mercados (Fernández, 2008:17).

En los países subdesarrollados, el sistema predominante de producción agrícola es el tradicional. De acuerdo a Toledo (1991:5), el término “tradicional” se ha venido planteando con la idea de oponerlo a lo moderno. Respecto a este sistema de producción, la expresión se utiliza para referirse al manejo de los recursos naturales basado en las prácticas ancestrales y con poco o ningún acceso a las nuevas tecnologías. Además, el sistema de manejo referido ha hecho uso de la tierra y se ha desarrollado localmente durante años de experiencia empírica y experimentación campesina.

El otro modelo de agricultura que se practica en áreas considerables es el agroindustrial, convencional o moderno, que se basa en un elevado consumo de energía fósil y tiene altos niveles de producción. Este modelo predomina en países desarrollados y en algunas regiones de países en desarrollo. Sin embargo, se ve cuestionado por sectores cada vez más amplios y críticos de la sociedad actual (Fernández, 2008:17).

En un plano intermedio entre el sistema de producción tradicional y el moderno o agroindustrial, se encuentran diversas variantes de sistemas de producción en transición, es decir, aquellos sistemas productivos en los que se emplean elementos biológicos y tecnológicos, tanto del sistema tradicional como del sistema agroindustrial. Se pueden encontrar productores ubicados en esta situación, que utilizan tractor, equipos de riego y semillas híbridas, elementos característicos del modelo agroindustrial, pero que también utilizan yunta y semillas criollas, entre otros elementos del modelo tradicional.

La sustentabilidad de los sistemas de manejo se justifican en la rentabilidad económica (agroindustrial), y su contribución a la conservación de los recursos naturales y a los procesos sociales (tradicional). El sistema de producción en transición es justificado por conservar algunos recursos naturales, pero a su vez por su rentabilidad económica. En este apartado también se discute la seguridad alimentaria, uno de los ejes principales de esta investigación, y de manera simultánea la situación de las políticas globales y nacionales, su incidencia y repercusión para la situación de autosuficiencia, seguridad y soberanía alimentarias.

3.1 LA CULTURA DEL MAÍZ

México, además de ser centro de origen del maíz, parte importante de su cultura está basada en este grano básico, que constituye la principal materia prima con la que se elabora casi la mitad de alimentos consumidos en el país. Este cereal proporciona a toda la población un importante contenido energético. A nivel nacional, la tortilla proporciona aproximadamente la mitad de las calorías requeridas y un tercio de las proteínas que la población consume en promedio. Sin embargo, como es de

suponerse, existe diferencia respecto a la dependencia de calorías y proteínas del maíz, entre la población rural y la urbana.

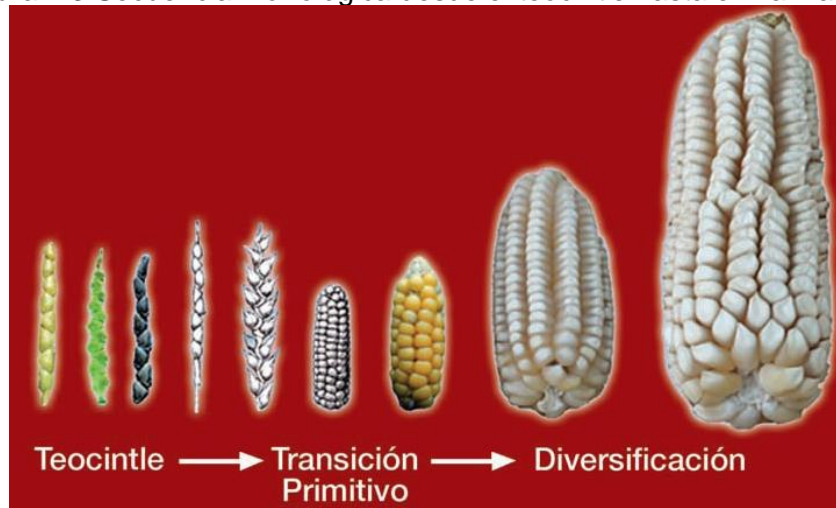
De acuerdo a Massieu y Lechuga (2002:283-284), el área rural depende de este cereal para satisfacer 65% de calorías y entre 50% y 70% de proteínas, por lo que es considerado como el principal alimento básico. Los mismos autores afirman que en este sector, aproximadamente 60% de la producción que se utiliza para el autoconsumo rural, es dedicada al consumo humano. Respecto a la población urbana, ésta depende de poco más de la mitad de calorías de la tortilla y la tercera parte de las proteínas.

La cultura del maíz está relacionada con los grupos sociales que lo domesticaron y lo siguen cultivando y mejorando. Esa cultura es dinámica, se consideran por ejemplo aspectos culinarios, de gustos, valores, símbolos, estilos de vida, etc. (Bonfil, 1992; Bonfil, 2004:117-118).

De acuerdo a Arturo Warman, el maíz es inventado diariamente por los campesinos; lo inventan con su trabajo, con su conocimiento, con su respeto y veneración, con su pasión, con su vida que gira alrededor de esta planta (Warman citado por Calva, 1988). Esto lo refuerza Muñoz (2005:3-11), cuando explica el posible proceso de coevolución del teocintle en el que intervinieron grupos humanos, desde hace 80 mil años, hasta hace unos 7 mil, en que ya el grano de teocintle había perdido la capa lignificada que lo caracterizaba y había pasado de tener 2 hileras a 4 y posteriormente hasta 8 filas de granos.

Las evidencias encontradas por MacNeish en la zona de Tehuacán, Puebla, nos muestran que hace aproximadamente 7 mil años, la diversidad de maíces era limitada en comparación con la actual, además de que también a nivel de razas y/o variedades han evolucionado, resultando de este proceso mazorcas más grandes. A través de los años, no solamente aumentó el número de hileras en las mazorcas, sino también el número de granos por hilera y por lo tanto el tamaño de las mazorcas (figura 2.3) (Muñoz, 2005:13).

Figura 2.3 Secuencia morfológica desde el teocintle hasta el maíz actual.



Fuente: Serratos, 2009:5

En este contexto, es claro que el maíz es el centro de los aspectos culturales citados, donde la milpa es un sistema tradicional que está o ha estado bastante ligado a la cultura del maíz. En este sistema, el maíz, frijol y calabaza son los principales protagonistas, pero de acuerdo a cada zona, se asocian otros elementos, tanto biológicos como culturales. Por ejemplo, para algunos mayas de Yucatán, a la milpa le llaman *Kol*, en la que se integra maíz (*Zea maíz*), asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus*) y calabaza (*Cucurbita múschata*, *C. pepo*, y/o *Lagenaria siceraria*), estos cultivos son manejados con prácticas culturales características de la zona, como la roza, tumba y quema (González *et al.*, 2007:216-218). El nombre castellano que le dan a esta asociación es “solar maya” y en Chiapas simplemente le llaman “Milpa” (Sánchez y Castro, 2011:79).

También inciden otros factores para las asociaciones, en las cuales son elegidas las razas y variedades de esas especies e incluso de algunas otras. Uno de los criterios importantes es el uso culinario del grano que allí se cosechará. Por ejemplo, si el maíz será para pozole, para tortilla u otro uso, lo mismo sucede con las demás especies; para esto, la opinión de las mujeres es de mucha importancia (en algunas regiones son ellas las que seleccionan las semillas que se sembrarán), pues son las que sugieren las variedades por cuestiones de color, sabor, textura, etc.

En todo el territorio nacional y en otros países, se conservan costumbres y creencias relacionadas con el maíz. Un ejemplo son los Teenek, en San Luis Potosí, que consideran haber sido creados de maíz, y tienen diversas creencias: “se debe cuidar la milpa y recoger todas las mazorcas, porque si no la mazorca llora como un niño si no la llevamos a casa”. Contemplan varios elementos de la naturaleza para determinar el momento de sembrar y de realizar cualquier actividad agrícola, realizan rituales previos a la siembra, organizan ceremonias y fiestas en honor al maíz, con el objeto de agradecerle por ser la semilla sagrada. Al sol, a la luna y a la lluvia les reconocen su importancia para los ciclos de cultivo (Robles en Álvarez-Buylla *et al.*, 2011:67-69).

3.2 POLÍTICA AGRARIA

La política agraria a nivel mundial es muy dispar y se refleja en los beneficios diferenciados entre países, y en su interior, entre diferentes tipos de productores. De acuerdo a Bartra (2003:111), la política agrícola de los Estados Unidos de Norteamérica, desde los años 70's del siglo pasado, fue diseñada para apoyar a las gigantescas agroindustrias transnacionales como Archer Daniels Midland (ADM) y Cargill, entre otras, que fueron dotadas de las herramientas necesarias para capturar mercados locales de ese país, y también mercados internacionales alimentarios.

La ley agrícola estadounidense (*“Farm Bill”*) del 2002, otorgó grandes y complejos apoyos a 8 cultivos: algodón, trigo, maíz, soya, arroz, cebada, avena y sorgo. Los tipos de apoyos incluyeron: 1) Pagos fijos directos; 2) Pagos contra cíclicos; y 3) Préstamos para promociones de mercado. Los segundos, son pagos con subsidios retroactivos que entran en vigor cuando los precios en el mercado caen por debajo de un “precio piso” (Bartra, 2003:115). Resultado de los altos subsidios a las enormes agroindustrias productoras de maíz (entre otros productos agrícolas), ese país ha saturado su mercado interno e inunda el mercado externo al vender el

maíz 20% más barato que el costo de producción, situación que deja en desventaja a países como México. Su justificación es, como lo dijo en el 2002 el expresidente George W. Bush: “debemos vender nuestra carne, maíz y frijol a la gente alrededor del mundo que necesita comer” (Bartra, 2003:120).

En México, la situación de los productores rurales afronta enormes dificultades: “los campesinos son concebidos como factores residuales de una economía global, competitiva, de alta tecnología”, la mayoría de ellos no tienen posibilidades económicas para insertarse al modelo neoliberal (Appendini y Torres-Mazuera, 2008:13), y “más de 80% de la población que vive en condiciones de franca pobreza reside en el campo, más de dos millones de ellos son agricultores de maíz” (Bartra, 2003:121).

A pesar de las políticas anti-campesinistas impuestas más fuertemente con un toque altamente neoliberal durante los tres sexenios más recientes, México ha sido escenario de movimientos sociales relacionados con el medio rural, como “El campo no aguanta más” que surgió el 10 de diciembre de 2002, convocado por El Barzón Nacional, La Unión Nacional de Trabajadores Agrícolas (UNTA), y la Coalición de Organizaciones Democráticas Urbanas y Campesinas (CODUC). Posteriormente se unieron a este movimiento la Coordinadora Nacional Plan de Ayala (CNPA), la Unión Nacional de Organizaciones Campesinas Autónomas (UNORCA), La Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de productos del Campo (ANEC) entre otras, para demandar la salvación y revaloración del campo mexicano.

En 2007 surge la Campaña Nacional en Defensa de la Soberanía Alimentaria y la Reactivación del Campo Mexicano “*Sin Maíz no hay país*”, con el apoyo de 300 organizaciones diversas. Varias de estas han venido buscando mecanismos para la producción y comercialización de productos agrícolas como el maíz, evitando intermediarismo y beneficiando a sus agremiados (productores campesinos), y a los consumidores, debido a que han articulado los procesos de producción primaria (maíz), transformación (tortilla) y venta directa al consumidor. Una de sus propuestas es que el Estado facilite a los productores de maíz a nivel nacional, mecanismos similares para que sus actividades productivas sean más redituables

económicamente en su beneficio, pero también de los consumidores (sinmaiznohaypais, 2012). La propuesta de las diversas organizaciones hacia el gobierno va enfocada a lograr la seguridad y soberanía alimentaria desde una perspectiva de sustentabilidad, dando énfasis a granos como el maíz.

En el caso de Tlaxcala, en enero de 2011 se aprobó en el decreto número 190, la *Ley de fomento y protección al maíz como patrimonio originario en diversificación constante y alimentario para el estado de Tlaxcala* (Periódico Oficial, 2011), impulsada por organizaciones locales, encabezadas por el Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero, A. C., y apoyada por la gestión de una diputada local de izquierda. Es la primera ley a nivel mundial en beneficio de semillas de maíz nativo o criollo, ante la inminente entrada de semillas transgénicas. Sin embargo, a la fecha no se ha logrado reglamentar esta ley, debido al nulo interés del gobierno en turno, y a la falta de presión de la sociedad civil.

3.3 AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA

Una premisa importante en este sentido, es que México ha perdido capacidad para autoalimentarse, no como consecuencia del incremento poblacional acelerado, ni de las formas de organización y producción, sino de la expoliación que han padecido los productores de sus medios de producción como resultado del proceso gradual de acumulación de capital (Toledo *et al.*, 2000:14).

Otro aspecto trascendental, aparte de la pérdida de autosuficiencia, es la seguridad e incluso soberanía alimentaria, que se han agudizado a partir de la década de los 90's del siglo pasado (Bartra, 2003:37). La autosuficiencia alimentaria tiene mucha relación con el qué, cuánto y para quién se produce.

En términos de maíz, la autosuficiencia alimentaria se rompió con la crisis agrícola desde mediados de los setentas (Massieu y Lechuga, 2002:283). Para que una sociedad logre la autosuficiencia alimentaria, hay dos condicionantes básicas: 1) Que se obtenga el máximo de productos con un mínimo esfuerzo invertido en términos energéticos (sobre todo no renovables) y económicos, y 2) Mantener la producción a lo largo del tiempo. Ambas condiciones “dependerán de cómo el hombre se apropia de la naturaleza, es decir de la capacidad para reconocer y aprovechar las condiciones naturales” (*Ibid*).

La pérdida de la capacidad de un país para autoalimentarse, es resultado de la pérdida de la autosuficiencia alimentaria en los diferentes niveles, desde el familiar, local, regional y nacional. Es importante resaltar que en México es aún de gran importancia la producción campesina, caracterizada por una economía de autoconsumo, *en la que los campesinos e indígenas producen casi todo lo que consumen y consumen casi todo lo que producen*; es decir, tienden a producir para el autoabasto (Toledo *et al.*, 2006:15,19).

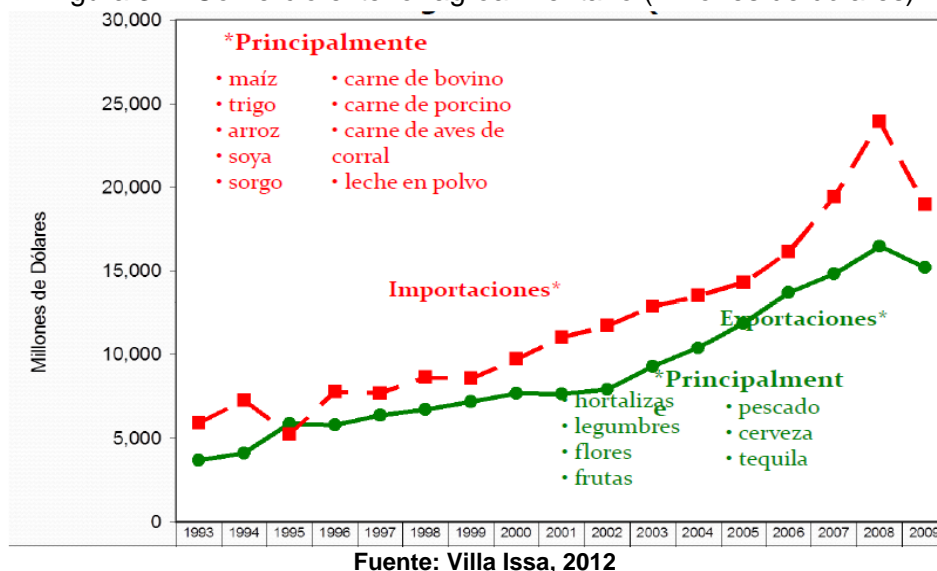
La FAO (2010), considera que la autosuficiencia alimentaria es el grado en que un país puede satisfacer sus necesidades alimenticias con su propia producción, y pone como ejemplo a países africanos que se han puesto como principal objetivo el lograr una autosuficiencia alimentaria. Sin embargo, no deben cerrarse las posibilidades de importar la diferencia entre lo que producen y lo que consumen. Con esta visión, se pierde la oportunidad de aprovechar las ventajas comparativas, es decir, se pierde un alto costo de oportunidad por no producir aprovechando las condiciones específicas de clima, suelo, etc., y poder exportar para generar ingresos con los que se adquieran alimentos para complementar los requerimientos.

La FAO señala que los países africanos no están haciendo lo que México; en las tres décadas más recientes, nuestro país ha firmado tratados de libre comercio con 43 países, de los que destacan el TLCAN con Estados Unidos y Canadá, y con 28 países de la Unión Europea, entre otros; además se han implementado políticas agrícolas para aprovechar las ventajas comparativas y es de los países más importantes en la exportación de frutas tropicales y hortalizas, pero no tiene una

estrategia bien definida para producir la mayoría de los alimentos que consumimos. La balanza comercial agroalimentaria actual indica que nuestro país importa los principales víveres que consumimos, y exportamos los aderezos y la sobremesa (Figura 3.1).

Esto es resultado de las políticas sectoriales aplicadas en los años recientes, que da prioridad a producir cultivos redituables y a aprovechar ventajas comparativas. No obstante, la balanza comercial es negativa debido a que importamos más de lo que exportamos (Villa Issa, 2012).

Figura 3.1 Comercio exterior agroalimentario (millones de dólares).



En efecto, como menciona la FAO, la autosuficiencia se mide por la tasa de autoabastecimiento, es decir, el grado de contribución de la producción nacional al consumo interno; como podemos apreciar de acuerdo al gráfico anterior, cada vez se hace más grande la brecha en productos como maíz, entre lo que consumimos y lo que producimos.

3.4 SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIAS

que los seres humanos no aprendemos de lo que sucede a través de nuestra historia, pues de acuerdo a Gildardi (en Gorban *et al.*, 2011:169-170), en 1876 hubo sequías e inundaciones que provocaron la baja producción de alimentos, consecuencia de esto, murieron entre 30 y 50 millones de personas en China, India, algunos países de África y Brasil. Las causas de la catástrofe no fueron meramente climáticas, pues Inglaterra había impuesto cambios en los sistemas de producción de alimentos y pasaron de una agricultura de autoabasto a una basada en cultivos de exportación. La soberanía alimentaria que existía antes del colonialismo hubiera evitado esas catástrofes.

Actualmente estamos ante un esquema global, similar al de la época que refiere Gildardi, en el aspecto de que varios países se preocupan por impulsar políticas agrícolas encaminadas a cultivos de exportación y se descuida el abasto interno. En esta parte se introducen, entre otros conceptos, los de *seguridad alimentaria* y *soberanía alimentaria*, con el objeto de tener un referente teórico y de reflexión sobre el abasto y disposición de alimentos básicos.

Para Wolfensberger (2007:70), la *seguridad alimentaria* (SA) implica la disponibilidad o el acceso a los alimentos en todo momento. Mientras que para Camberos (2000:49-55), la SA es la garantía para la población de disponer de alimentos en cantidad suficiente, considerando que exista facilidad para el acceso a éstos y estabilidad para satisfacer las necesidades básicas. Debe haber una oferta de alimentos mayor que la demanda, en términos de requerimientos energéticos. Por esta situación, Camberos enfatiza que la SA no debe verse solamente en términos de disponibilidad, también debería considerar el aspecto de la soberanía alimentaria y la mejora en el acceso, basado en una política de desarrollo agropecuario.

De acuerdo a la FAO (2010), “la SA existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso material y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias a fin de llevar una vida activa y sana”.

En el ámbito de la SA coexisten los aspectos de disponibilidad de alimentos en todo momento, y la calidad de aquellos, es decir, que sean saludables, sin riesgos, y que cumplan con las preferencias de la población y sus valoraciones culturales. Para Appendini *et al.* (en Appendini y Torres-Mazuera, 2008:103), los dos enfoques se encuentran en las políticas públicas de diversos países, sin embargo, en México la situación que predomina es la primera (de disponibilidad), mientras que en países como Japón, Canadá, los integrantes de la Unión Europea, entre otros, su prioridad es en el segundo eje (calidad).

En el caso específico del maíz, para zonas rurales de México, los campesinos buscan satisfacer sus necesidades no solo con cantidad, sino de acuerdo a su cultura, gustos, preferencias, etc., y lo hacen a través de granos criollos que producen para el autoabasto, a pesar de encontrar maíz barato (importado) en el mercado, no del total agrado de este sector de la población. Hacen uso de recursos con los que cuentan como tierra, mano de obra, algunas veces tracción animal, semillas, entre otros. No obstante a su costosa producción, les permite contar con maíz de mayor calidad para su consumo.

En el escenario nacional coexisten diversos sistemas de producción, los predominantes son el tradicional que utiliza semillas criollas o nativas locales, y en contraparte, el modelo de producción agroindustrial, convencional o moderno en el que se usan variedades híbridas que tienen rendimientos mayores cuando se les aplica el paquete tecnológico de la Revolución Verde. El primer caso es el modelo propio para cubrir la SA en el entendido de los propios campesinos. El segundo caso es el resultado de una propuesta de SA desde la visión del gobierno (Díaz en Appendini y Torres-Mazuera, 2008:131). Este autor (*ibid*: 134), sugiere cuatro niveles de SA de maíz, los cuales se mencionan a continuación:

1) Seguridad alimentaria con autarquía. *El hogar satisface sus requerimientos de calidad y cantidad de maíz produciéndolo con el trabajo o el dinero de los miembros de la unidad doméstica campesina (UDC), y si las hay, con transferencia del Estado (Procampo).*

2) Seguridad alimentaria con mercado. *La producción de maíz no alcanza a satisfacer las necesidades de cantidad y calidad del hogar, por lo que obtiene en el mercado la tortilla elaborada con maíz criollo u obtiene el grano criollo para elaborarlas en casa.*

3) Semi-seguridad. *La producción de maíz no alcanza a satisfacer las necesidades del hogar, por lo que obtiene en el mercado tortilla elaborada con maíz híbrido o bien obtiene el grano ya sea criollo o híbrido para elaborarlas en casa.*

4) Sub-seguridad. *En el hogar solamente se consumen tortillas elaboradas con maíz híbrido. Es el caso de los consumidores urbanos y, en general, de quienes no producen maíz ni tortillas.*

A partir de la década de los 80's del siglo pasado, la política gubernamental en México, fue desplazar el concepto de autosuficiencia alimentaria por el de seguridad alimentaria, que desde el entender de los políticos lo traducían en el acceso a los alimentos de cualquier manera, es decir, no necesariamente la producción, sino la importación de estos.

Por otra parte, la Soberanía Alimentaria (SoA), se centra en modelos locales a pequeña escala, adecuados al modelo ecológico de las áreas culturales. Se considera como *el derecho de cada nación de mantener y desarrollar su propia capacidad de producir sus alimentos básicos, respetando la diversidad cultural y productiva*⁵ (Vía Campesina, 2012). Este es un concepto al que no se le da mayor relevancia en la FAO, y ocasionalmente es sustituido como sinónimo de Seguridad Alimentaria (SA).

Como nación, no tenemos SoA ni caminamos en ese sentido, por el contrario, las políticas públicas y la visión neoliberal de los diferentes niveles gubernamentales nos llevan al extremo contrario; se prefiere importar (supuestamente más barato),

⁵ Se hace referencia a los países con agricultura campesina como una forma no solo de alimentar a su población (cantidad), sino de alimentarla mejor (calidad).

que impulsar la producción local de maíz, razón por la que se deja a su suerte al 82% de los productores minifundistas, que son la mayoría en nuestro país (Villa Issa, 2008:103). El maíz importado es mezcla de transgénico e híbrido y no sabemos si en el corto o mediano plazo haya consecuencias negativas para los humanos por su consumo (Quist y Chapela, 2001; Ortega, 2008). La SoA debe considerar el enfoque regional o local, pues hasta el momento soberanía a *priori* hace referencia del Estado-nacional y queda trunco un enfoque a escala local.

3.5 EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMÉRICA DEL NORTE Y LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN MÉXICO

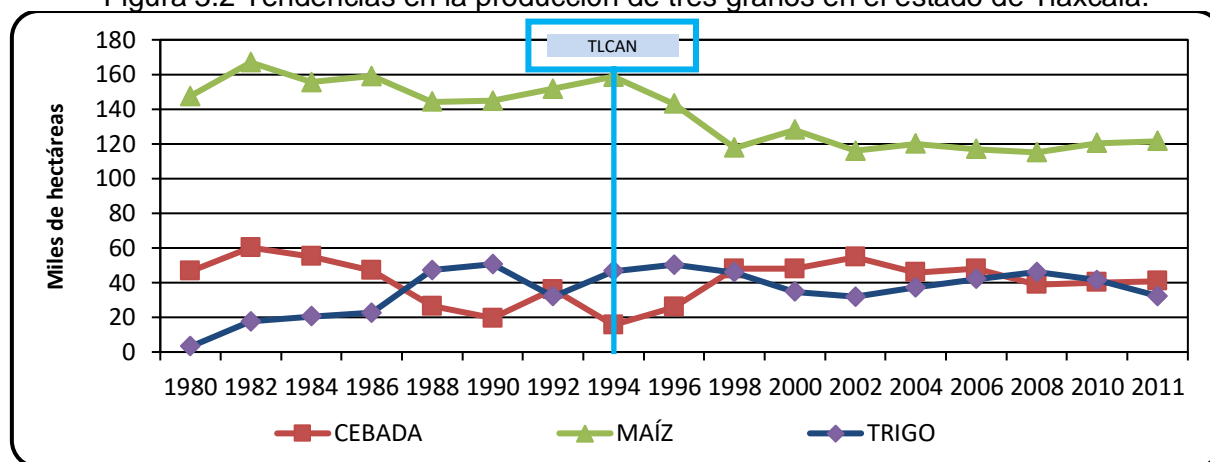
La situación de dependencia respecto al maíz que se ha dado en nuestro país, es a pesar de que este cultivo ocupa 57% de la superficie destinada a granos básicos y que en este cultivo se ocupan más de 2.5 millones de agricultores. Es un cultivo básicamente de minifundistas, pues 92% de predios donde se cultiva son menores de 5 ha (Massieu y Lechuga, 2002:284-285).

En el estado de Tlaxcala, la producción en el 2007 fue de 287,555 toneladas métricas (TM), con un rendimiento promedio de 2.31 TM ha⁻¹ mientras que en el municipio de Huamantla se produjeron, para ese mismo año, 38,435 TM con rendimiento de 2.1 TM ha⁻¹, menor que el promedio estatal (siap-sagarpa, 2010). A pesar de esta situación, este municipio es desde hace varios años el principal productor de maíz en el estado; por esta razón le han denominado “el granero de Tlaxcala”, debido a la extensión que se destina para cultivar este grano básico.

Sin embargo, a nivel estatal el área destinada para maíz se había mantenido constante durante los años 80's y 90's del siglo pasado y no disminuía de 140 mil hectáreas sembradas, hasta la entrada en vigor del TLCAN en 1994, año en que, como se puede observar en la figura 3.2, el área destinada para maíz empieza a decrecer como consecuencia de esa política económica nacional, pues pasó de casi

160 mil hectáreas en 1994 a 120 mil en 2011 (siap-sagarpa, 2012). Es notable que la disminución del área para maíz, originó un crecimiento gradual en la superficie de cebada y trigo de manera. En el caso de la cebada, se explica por su uso en la industria cervecera que ha proliferado en los años recientes. Algunas posibles consecuencias en los recursos naturales son la erosión, compactación y agotamiento de suelos por el monocultivo, y la contaminación del manto freático y agua superficial debido al mayor uso de maquinaria y agroquímicos que estos cultivos demandan.

Figura 3.2 Tendencias en la producción de tres granos en el estado de Tlaxcala.



Fuente: Elaboración Propia con datos del SIACON (SIAP-SAGARPA, 2012).

La tendencia a la baja del cultivo de maíz, que se muestra en la figura 3.2, es resultado en buena proporción, del contexto que impera en todo el país como consecuencia del TLCAN, pero aunada a esta situación, el cambio climático que, particularmente en el estado de Tlaxcala, ocasiona que los productores busquen alternativas productivas acordes a la nueva situación de mayores sequías, heladas, granizadas, etc.

Es relevante resaltar que en el año 2011, la baja producción de maíz a nivel nacional y estatal, se debió a fenómenos, posiblemente relacionados con el cambio climático global. Mientras en el norte del país prevalecieron las sequías después de más de un año sin llover en estados como Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, entre otros, en estados del sur-este la situación fue totalmente contraria. Importantes zonas de Campeche, Chiapas y Tabasco, sufrieron inundaciones por exceso de lluvia. En Sinaloa, heladas atípicas causaron enormes pérdidas en el ciclo Otoño-

Invierno (O-I) anterior. Se calcula que se dejaron de producir alrededor de 5 millones de toneladas de maíz (Pérez *et al.*, 2011:36).

En Tlaxcala durante el ciclo Primavera/Verano (P/V) de 2011, las heladas también causaron pérdidas, en algunos casos de la totalidad de la siembra de maíz en la zona de estudio. Las heladas de inicio del ciclo afectaron en buena medida, posteriormente las granizadas de mediados de mayo y luego con las heladas del 8 y 9 de septiembre, se registraron pérdidas parciales o totales en alrededor de 70% de la superficie estatal cultivada (SEFOA, 2011).

El factor climático se ha conjugado con aspectos de política económica como el TLCAN, y en conjunto han afectado bastante la producción de maíz en el estado de Tlaxcala. El primero por los factores naturales ya mencionados, cuyas consecuencias fueron las pérdidas parciales o totales en los sistemas productivos agrícolas, y el segundo por la *competencia* desigual entre productores minifundistas de nuestro estado y los productores estadounidenses.

3.6 LA REVOLUCIÓN VERDE

Lo que conocemos actualmente como *Revolución Verde*, se empezó a gestar en México a partir de los años 40's del siglo pasado y se implementó en la década de los 60's, básicamente con el apoyo de la fundación Rockefeller y el respaldo medular del Dr. Norman Borlaug (CIMMYT, 2012). De acuerdo a Turrent (*et al.*, 2005:267), destacan que los aportes de Borlaug fueron en el sentido del mejoramiento genético tradicional, que tuvo como consecuencia positiva el incremento, bastante significativo en el rendimiento de trigo, pues pasó de 750 kg ha⁻¹ en 1950 a 3,200 kg ha⁻¹ para 1970.

Hewitt (1985:47,56,89), menciona que desde una visión técnica, la Revolución Verde es una revolución biológica y química, pero desde una visión socioeconómica

es una revolución comercial. En primer lugar porque el paquete tecnológico vino a cambiar el uso de semillas locales nativas por semillas de vigor híbrido, *mejoradas por la ciencia occidental*, además el empleo de insumos químicos como fertilizantes, herbicidas, insecticidas. En segundo término porque este modelo está ligado ampliamente a los mercados de la industria biológica de semillas, de la industria química (respecto a los agrotóxicos mencionados) y de la industria mecánica en el caso de maquinaria y equipos. Estos mercados están ligados directamente con trasnacionales, particularmente estadounidenses.

En 1943, se creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) en la Secretaría de Agricultura, que organizó la investigación basada en la experimentación, demostración y divulgación de tecnologías agrícolas, financiada igualmente por la fundación Rockefeller (Jiménez, 1990:972). Posteriormente fue formado el departamento de campos experimentales, que más tarde se convertiría en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), y en 1960 se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), que para 1976 contaba con 11 Centros Regionales y 54 Campos Experimentales.

En 1985 se conforma el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), actual instancia oficial del Gobierno Federal (dependiente de la SAGARPA), que es la responsable de la generación de tecnología. La agricultura que investiga y promueve este instituto es, desde sus orígenes, la del paquete tecnológico de “la Revolución Verde”. No obstante, debido a las políticas neoliberales de los sexenios recientes, ha pasado por un proceso de desmantelamiento (Damián, 2004:39-44).

En términos generales, después de medio siglo de su implementación, se debe reconocer que la *Revolución Verde* tuvo un impacto social importante desde la perspectiva del incremento en la producción de alimentos. Sin embargo, la parte desfavorable de este paquete tecnológico, es que económicamente no está al alcance de los productores de subsistencia; ambientalmente ha tenido algunas consecuencias negativas, tales como la compactación, erosión, agotamiento y contaminación de suelos, la pérdida de biodiversidad y agrobiodiversidad, la

contaminación de agua y aire, el empleo de productos usados en diversas guerras, que en momentos de “paz” se utilizan en la agricultura y causan problemas graves a la salud humana, de animales, plantas y del ecosistema (Restrepo, 1997:25). Este paquete ha hecho dependientes de mucha energía fósil e insumos externos a los agricultores que lo emplean, situación que repercute de manera negativa a la sustentabilidad del sistema productivo.

La Revolución Verde considera a los productores *medios de producción* y a los recursos naturales *insumos para el proceso productivo*, de manera que la agricultura se debe insertar en la economía de mercado y por tanto producir para obtener ganancias, las cuales se han de reinvertir para producir más, el producir más implica generar más ganancias, lo que conduce a un círculo vicioso.

Actualmente la Revolución Verde se ha modificado en relación al paquete tecnológico *originalmente planteado*, aparentemente por una mínima diferencia, pero en realidad no es tan pequeña. Anteriormente se sugería el uso de semillas *mejoradas*, y se proponían las semillas híbridas, pero ahora la recomendación es utilizar semillas transgénicas que se venden junto con algún herbicida *para que funcionen mejor*. Ejemplo de esto son la soja resistente al herbicida Roundup (Glifosato) y la colza resistente a Basta, el primero de la empresa Monsanto y el segundo de Bayer; al uso de estos *complementos del paquete tecnológico* es a lo que llaman la tercera Revolución Verde (García, 1998).

La justificación para el uso de semillas transgénicas radica en los supuestos beneficios que de acuerdo a Ortega (2008:41-43), son los siguientes: 1) *Se han triplicado las cosechas de maíz, lo cual ha ayudado en gran medida a combatir el hambre en poblaciones en constante crecimiento con escasez y sequía*; 2) *Se ha logrado disminuir considerablemente el uso de pesticidas químicos y con ello la toxicidad de alimentos tratados con ellos*; 3) *Los alimentos genéticamente modificados ya se cosechan con las vitaminas y minerales integrados*; 4) *La aplicación de esta tecnología permite prácticas agrícolas sustentables y la producción de materiales con recursos renovables*; 5) *Incrementa la viabilidad económica en la producción y reduce la pérdida hasta 30% durante su distribución y*

venta, de manera que se puede ampliar la vida poscosecha de los productos; 6) Permite la aplicación rápida de programas de conservación de suelos; y 7) Mejora la calidad de vida de los productores y la obtención de productos útiles y que mejoran la salud humana. Varios de estos puntos son muy cuestionables.

Según Greenpeace (2011), en realidad el maíz transgénico en los Estados Unidos tiene rendimientos muy similares a los híbridos. Además, hablar de que *el uso de éstos permite prácticas más sustentables* es sumamente ridículo, porque el simple hecho de emplearlos, *a priori* ya es insustentable por todo lo que implica el proceso de elaboración de las semillas transgénicas.

Por otra parte, el uso del maíz transgénico en México, es de un enorme riesgo debido a varias situaciones particulares: 1) Nuestro país es zona de origen y diversificación de este grano; 2) Nuestra dieta, depende directamente del maíz; 3) La planta de maíz es polígama, es una especie de polinización cruzada y el polen es fácilmente transportado por el viento e insectos, por lo que es muy factible la contaminación de variedades nativas con polen de transgénicos; 4) Existen plantas antecesoras del maíz como el teocintle que podrían contaminarse y erosionarse genéticamente, causando pérdida de biodiversidad, entre otros factores.

Esos riesgos son bastante considerables y están científicamente sustentados de acuerdo a los estudios de Quist y Chapela (2001:541-543), que después de muestrear y analizar plantas de maíz contaminadas por transgénicos en el estado de Oaxaca, llegaron a la conclusión que los transgenes se encontraban presentes en la estructura del ADN de plantas de variedades nativas, a pesar de que las muestras fueron tomadas en zonas remotas (alejadas de zonas urbanas y de difícil acceso físico), y de que en México estaba vigente la moratoria respecto al cultivo de semillas transgénicas.

3.7 ¿MODERNIZACIÓN SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA TRADICIONAL?

Masagro es un programa de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), al cual consideran como un *programa de modernización sustentable de la agricultura tradicional*.

Se autodefinen como un grupo de organizaciones de 30 países dedicado a la investigación y desarrollo agrícola, reunido por iniciativa de la SAGARPA y del CIMMYT, que ayudan a agricultores innovadores a obtener rendimientos más elevados y estables de sus cultivos, con la finalidad de mejorar sus ingresos y mitigar efectos del cambio climático; que se enfoca a pequeños agricultores con muy poco o nulo acceso a altas tecnologías. Está basado en la capacitación en prácticas agronómicas de conservación y precisión, así como de semillas de alto rendimiento que ellos definen como “mejoradas en forma convencional”. Una de sus metas es incrementar entre 30 y 80% el rendimiento de maíz en zonas de temporal a nivel nacional en un periodo de 10 años.

El costo para la sociedad mexicana durante este lapso de tiempo será de alrededor de 138 millones de dólares y el programa espera que algunas fundaciones e instituciones del sector privado realicen una inversión similar, lo cual significaría que en ese período, el programa pueda erogar alrededor de 276 millones de dólares.

El objetivo central de esta iniciativa es: *mejorar los rendimientos y la producción agrícola de México y de otros países en vías de desarrollo, mediante investigación aplicada al mejoramiento de semillas no transgénicas que sean más resistentes a sequía y plagas.*

Masagro plantea que a mediano plazo incrementará en forma sustentable la producción y rendimientos de maíz y trigo, además, de conformidad con la FAO, contribuirá a fortalecer la seguridad alimentaria de México, procurar ingresos dignos a la población rural y disminuir la migración del campo a la ciudad o al extranjero (MASAGRO, 2012).

Igualmente, ese proyecto cuenta con la colaboración de instituciones como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), del Colegio de Postgraduados (COLPOS), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Las secretarías incorporadas en este proceso son la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), además de instancias internacionales como el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), y el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Pero también se integran empresas productoras y comercializadoras de semillas.

El programa considera cuatro áreas prioritarias: *a) desarrollo sustentable con el productor, b) descubriendo la diversidad genética de las semillas, c) estrategia internacional para aumentar el rendimiento del maíz y d) estrategia internacional para aumentar el rendimiento del trigo.*

A nivel del estado de Tlaxcala, en enero de 2012, se creó el consejo Masagro, que encabeza el gobierno del estado, a través de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA), y que también involucra diversos actores como la Sagarpa y el CIMMYT (SAGARPA, 2012). A raíz de los devastadores efectos ocasionados por heladas y granizadas en el ciclo anterior, este programa encontró en este estado, las condiciones adecuadas para entrar con mayor facilidad y con la

justificación de contribuir a combatir los efectos del cambio climático en la agricultura tlaxcalteca.

Para el ciclo de cultivo P/V 2012, entre los actores involucrados contemplaron implementar el Programa Estatal de Agricultura de Conservación 2012 (PEAC), que de acuerdo a la Secretaría de Fomento Agropecuario, se implementaría en 3,000 hectáreas en las que se disminuiría entre 25 y 30% los costos de producción, cuyo objetivo sería reducir entre 8 y 10% la erosión de suelos. Además, existe un antecedente de manera experimental en la planta de Cebadas y Maltas, S.A. de C.V. ubicada en Calpulalpan, que en el ciclo P/V 2011 tenía 18 módulos demostrativos en una extensión de 1,521 hectáreas, y se involucró a 105 productores tlaxcaltecas, esto en esa zona poniente del estado de Tlaxcala (SAGARPA, 2012).

El programa Masagro, de acuerdo a su justificación, objetivos y líneas de acción, tiene muchas incongruencias entre lo que se dice en el discurso un tanto político y retórico, y los conceptos que utiliza. Respecto a los costos que ese programa tendrá durante los diez años, se está hablando de 27.6 millones de dólares anuales lo que representa un poco más de 352 millones de pesos. De esta cifra, la mitad provendrá del erario público. Aquí el punto es que se seguirá propiciando la dependencia no solamente de asesoría técnica, sino de paquetes productivos, que cuando se retiran las instancias asesoras, se dejan de utilizar por parte de los productores.

En cuanto a las instituciones que supuestamente respaldan la propuesta de Masagro, en efecto se incluye a las universidades de mayor prestigio en la enseñanza de ciencias agrícolas en México. Sin embargo, aparentemente sólo son utilizadas para validar y legitimar la propuesta. El CIMMYT es la institución que encabeza el proyecto y que después de cincuenta años en México, en que no le interesaron los productores campesinos (minifundistas), ahora, a través de este programa busca justificar su permanencia en nuestro país.

Conceptualmente hablando, es bastante cuestionable que se refieran a una agricultura sustentable por el solo hecho de utilizar prácticas de conservación; esto no garantiza la sustentabilidad del sistema agrícola. Se propone *a priori* el uso de maquinaria de precisión que no está al alcance de los productores minifundistas, y por lo tanto desde el ámbito socioeconómico no es accesible. Tampoco se explicita la situación respecto a qué variedades de maíces se emplearían en el ámbito de la agricultura de conservación, pues cabe mencionar que las variedades nativas cubren pocas expectativas de introducirlas en paquetes tecnológicos de esta índole, debido al tamaño de la planta y por la heterogeneidad, entre otras características.

También, existe una enorme incongruencia, cuando en su planteamiento original mencionan que utilizan *semilla mejorada en forma convencional*, y una de sus cuatro áreas prioritarias es la que textualmente se cita como: *b) descubriendo la diversidad genética de las semillas*. Con estos elementos, se puede derivar que uno de sus objetivos es descubrir las razas y variedades que desde la óptica del CIMMYT no se habían “descubierto”.

Con ese hecho, se podrían poner al alcance de cualquier empresa transnacional cuyos intereses sean los genotipos de maíces mexicanos. Al aceptar que empresas semilleras están involucradas, sus intereses son comerciales, pero también de poder obtener diversos germoplasmas nativos. Aunado a esto, el que los productores minifundistas ahora también utilicen *semillas mejoradas*, los hace cada vez más dependientes de paquetes tecnológicos.

Un riesgo mayor en el ámbito de las semillas, es que se puedan estar utilizando semillas transgénicas, engañando a los productores y a la sociedad en general, y dando el tiro de gracia a las semillas nativas que los agricultores campesinos e indígenas, precisamente a los que va dirigido ese programa, han custodiado durante cientos o miles de años, sin que ningún actor externo se los haya sugerido o remunerado. Definitivamente el planteamiento de Masagro no conduce a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas campesinos.

IV. METODOLOGÍA

4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE HUAMANTLA

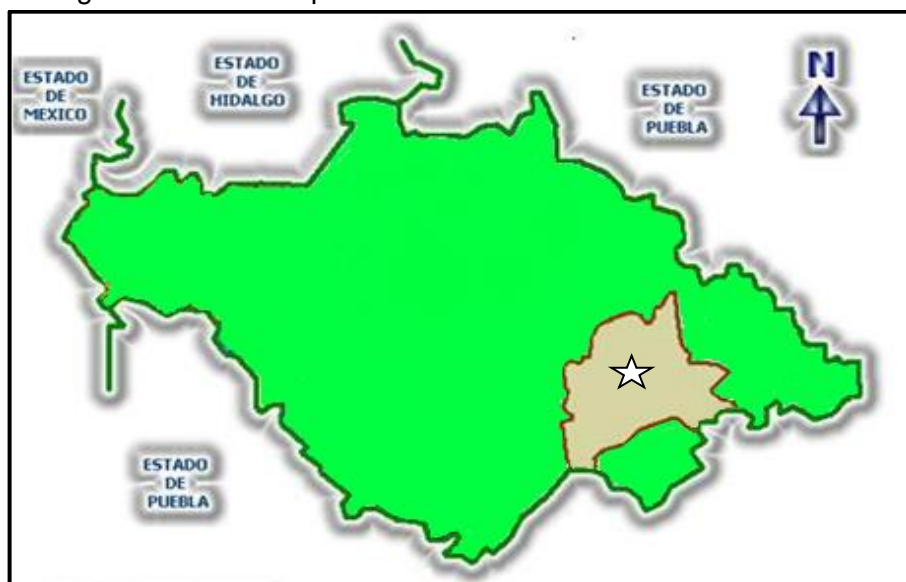
En éste apartado se describen las características biofísicas y geográficas del municipio de Huamantla, Tlaxcala. La zona del Valle de Huamantla, se encuentra ubicada en la parte central del municipio mencionado. A nivel de Tlaxcala, es el primer productor de maíz por la superficie destinada a este cultivo básico. Aunque sus rendimientos en temporal no son altos (incluso se ubican ligeramente por debajo de la media estatal), en zonas con riego se tienen altos rendimiento y rebasan la media estatal (INEGI, 2008).

4.1.1 Ubicación y extensión geográfica

Este trabajo se realizó en la zona del Valle de Huamantla en el estado de Tlaxcala (figura 4.1). El municipio de Huamantla se ubica en el Altiplano central mexicano a 2,500 metros sobre el nivel del mar; se sitúa entre los 19° 19´ Latitud Norte y 97° 55´ Longitud Oeste. Se localiza al oriente del estado; colinda al norte con los municipios Terrenate y Altzayanca, al sur con el municipio Ixtenco y con el estado de Puebla, al oriente se establecen linderos con los municipios Cuapiaxtla, Altzayanca y el estado de Puebla, asimismo, al poniente colinda con los municipios

Xaloztoc, San José Teacalco, Tetlanohcan, Tocatlán y Tzompantepec (INEGI, 2008:5).

Figura 4.1 El Municipio de Huamantla en el estado de Tlaxcala.



Fuente: Elaboración Propia.

Este municipio comprende una superficie de 354.34 kilómetros cuadrados, que representan 8.73% del total del territorio estatal que es de 4,061 kilómetros cuadrados. Está compuesto por 39 localidades, de las cuales 29 se encuentran catalogadas por la CONAPO con un alto y muy alto grado de marginación

4.1.2 Población

De acuerdo con datos del II Censo General de Población y Vivienda, el municipio contaba en el año 2000 con una población de 66,561 habitantes. Para 2005 la cifra se incrementó a 77,076 habitantes que representaban 7.2% de la población total del estado de Tlaxcala (en ese momento era de 1'068,207 habitantes), esto significó una tasa de crecimiento anual de 2.6%. Para el año 2010, los habitantes del municipio Huamantla ya sumaban 84,979 y representaba 7.26% del total de la población en el estado. Esto nos indica que la tasa de crecimiento en la población del año 2005 al 2010 en el estado y en el municipio fue igual.

Los registros del mismo Censo de Población ubicaban a Huamantla como el segundo municipio más poblado de la entidad, después del municipio de Tlaxcala, el cual tenía una población de 83,748 habitantes. La densidad de población del municipio de Huamantla era de 217 habitantes por kilómetro cuadrado, valor inferior al promedio estatal (263 habitantes por kilómetro cuadrado), situación que se explica por las zonas despobladas que se ubican dentro de este municipio como el caso del bosque de la Malinche (Pérez *et al.* 2009:13-14).

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

Este caso particular, plantea un análisis a escala regional. El concepto *región* considera lo ambiental del área seleccionada, integra de manera sistemática elementos del aspecto socio-cultural como la base histórica que le antecede, sin dejar a un lado el ámbito económico.

Para Cuervo (2003:59), la región es concebida en torno a la manera de entender los procesos de unidad en la diversidad de diferenciación y semejanza. En algunos casos las diferencias son respecto al sistema natural, en áreas entendidas como síntesis particular de múltiples y diversos elementos. Al igual que las formas de funcionamiento a modo de nodos y redes o por el contrario los procesos de crecimiento económico a manera de disparidades.

La escala es considerada en diversos sentidos, el primero en el que las regiones observan elementos diferentes y heterogéneos, entendidos como su especificidad. El segundo como distanciamiento persistente, y un tercero como separación de la naturaleza fundamental del universo. Igualmente es considerada la relación entre escala e identidad, refiriéndose al tamaño y forma indefinidos, pero asociados a algún medio de aglomeración que la hace única y distinta. Por último, el valor que se relaciona con el sentido ético y el papel político que le es asignado.

Arellano (en Rodríguez *et al.*, 1998:105) y Castro (2006:108) concuerdan respecto a que la región es la porción de espacio físico o global en que se conforman diversas relaciones societarias particulares y que los hace diferentes con espacios aledaños, pero también con otros espacios más lejanos. Castro sugiere (*op. cit*), que tienen como característica intrínseca una temporalidad e identidad propias. Igualmente, Arellano le añade el calificativo de *regiones naturales*, contemplando que ésta es una condicionante de cualquier territorio, dado que el hombre como ser humano las ha logrado domesticar en determinado ámbito geográfico.

Precisamente esta visión sobresale a la producción de maíz, ya que como menciona Hernández X., (en Hernández X. *et al.*, 1985:205), el hombre se volvió interdependiente de esta planta y ésta a su vez requirió la protección del ser humano. La domesticación que el hombre hizo, logró hacerlo en un área específica y en un tiempo específico para obtener satisfactores, que en este caso es el alimento, y por lo tanto ésta área tiene características propias en el espacio y tiempo.

No obstante, el concepto de región comparte dos significados. El primero en base a la noción abstracta de un ámbito en el que se cumplen algunos requerimientos de homogeneidad y semejanza, siendo que este se concibe en el mundo material que conocemos de manera tangible. La acepción que este autor nos da, permite aplicarla en la esfera del pensamiento humano y razonamiento filosófico a manera de una figura mental. Con este constructo teórico podemos referirnos a diversos campos de la ciencia, como en las ciencias naturales podemos hablar de la región abdominal o de la región torácica (en la anatomía), o de la región cerealera (en el ámbito geográfico).

En segundo lugar, este concepto se concibe desde un punto de vista más agudo en el que se concreta a la realidad de lo físico y tangible así como a los elementos que lo componen. Con esto se conceptualiza para identificar porciones terrestres, definidas a partir de criterios más específicos y objetivos bien planteados los cuales pueden tener su origen tanto en las ciencias sociales como en las ciencias naturales. Con esto se concreta que la región tendrá sentido cuando se

consideran factores como los conglomerados humanos que le dan forma y extensión.

Castro (2006), coincide también con Arellano (en Rodríguez *et al.*, 1998), al afirmar que si bien la región existe físicamente, de manera simultánea es una abstracción, una construcción conceptual que tiene diferentes connotaciones de acuerdo al mapa mental de quien hace la construcción de esta. Por lo tanto la disciplina predominante en el individuo así como su propio criterio incidirán de manera directa, y pueden construirse regiones geográficas, económicas, agrícolas, pecuarias, socioculturales, ecosistémicas, etc.

Entonces, las regiones son unidades fisiográficas en transformación constante, sujetas a fenómenos geológicos y climáticos del planeta, como la erosión eólica o hídrica, el vulcanismo, etc., pero también son porciones de un territorio, el cual ha sido apropiado y transformado por grupos sociales que lo han modificado históricamente de sus condiciones naturales, por ejemplo con acciones como la tala, la agricultura, la ganadería y la industrialización, entre otras.

De acuerdo a Castro, la regionalización agrícola se ha considerado como una forma descriptiva de regionalización económica que atiende a la distribución de cultivos al igual que le da importancia a la producción agropecuaria. Mientras que los geógrafos buscan criterios geológicos y climatológicos para la homogeneización y a su vez consideran aspectos bióticos y abióticos en su constructo (Castro, 2006:107-112).

Para construir la región en la que se ubica al agroecosistema a estudiar, se consideraron aspectos biofísicos con cierta similitud, y las fechas de siembra del maíz, dentro de la región considerada como Valle de Huamantla. Cabe aclarar que con fines prácticos, solamente se contemplan comunidades de este valle, que se ubican a una altitud igual o ligeramente menor a 2,500 MSNM, y que además pertenecen al municipio de Huamantla. Para esto se revisaron varios mapas, en los que destacan los del INEGI (2008) y de la tesis de maestría y doctorado de María

(2007). Para fines prácticos del presente estudio, los aspectos a considerar fueron los siguientes:

1. Temperatura: De acuerdo al mapa de temperaturas, conocido también como *curvas de isotermas* (INEGI, 2008), en la región se identifica una zona con temperatura de 14°C y en textos se maneja el dato de esa área con temperaturas medias de entre 14 y 16°C. Prácticamente esta zona es la parte más baja del Valle de Huamantla, si consideramos que la temperatura está determinada, entre otros factores por la altitud del lugar; aquí se ubican la totalidad de comunidades planteadas (ver figura 4.2).

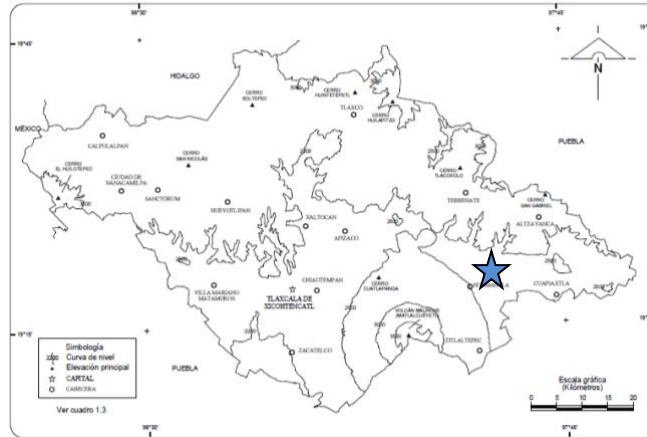
Figura 4.2 Curvas de Isotermas.



Fuente: INEGI, 2008.

2. Altitud: Como límite superior, se consideran las curvas de nivel de 2,500 MSNM, las cuales en la parte sur de la región ubicada, están cerca de la carretera Apizaco-Huamantla, y al lado contrario, está marcada por las laderas y cerros de la parte norte del Valle de Huamantla (figura 4.3).

Figura 4.3 Orografía.

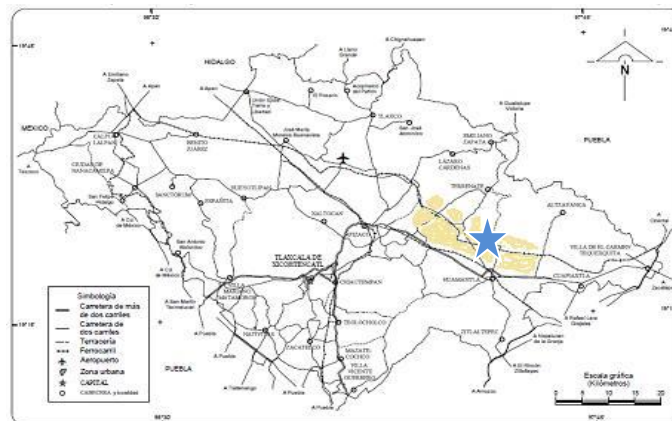


Fuente: INEGI, 2008.

3. Límite municipal de Huamantla: La mayoría de datos anteriores quedan dentro del área municipal y algunos varían para los municipios aledaños, sin embargo, este municipio es el principal productor de maíz del estado de Tlaxcala y considerar sus límites da la certeza de considerar la principal zona maicera.

4. Vías de comunicación: Para poder ajustar los límites de la región en puntos de referencia que se puedan ubicar fácilmente, básicamente en la parte sur de la región, se considera la carretera federal México-Veracruz desde el tramo cerca de la entrada a la comunidad San José Teacalco, hasta la desviación a Altzayanca pasando por el libramiento de la ciudad de Huamantla. En la parte oriente se consideró también la carretera que va para Altzayanca y Concepción Hidalgo como el límite regional (figura 4.4).

Figura 4.4 Vías de comunicación.



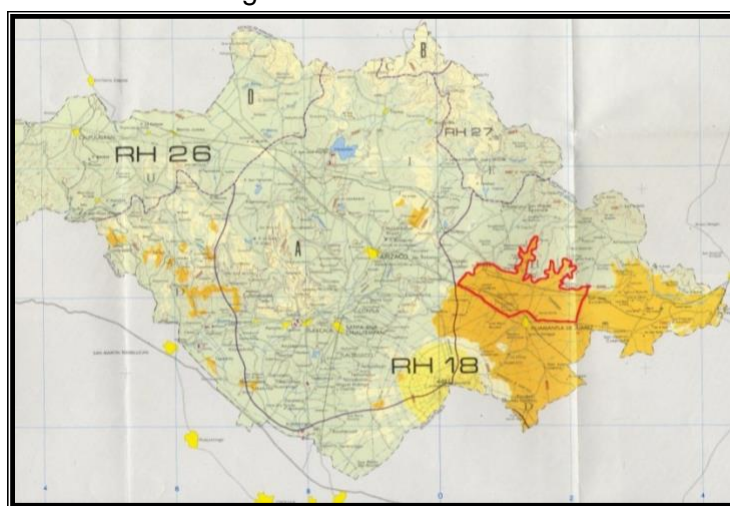
Fuente: INEGI, 2008.

5. Frecuencia de heladas: De acuerdo al INEGI (2008) en la región la frecuencia de heladas es de 80 a 100 días por año, diferente a municipios y áreas contiguas, que por su altitud, además de otros factores físicos, varían respecto a esta frecuencia.

6. Coeficiente de escurrimiento: En la región propuesta se tiene un mismo coeficiente de escurrimiento, el cual es de 5 a 10%.

7. Fechas de siembra del maíz: De acuerdo a María (2007:113-115), existen 3 fechas importantes de siembra en Huamantla. Las primeras son en la zona de la falda de La Malinche (del 19 de febrero al 21 de marzo) debido a la altitud y por consiguiente lento crecimiento de las plantas. La segunda (11 de marzo a 10 de abril) en el valle, y posterior a estas fechas, la tercera zona en que se inicia la siembra desde la segunda quincena de abril hasta principios de mayo cuando inician las lluvias (laderas de la parte norte). Con fines de regionalización, se considera la zona de siembra intermedia (de la segunda siembra), que corresponde a la parte del valle. Al sobreponer los mapas anteriores, nos quedan límites diversos, los cuales se ajustan como se ha mencionado y la delimitación queda como se observa en la figura 4.5.

Figura 4.5 Límites de la zona de estudio en la región del Valle de Huamantla.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2008.

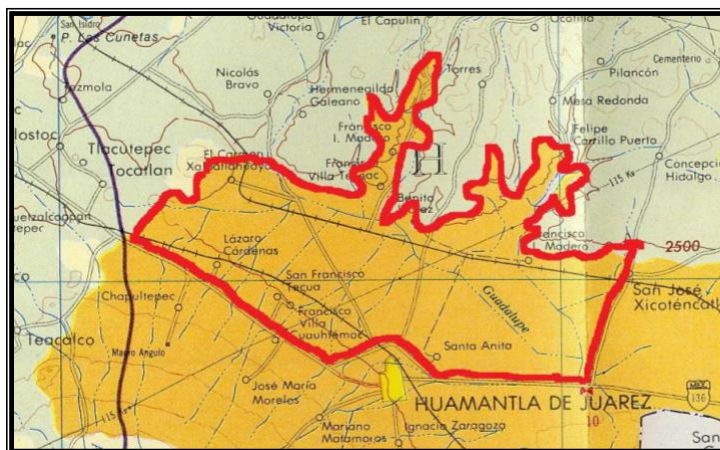
Se evaluó la sustentabilidad del agroecosistema maíz ubicado dentro del polígono que para este trabajo se denomina *Valle de Huamantla*. Se comparó la sustentabilidad del sistema de producción tradicional de maíz con el sistema de producción en transición hacia el agroindustrial. Dentro de estas delimitaciones se encuentran ambos sistemas de producción. En realidad no es posible ubicarlos de manera conglomerada, sino se encuentran intercalados y compartiendo espacios muy cercanos. Es decir, que en este valle de pronto podemos encontrar un rancho de 50 hectáreas o más, con modernos sistemas de riego para hortalizas o forrajes y a un costado terrenos de 1 ó 2 ha, propiedad de un campesino que aún usa yunta como tracción y la pala para sembrar maíz criollo, entre otras prácticas tradicionales. Al otro costado se pueden encontrar terrenos de 6.0 ha con siembra de maíz y otros cultivos como hortalizas, propiedad de otro productor que utiliza tecnología combinada como semillas híbridas y criollas, sistemas de riego menos sofisticados y utiliza tanto la yunta como el tractor.

Las comunidades que quedan dentro y/o en los límites, o que tienen ejido en el interior del polígono (figuras 4.5 y 4.6), son las siguientes:

1) Acasillados San Martín Notario NCPE, 2) Benito Juárez, 3) Cuauhtémoc, 4) El Carmen Xalpatlahuaya, 5) Francisco I. Madero (El Valle), 6) Francisco Villa, 7) Francisco Villa Tecuac, 8) Huamantla, 9) Ixtenco⁶, 10) Lázaro Cárdenas; 11) San Diego Xalpatlahuaya, 12) San Francisco Tecuac, y 13) San José Xicohtécatl.

Figura 4.6 Límites de la zona del Valle de Huamantla.

⁶ La comunidad de Ixtenco pertenece al municipio del mismo nombre, sin embargo, algunos ejidatarios de ese lugar tienen su ejido dentro del municipio de Huamantla, específicamente en la parte central de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2008.

4.3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se abordó con la perspectiva de la agroecología, con una visión holística. El enfoque del paradigma agroecológico considera a los agroecosistemas como las unidades fundamentales de estudio; en éstos, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son analizados e investigados como un todo (Altieri, 1987:31-33).

Para evaluar la sustentabilidad, a la fecha se han propuesto y utilizado diversos marcos metodológicos en varias partes del mundo, y por supuesto en México. Smyth y Dumansky (1993) presentaron el *FESLM* (por sus siglas en inglés) que considera el análisis de las relaciones económicas, ambientales y ecológicas y orienta su aplicación al manejo de sistemas individuales o cultivos (Masera *et al.*, 1999:x,xii,4).

En los años recientes se ha utilizado el *Índice Relativo de Sustentabilidad (IRS)*, que se basa en el supuesto teórico que la diferente combinación del desarrollo, de las dimensiones, sus atributos o variables, promueven o inhiben el Desarrollo Sostenible. Igualmente se utiliza el *Índice de Sustentabilidad por Sistemas Agrícolas*, apoyado de la Teoría General de Sistemas, entre otros.

Algunos de estos con una visión muy economicista como el propuesto por INEGI (2000) y que publicó como “Indicadores de desarrollo sustentable en México” con base en datos del Sistema de Cuentas Nacionales. A nivel nacional destacan las experiencias en que se emplea el MESMIS.

4.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información se utilizaron técnicas del enfoque mixto (González, 1997:15-18). En el proceso de observación y cuantificación de los fenómenos sociales, la utilización de los métodos cualitativos y cuantitativos son complementarios, dándoles un valor y un peso específico similar a cada uno de éstos, pues ninguno se sobrepone al otro (Rosales y Hernández en Delgado, 2001:215; Guitián en Delgado, 2001:199). Tradicionalmente se han considerado estos métodos como opuestos. Al método hipotético-deductivo se le considera la base del positivismo y de la tradición empirista desde la filosofía de la ciencia⁷ y al hermenéutico⁸ como el desarrollado por historiadores y sociólogos como programas metodológicos en disciplinas de su mera competencia (Solares en Puga, 1999:72),

⁷ El paradigma de la ciencia objetiva, originado desde Descartes, está representado por Augusto Comte, quien concibió a la sociología como física social; ciencia rigurosa cuyos valores serían garantizados por la objetividad en la investigación y observación externa de los hechos empíricos; se basan en la premisa de conocer para predecir y predecir para actuar. Mientras que Durkheim en las reglas del método sociológico formula y propone requisitos de investigación. Estas posturas para la sociología solo reflejan la concepción de la ciencia predominante en ese tiempo: la física.

⁸ Los alemanes Ernst Schleiermacher (1768-1834), Dilthey (1833-1911) y Husserl (1859-1938) fueron los pioneros en el campo científico en tratar de emplear la hermenéutica como método y así pretendieron explicar toda manifestación de la vida del hombre. El tema de la hermenéutica es recuperado y discutido con más profundidad en los últimos 25 años del siglo XX, en el que se mostró la vitalidad de la teoría social. Al día de hoy, el método hermenéutico es empleado para analizar e interpretar tanto textos filosóficos como históricos y científicos.

lo cual causa polémica entre diversos puntos de vista, incluso dentro de áreas como la sociología⁹.

Para identificar a los productores de la zona de estudio, se partió del Censo agropecuario del estado de Tlaxcala (INEGI, 2005), y de acuerdo a lo que sugieren Toledo (1995) y Villa Issa (2008), se consideraron los siguientes criterios: 1) Cantidad de tierra que el productor siembra; 2) Cantidad de fertilizante que aplica; 3) Cantidad de herbicidas que utiliza; 4) Tipo de semillas que emplea; 5) Frecuencia del uso de maquinaria; 6) Destino de la producción; y 7) Uso de mano de obra familiar o empleados.

**SPTAgroind ≥ 3
criterios**

**SPTRad ≤ 2
criterios**

De los siete criterios establecidos, se ubicó a productores dentro del SPTAgroind, a los que cumplieron con tres o más. Cabe mencionar que del total, solamente un productor obtuvo siete criterios, otro más obtuvo seis, y 184 tuvieron entre tres y cinco criterios, razón por la que se les clasificó en el SPTAgroind. En el caso de los agricultores que solo cumplieron 2 criterios o menos, se les ubicó en el SPTRad. En cada comunidad se realizó este ejercicio.

Cuadro 4. 1 Productores por cada sistema productivo a comparar en las 13 comunidades de la zona de estudio.

EJIDO/ COMUNIDAD	PRODUCTORES S. P. TRADICIONAL	PRODUCTORES S. P. AGROINDUSTRIAL	TOTAL DE PRODUCTORES
SAN MARTIN NOTARIO	21	0	21
BENITO JUÁREZ	370	19	389
CUAUHTÉMOC	29	32	61
EL CARMEN XALPATLAHUAYA	185	23	208
FCO. I. MADERO (EL VALLE)	31	14	45
FRANCISCO VILLA	50	15	65

⁹ De acuerdo a Mónica Guitián, la Sociología es una analogía de las Ciencias Naturales en la que se toman como referentes los modelos de la Biología y la Física. Allí Comte, Spencer, Stuart Mill y Durkheim inician la tradición que se sigue hasta hoy y se remonta al llamado empirismo o positivismo.

FCO. VILLA TECOAC	54	11	65
HUAMANTLA	33	7	40
IXTENCO	25	4	29
LÁZARO CÁRDENAS	75	9	84
SAN DIEGO XALPATLAHUAYA	8	2	10
SAN FCO. TECOAC	6	9	15
SAN JOSÉ XICOHTÉNCATL	277	41	318
TOTAL (13 COMUNIDADES)	1164	186	1350

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005.

En el cuadro 4.1, se puede observar el número de productores por cada una de las 13 comunidades, así como su distribución por cada sistema de producción.

El cálculo de la muestra total (de la zona de estudio), se realizó con la fórmula para un muestreo aleatorio simple, haciéndose la estimación para cada uno de los sistemas de producción. La distribución de las muestras de cada sistema por comunidad se realizó de forma proporcional en función del número de productores en cada una de ellas. La aplicación y resultados de la fórmula de muestreo, se muestran a continuación:

$$n = \frac{N Z^2 p * q}{N E^2 + Z^2 p * q}$$

Donde:

n = Tamaño óptimo de la muestra.

N = Número total de productores de la zona.

Z = Valor de la distribución normal = 1.96 de acuerdo a tablas (nivel de probabilidad del error de 5%, con nivel de confianza de 95%).

E = Precisión deseada.

(p*q) = Para éste caso se utilizó el método de la varianza máxima, donde p=0.5 y q=0.5

Al sustituir estos valores en la fórmula utilizada, se tiene:

$$N=1350$$

$$Z = 1.96$$

$$E = 10\% = 0.1$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$n(\mu) = \frac{(1350) (1.96)^2 * (0.5) (0.5)}{(1350) (0.1)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n(\mu) = \frac{(1350) (3.8418) (0.25)}{(1350) (0.01) + (3.8418) (0.25)}$$

$$n(\mu) = \frac{1296.6}{13.5 + 0.96045} = \frac{1296.6}{14.46045} = 89.66$$

$$n(\mu) \approx 90$$

Los datos de población total (**N**) y el tamaño de cada sistema de producción (**Nsp**) (grupo ó estrato) fueron considerados para calcular el tamaño de muestra de cada estrato (**nh**) por afijación proporcional, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \sum N_{h1} + N_{h2} + \dots + N_{hn}$$

$$N_h = \sum N_{h1}/N + N_{h2}/N + \dots + N_{hn}/N = 1$$

$$n = \sum [(N_{h1})(N_{h1}/N)] + [(N_{h2})(N_{h2}/N)] + \dots + [(N_{hn})(N_{hn}/N)]$$

$$nh = (N_{hn})(N_{hn}/n\mu)$$

Donde:

N= Población total de productores de la región =1350

Nh= Población de productores del estrato (sistema de producción)

Nh/N= Proporción que representa el estrato

nh= tamaño de muestra por cada estrato

$n\mu=90$

Las referencias anteriores se sustituyeron en las formulas planteadas de acuerdo a cada sistema de producción y se obtuvieron los siguientes datos:

1). Sustituyendo valores, tenemos que para el **Sistema de Producción Tradicional (SPTTrad)**:

$$N_{pob} = 1350$$

$$Nh_{SPTTrad} = 1164$$

$$n_{SPTTrad} = (Nh_{SPTTrad} / N_{pob}) * (n\mu)$$

$$Nh_{SPTTrad} / N_{pob} = 1164/1350 = 0.862$$

$$n_{SPTTrad} = (0.862)(90) = 77.58$$

$$n_{SPTTrad} \approx 78$$

2). Sustituyendo valores tenemos que para el **Sistema de Producción Tendiente al Agroindustrial (SPTAgroind)**:

$$N_{pob} = 1350$$

$$Nh_{SPTAgroind} = 186$$

$$n_{SPTAgroind} = (Nh_{SPTAgroind} / N_{pob}) * (n\mu)$$

$$(Nh_{SPTAgroind} / N_{pob} = 186/1350 = 0.138$$

$$n_{SPTAgroind} = (0.138)(90) = 12.42$$

$$n_{SPTAgroind} \approx 13$$

Cuadro 4.2 Resumen del tamaño de población y muestra por sistema de producción.

DATOS	SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL $Nh_{SPTTrad}$	SISTEMA DE PRODUCCIÓN TENDIENTE AL AGROINDUSTRIAL $Nh_{SPTAgroind}$	TOTAL
POBLACIÓN POR SISTEMA (Nh)	1,164	186	1,350

TAMAÑO DE MUESTRA POR SISTEMA CALCULADO (n_{SP})	78	13	91
TAMAÑO DE MUESTRA POR SISTEMA APLICADO ¹⁰ (n_{SP})	78	22	100

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de población en cada sistema de producción (**N**) y el tamaño de muestra calculado (**n**) (grupo) fueron considerados para determinar el tamaño de muestra por cada comunidad y/o ejido (estrato) por afijación proporcional, con esa finalidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \sum N_{h1} + N_{h2} + \dots + N_{hn}$$

$$N_h = \sum N_{h1}/N + N_{h2}/N + \dots + N_{hn}/N = 1$$

$$n = \sum [(N_{h1})(N_{h1}/N)] + [(N_{h2})(N_{h2}/N)] + \dots + [(N_{hn})(N_{hn}/N)]$$

$$n_h = (N_{hn})(N_{hn}/N)$$

Donde:

N= Población de productores de la región

N_h= Población de productores del estrato (comunidad y/o ejido)

N_h/N= Proporción que representa el estrato

n_h= muestra por cada estrato

Una vez que se calculó el tamaño de muestra para cada estrato, se consideraron todos los nombres del total de productores, y completamente al azar se eligió a los que se aplicaron los cuestionarios de la encuesta para ambos sistemas de producción. Con las demás herramientas metodológicas como la entrevista

¹⁰ Se aplicó un número diferente del tamaño de muestra calculado en el SPTAgroind, pasó de 13 a 22. Se reacomodaron productores que habrían sido clasificados antes de levantar el cuestionario dentro del SPTrad, y su información correspondió al SPTAgroind, por lo que se optó en aprovechar la información ya recabada.

semiestructurada, se profundizó en la obtención de información que reforzó la adquirida a través de la encuesta.

Los datos obtenidos con las técnicas cuantitativas, se ordenaron y procesaron de manera estadística con el programa SPSS-16 para Windows a fin de determinar diferencias entre los dos sistemas de manejo considerados. Se utilizó la estadística descriptiva para analizar los datos comparados. Los datos cualitativos se aprovecharon para reafirmar lo que de manera cuantitativa se obtuvo.

También se elaboraron equivalencias de los indicadores, que se representaron con gráficas tipo “AMIBA” en el programa Excel para Windows, en la que se muestran todos los resultados de manera integral de ambos sistemas.

El análisis multicriterio

Los análisis multicriterio constituyen un marco teórico-metodológico en el desarrollo de técnicas para abordar problemas multidimensionales. En general se consideran como un conjunto de métodos de priorización. Sin embargo, se trata de un conjunto muy diverso que incluye técnicas para clasificar, seleccionar o representar diferentes objetos de evaluación (Galván- Miyoshi en Astier *et al.*, 2008:95).

De acuerdo a Galván- Miyoshi (*et al.*, en Astier *et al.*, 2008:54), un aspecto que requiere mayor esfuerzo para el análisis de información es el de los mapas multicriterio, que permiten analizar la importancia de cada indicador desde diferentes puntos de vista.

Técnicas cualitativas

Entre las técnicas cualitativas, el instrumento que más se empleó en este trabajo fue la entrevista semiestructurada, que se aplicó a informantes clave. Se elaboró una guía de preguntas -de acuerdo a lo planteado para evaluar los 18 indicadores- que se aplicaron a 16 informantes claves. Los informantes elegidos fueron algunos comisariados ejidales, tractoristas y productores destacados. Las entrevistas se grabaron con el consentimiento de los entrevistados y algunos datos se transcribieron para reforzar elementos obtenidos con la encuesta.

También se hicieron recorridos de campo para observar las actividades que realizan los productores y cómo las realizan. Estos elementos se sistematizaron y también se emplearon al momento de evaluar indicadores y subindicadores.

4.5 EL MARCO PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Con el objeto de medir la sustentabilidad del sistema, se aplicó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), que de acuerdo a Masera (*et al.*, 2000:ix-x), es una herramienta metodológica que evalúa la sustentabilidad comparativa de los sistemas de manejo, es flexible, reflexiva, crítica y permite la toma de decisiones de acuerdo a los resultados. Además, es compatible a otras formas de evaluación. Este enfoque propone que la sustentabilidad tiene correspondencia con los siguientes atributos generales de los agroecosistemas: *productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión* (Masera *et al.*, 2000:20-22).

Lo que recomiendan Masera y Astier es seguir una serie de pasos concretos para la aplicación del MESMIS, los cuales se mencionan a continuación:

Paso 1. Definición del Objeto de la evaluación

Se deben identificar los sistemas de manejo a analizar y el contexto socioambiental, además de la escala espacial y temporal. Esto implica definir cuáles serán los límites del sistema, mismos que se pueden delimitar a través de abstracciones o bien con límites físicos. Igualmente se deben caracterizar los sistemas de manejo, de manera que se ubiquen el sistema predominante(que en este caso fue el tradicional), y el

alternativo; para esto se deberán considerar aspectos teóricos, los cuales se aplicaran como criterios para esta diferenciación (Masera *et al.*, 1999:23-24).

Paso 2. Identificación de los puntos críticos del sistema

Hacer un análisis de los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo, o los procesos que facilitan u obstaculizan la sustentabilidad del sistema, estos son los puntos críticos que se identificarán. De acuerdo a Masera *et al.* (1999:25-27), se deben diferenciar los problemas relacionados con las innovaciones de las situaciones heredadas del sistema de referencia.

Paso 3. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores

Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de la sustentabilidad. Son los elementos de análisis de los atributos a un nivel más detallado pero más general que los indicadores. Los indicadores son aquellos que describen un proceso específico o de control. Además, el conjunto de indicadores debe cubrir las tres dimensiones: social, económica y ambiental, tratando de que estén en equilibrio (Masera *et al.*, 1999:28).

Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores

Una vez que se han definido los indicadores de acuerdo a los atributos de *productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autodependencia (autogestión)*, es necesario discutir a detalle los procedimientos que se utilizarán para la medición de los indicadores. De igual manera, se deben plantear mecanismos para realizar monitoreo a través de cierto periodo de tiempo.

Paso 5. Integración de resultados

En esta etapa se deben integrar los resultados de la medición de indicadores, es decir, se pasa de una fase de diferenciación a otra de síntesis. Se puede hacer uso de métodos multicriterio e incluso se puede ilustrar gráficamente en una comparación de las diferentes alternativas respecto a los indicadores elegidos para el análisis. Es

común que para lo anterior se realicen gráficas tipo ameba en las que se pueda observar de manera conjunta los resultados (Masera *et al.*, 1999:33).


Paso 6. Conclusiones y recomendaciones

Con este último paso se cierra el primer ciclo de evaluación en el tiempo 1, este puede ser en el periodo actual. Es el momento de la recapitulación de resultados y análisis con el objeto de emitir juicios de valor y comparar los diferentes sistemas respecto a su sustentabilidad. Es recomendable plantearse volver a evaluar la sustentabilidad de los mismos sistemas de producción en un determinado plazo (tiempo 2), que podría ser, por ejemplo de 5 años y así sucesivamente (Masera *et al.*, 1999:37).

V. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

Para realizar la evaluación de la sustentabilidad, se usó el MESMIS como herramienta metodológica, por lo que se utilizaron instrumentos para medir indicadores del orden cualitativos y cuantitativos. En este capítulo se analizan los resultados.

5.1 RESULTADOS

 continuación se describen los resultados de acuerdo a los pasos del MESMIS sugeridos por Masera *et al.* (2000:38):

5.1.1 Definición del objeto de la evaluación (Paso 1)

De acuerdo al MESMIS se define el objetivo, el cual es el siguiente:

“Evaluar la sustentabilidad del agroecosistema maíz en sus dos formas de manejo de los recursos naturales (tradicional y en transición al agroindustrial), y sus aportaciones a la seguridad alimentaria de la población del Valle de Huamantla, Tlaxcala, cuyos resultados nos orienten a propuestas de sistemas de producción más sustentables”.

El estudio se abordó con la perspectiva transversal, es decir el momento “actual”, no obstante que la sustentabilidad es dinámica. La escala temporal fue de dos años, considerando los dos ciclos de cultivos recientes (P/V 2009 y P/V 2010). La escala espacial, fue la zona del Valle de Huamantla, en la que acotamos al agroecosistema maíz como unidad básica de análisis; es decir, las parcelas en las que se cultiva este grano básico dentro de los límites físicos ya determinados en la propuesta de regionalización.

5.1.1.1 Caracterización de los sistemas de producción comparados en el Valle de Huamantla

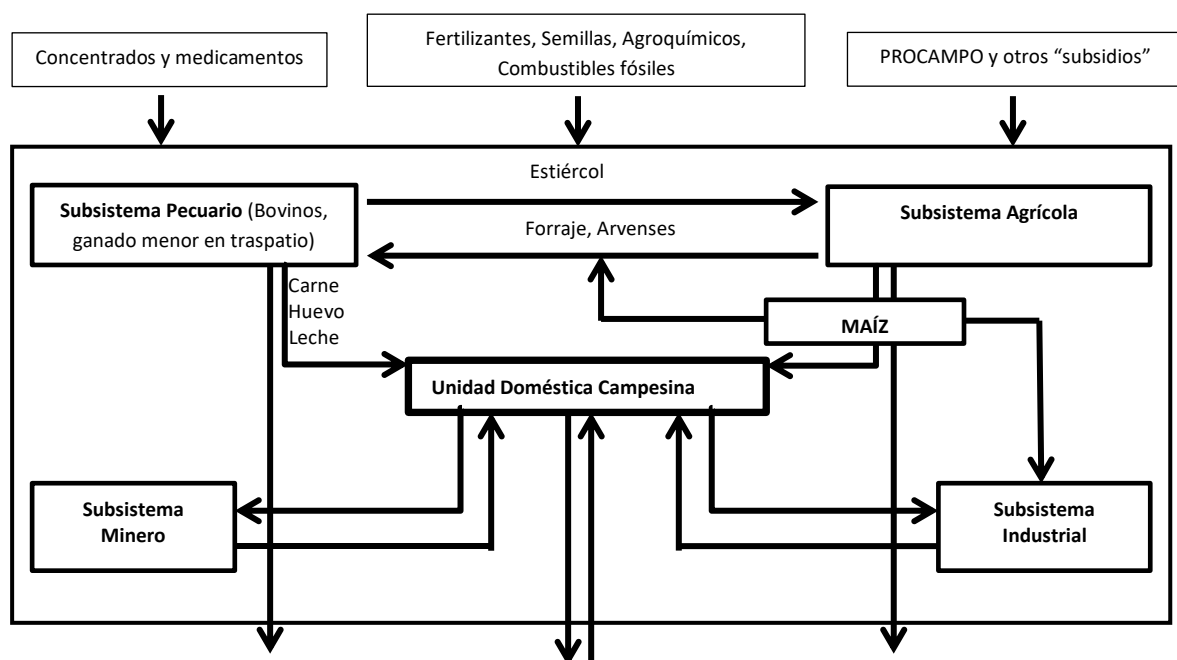
En la zona geográfica estudiada se pueden ubicar cuatro subsistemas productivos interrelacionados entre sí: 1) Industrial, 2) Minero, 3) Agrícola, y 4) Ganadero. El subsistema Industrial, Ciudad Industrial Xicohténcatl II, se sitúa dentro del perímetro que comprende la zona de estudio, pero también se ubican 9 empresas que generan 1,872 empleos directos (Fidecix, 2011), y 2 están relacionadas con la elaboración de “alimentos”, estas son: 1) Productos alimenticios La Morena de Huamantla, S. A. de C. V., la cual elabora verduras enlatadas; y 2) Comercializadora GONAC, S. A. de C. V., que elabora jugos, refrescos y botanas (frituras) a base de maíz. También

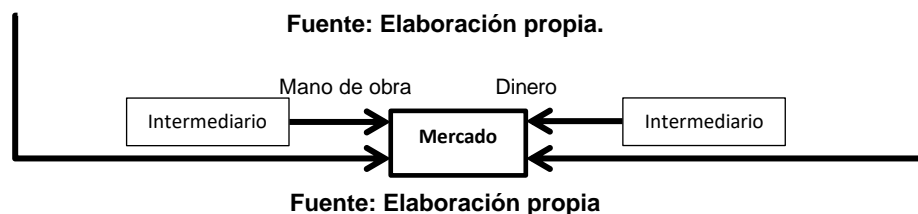
la extracción de arena y piedra (subsistema minero) es una actividad importante en la generación de empleos e ingresos para los productores.

En la figura 5.1 se presentan los componentes del agroecosistema maíz, así como los sistemas y sus interrelaciones. Se observa en el centro la Unidad Doméstica Campesina (UDC) y los cuatro subsistemas principales (agrícola, pecuario, industrial y minero). Se destacan las principales entradas (alimentos concentrados para ganado, agroquímicos, combustibles, semillas, apoyos económicos como Procampo e ingresos de los trabajadores y productores), y las salidas (carne, leche, granos y productos elaborados, entre otros), que entran al proceso de mercado a través de intermediarios principalmente. Los subsistemas agrícola y pecuario tienen un rol importante para el autoabasto de la UDC.

En la región estudiada, se desarrollan tres tipos de *sistemas de producción agrícola*: productores de maíz, forraje y hortalizas. Por la forma de manejo de los recursos naturales predominan dos sistemas de producción: el sistema de producción tradicional (SPTtrad) y el sistema de producción agroindustrial (SPAgroind). En este último se encuentra el menor número de productores y destina la mayoría del área agrícola para la producción de forrajes (avena, alfalfa, etc.). Cabe mencionar que ocasionalmente siembran maíz para forraje en un esquema por contrato con empresas como Asgrow.

Figura 5.1 Agroecosistema maíz del Valle de Huamantla.





En el sistema de producción maíz, predominan dos formas de manejo: el sistema de producción tradicional (SPTrad) y el sistema de producción tendiente al agroindustrial (SPTAgroind). De estos sistemas productivos, el primero es el dominante (*sistema de referencia*) y el SPTAgroind se considera en este estudio como el *sistema alternativo*. A continuación se describen ambos sistemas:

a) Sistema de producción tradicional para producción de maíz (SPTrad) (Sistema de referencia)

En este sistema de producción la cantidad de tierra por productor varía desde una hasta 11 hectáreas. La siembra se realiza con sembradora mecánica movida con tractor, y pocas veces con yunta o pala. Se usan semillas híbridas en proporciones menores, y básicamente utilizan semillas criollas, que ofrecen a las familias sabor, textura y zacate para el ganado.

Utilizan abono orgánico y fertilizante químico en menor cantidad de la recomendada por el INIFAP. La tracción animal es importante, a pesar de que se usa tractor para diversas labores, la yunta se sigue empleando para la escarda, labra y segunda labor. La conservación de suelos se realiza con bordos para la retención de suelos en momentos de lluvias.

El control de arvenses se realiza combinando el uso de la yunta o tractor (labores culturales), con el deshierbe manual y el químico. El uso de herbicidas es menor, por los altos costos, y ocasionalmente se emplea mano de obra familiar. En este sistema se realiza el despunte (Figura 5.2), y el forraje fresco se utiliza como alimento para sus animales o bien lo hacinan en pequeños mogotes para uso en seco. Esta práctica tiene como finalidad acelerar la maduración del grano y evitar daños por heladas tempranas (María, 2007:116).

Los campesinos del SPTrad, ocasionalmente se unen para buscar apoyos gubernamentales. Se hace uso de la mano de obra familiar y la producción está destinada para cubrir las necesidades de la familia; los excedentes son destinados para el ganado y venta en el mercado.

Figura 5.2 Despunte de planta de maíz.



Fuente: Archivo personal del investigador.

b) Sistema de producción tendiente al agroindustrial para producción de maíz (SPTAgroind) (Sistema alternativo)

Los productores poseen entre 6 y 270 hectáreas de tierra de cultivo y tienen la solvencia económica para sembrar cultivos diferentes al maíz como col, brócoli, etc. Para la siembra de maíz usan semillas híbridas, aunque habitualmente utilizan semillas criollas. Comúnmente la siembra se realiza con sembradora usando tractor.

Al retraso de lluvias se utiliza riego al momento de la siembra (punta de riego) o en sequía prolongada durante el ciclo de cultivo. Utilizan abonos orgánicos en menor medida, aunque predomina el uso de fertilizantes aplicados al suelo y en menor grado vía foliar. Es común el uso de tractor para la mayoría de actividades, como la preparación de suelo y labores culturales. En su mayoría utilizan máquinas combinadas para cosechar el grano; primero se siega luego con la máquina se pizca, el desgrane y la trilla del zacate.

Para el control de hierbas o arvenses, se combinan las labores culturales como la escarda y segunda (ocasionalmente labra intermedia) y el control químico. La

aplicación de fertilizantes y herbicidas, se hace en forma mecanizada, aunque normalmente se realizan aplicaciones manuales.

Esporádicamente se hace la práctica de despunte de la planta de maíz; para la cosecha básicamente se usa maquinaria y en menor volumen de manera manual (ver cuadro 5.1).

En el SPTAgroind, la cosecha es para el mercado principalmente y una menor porción para el autoconsumo familiar. Característica de este sistema de producción es la contratación de mano de obra, con pago por jornales.

De acuerdo al INEGI (2007), a nivel nacional el estado de Tlaxcala proporcionalmente es el que más fertiliza y usa herbicidas químicos.

Cuadro 5.1 Caracterización de los sistemas de manejo del cultivo en el Valle de Huamantla.

RECURSOS / ÁMBITO	SPTad	SPTAgroind
SUELOS	+ Abono orgánico - Fertilizante	- Abono orgánico + Fertilizante
	+ Yunta - Tractor	- Yunta + Tractor
	Conserva bordos de contención.	Ocasionalmente quita los bordos de contención.
	3 labores de cultivo	2 labores de cultivo
RIEGO	Depende del temporal.	Usa punta de riego. En caso de sequía usa riego.
AGRODIVERSIDAD	+ Semilla criolla - Semilla híbrida	+ Semilla híbrida - Semilla criolla
	La siembra se hace con tractor, en ocasiones con yunta y a pala	La siembra se hace con maquinaria
DESHIERBE, COSECHA	Deshierbe manual y/o yunta - Uso de herbicida	Control químico de hierbas + Uso de herbicida
	+ Manual	Ocasionalmente Mecanizada
	Generalmente despunta la planta para aprovecharla como forraje	Regularmente no despunta la planta para aprovecharla como forraje
	Cosecha + Manual - Maquinaria	Cosecha - Manual + Maquinaria
SOCIAL	La cosecha es para autoconsumo principalmente y excedentes para animales y venta.	Una porción muy pequeña de la cosecha es para autoconsumo (más para ganado). La mayoría es para venta.

	Emplea a integrantes de la familia principalmente	Contrata jornales para los trabajos
	Parcelas de 0-11 ha	Parcelas de 6 - 270 ha Apoyos gubernamentales

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Identificación de los puntos críticos del sistema (Paso 2)

Masera *et al.* (1999:40) sugiere para este segundo paso del proceso del MESMIS para evaluar la sustentabilidad, reflexionar las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los puntos más vulnerables donde el agroecosistema presenta problemas?, ¿cuáles son los puntos donde es más robusto o donde presenta fortalezas? Se trata de conocer los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para mantenerse a través del tiempo, es decir, los factores que obstaculizan o facilitan los cinco atributos de la sustentabilidad (productividad; estabilidad, resiliencia y confiabilidad; adaptabilidad; equidad; y autodependencia o autogestión).

Se entrevistó a los siguientes informantes clave con el objetivo de conocer los elementos que limitan la producción de maíz: 1) campesinos destacados en su trabajo agrícola, 2) comisariados ejidales y sus consejos de vigilancia de los ejidos estudiados, y 3) presidentes de comunidad.

Los puntos críticos se organizaron por atributos como se observa en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2 Puntos críticos del sistema de producción de maíz.

ATRIBUTOS	PUNTOS CRÍTICOS
• PRODUCTIVIDAD	Baja producción, baja disponibilidad de forraje en algunas épocas, bajo aseguramiento del autoconsumo.
• ESTABILIDAD, RESILIENCIA Y CONFIABILIDAD	Monocultivo, interés decreciente de las nuevas generaciones, recursos naturales degradados.

• ADAPTABILIDAD		Precios bajos del maíz, aspectos climatológicos poco predecibles (heladas, sequías), alto costo de insumos externos.
• EQUIDAD		Baja rentabilidad, limitado abasto de granos, acaparamiento por intermediarios (coyotes).
• AUTODEPENDENCIA • AUTOGESTIÓN	O	Alta dependencia de insumos externos, falta de empleo y alta migración.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo julio-2010.

5.1.3 Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores (Paso 3)

Una vez identificados los puntos críticos se procedió a plantear los criterios de diagnóstico, los cuales se ubican en una etapa jerárquica intermedia entre los atributos y los indicadores. Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de sustentabilidad y representan un nivel de análisis más detallado que aquellos pero más general que los indicadores; se pueden considerar como los que vinculan atributos con puntos críticos e indicadores, buscando incluso que haya coherencia (Masera *et al.*, 1999:45; Astier *et al.*, 2008:20).

En el cuadro 5.3 se muestran los cinco atributos con sus respectivos puntos críticos, criterios de diagnóstico y los indicadores para contar con elementos cualitativos y cuantitativos para conocer el estado de la sustentabilidad de cada sistema de manejo. De igual manera se plantean las formas de medición de los indicadores, el ámbito en el cual se ubican y las herramientas que se utilizaron para realizar la medición.

Cuadro 5.3 Atributos, puntos críticos e indicadores del sistema maíz.

ATRIBUTOS	PUNTOS CRÍTICOS	CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN	DIMENSIÓN
PRODUCTIVIDAD	- Baja productividad	Eficiencia	1. Cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate).	Rendimiento en Kg ha ⁻¹ de grano y de zacate para el periodo de 2009-2010.	A
	- Bajo valor agregado		2. Relación beneficio /costo.	B/C (Grano+ Zacate).	E

	- Baja eficiencia energética		3. Cantidad de energía fósil/ producto.	Cantidad de combustibles fósiles y electricidad usados de manera directa/TM de biomasa.	A
ESTABILIDAD, RESILIENCIA, CONFIABILIDAD	- Tendencia al monocultivo - Degradación del suelo (Balance negativo de nutrientes)	Biodiversidad CSA	4. Agrobiodiversidad.	a). Cantidad de cultivos (especies) en el sistema. b). Cantidad de variedades de maíz en el sistema.	A
			5. Prácticas de conservación de los recursos naturales.	Conservación de suelos y agua: Cantidad de bordos, zanjas, árboles (barreras)/ha, etc.	A
ADAPTABILIDAD	- Resistencia a la adopción de tecnología	Capacidad de intercambio e innovación	6. Nuevas prácticas de manejo del cultivo.	Nuevas prácticas tecnológicas en el proceso de producción.	S
			7. Capacitación técnica e intercambio de experiencias.	a). Número de eventos de capacitación y/o intercambio. b). Aplicación y seguimiento del conocimiento y tecnología aprendidos.	S
	- Precios bajos	Fragilidad económico-productiva	8. Balance de oferta y demanda de grano en la zona/ sistema.	Oferta y demanda de maíz por épocas del año (Toneladas producidas, vendidas y requeridas/año).	E
	- Deterioro social	Vulnerabilidad social	9. Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales.	Pérdida de conocimientos locales (comportamiento de prácticas agrícolas en un periodo de 2 años).	S
			10. Ética en el manejo de recursos naturales.	Sensibilización ecológica (opinión sobre comportamiento y acción del mismo productor).	S
		Fragilidad política	11. Adaptación a las políticas agrícolas gubernamentales.	Impacto de las políticas agrícolas en la unidad doméstica campesina.	S
EQUIDAD	- Baja rentabilidad	Vulnerabilidad socio-económica	12. Nivel de seguridad alimentaria.	Cantidad producida/ cantidad consumida por año por familia (y ganado) / sistema.	S
	- Inequidad en la distribución de recursos	Distribución de recursos	13. Distribución de la tierra.	Cantidad de tierra (ha) / sistema.	S
			14. Distribución de maquinaria y equipo.	Cantidad de maquinaria y equipo por familia nuclear / sistema.	E
			15. Distribución del ingreso (agrícola por maíz).	Índice de Gini.	E
AUTOGESTIÓN	- Falta de relevo generacional en		16. Migración.	a). No. de familiares (familia nuclear) que han migrado.	S

	las actividades agrícolas	Situación social y solución de sus requerimientos	17. ingresos en la unidad doméstica campesina.	a). % de ingresos que aporta la producción de maíz. b). Remesas. c). Oficios.	E
	- Alta dependencia de insumos externos		18. Dependencia de insumos externos.	a). Dependencia de semillas, fertilizantes, herbicidas, que aplica el productor/ ha. b). Dependencia de maquinarias y equipos.	A

Fuente: Elaboración propia tomando como base propuesta de Masera *et al.* (2000:30).

Ámbitos de los indicadores: 5 A=Ambiental; 5 E=Económico; 8 S=social (incluye cultural y político).

5.1.4 Medición y monitoreo de los indicadores (Paso 4)

En este apartado se describe la forma en que se evaluaron y los resultados de los 18 indicadores planteados, ordenados en los cinco atributos.

Para medir los indicadores se utilizaron diversas técnicas de recolección de información, como entrevista semiestructurada, observación directa, y encuesta. También se colectó información secundaria, básicamente bibliográfica que se utilizó para medir algunos indicadores o bien, para complementar datos provenientes de otras fuentes, que se utilizaron para la medición.

5.1.4.1 Atributo Productividad

Para Masera *et al.* (1999:20), la productividad “es la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. En este atributo se consideran entre otros aspectos los rendimientos, las ganancias, etc., en un periodo de tiempo determinado”.

La productividad puede ser alta ó baja en un lapso de tiempo, Altieri y Nichols (2000:26), mencionan que la productividad neta de un agroecosistema es regularmente alta, versus la productividad de un ecosistema natural es media, y se refieren a esta como una “medida cuantitativa de la tasa y la cantidad de producción por unidad de tierra o insumo”. Sin embargo, sostienen que la lógica de la

productividad es diferente entre los agricultores con poca área cultivable, y los que tienen grandes extensiones de tierra. Los primeros consideran más importante reducir riesgos que aumentar la producción al máximo, por lo tanto, se centran en optimizar la productividad de los escasos recursos agrícolas, que en aumentar al máximo la productividad de la tierra o de la mano de obra.

Por otra parte, los productores comerciales con grandes extensiones, buscan la optimización de la mano de obra y la productividad de la tierra. Esto se puede entender por ejemplo, cuando se analizan patrones de producción como la energía fósil que se usa en el proceso de producción, en la unidad de insumos, o bien en la inversión realizada, pues aunque los rendimientos sean mayores para los que cultivan mayores áreas, es común que un sistema agrícola comercial muestre relaciones de egreso/ingreso calórico de 3:1, mientras que los sistemas tradicionales muestran relaciones desde 3:1 hasta 15:1 (Altieri y Nichols, 2000:26).

Altieri y Nichols (2000), también diferencian entre la productividad del cultivo y del suelo, la primera estima la eficiencia de los insumos al lograr rendimientos deseados, así como de los sucesos ambientales benéficos o perjudiciales. En el caso estudiado, para evaluar el atributo **Productividad**, se plantearon 3 indicadores (cuadro 5.4), uno del ámbito económico y dos del ambiental.

Cuadro 5.4 El atributo productividad y los indicadores para evaluarlo.

ATRIBUTO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN
PRODUCTIVIDAD	1. Cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate) (A ¹¹).	Rendimiento en Kg ha ⁻¹ de grano y zacate para los ciclos P/V 2009 y P/V 2010.
	2. Relación beneficio /costo (E).	B/C (Grano+ Zacate).
	3. Cantidad de energía fósil/ producto (A).	Cantidad de combustibles fósiles y electricidad usados de manera directa/TM de biomasa.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los resultados de los indicadores mencionados:

¹¹ En lo posterior se marca con **A** los indicadores que pertenecen al ámbito **ambiental**, con **E** del **económico** y con **S** del **social**.

1. Cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate) (Bsc)

En un cultivo anual y determinado como el maíz (*Zea mays* L.), la proporción de materia seca cambia a medida que el cultivo atraviesa sus distintos estadios fenológicos (Bänzinger *et al.*, 1997:21). Cuando la planta muere, sus componentes a excepción del grano pierden agua rápidamente, aunque esto dependerá también de las condiciones ambientales. No obstante, Andrade (1998:223), refiere que es crítica la etapa de crecimiento de la espiga alrededor de la floración del maíz para que la cantidad de biomasa se incremente de manera considerable, además de que las condiciones para que se realice el proceso fotosintético, deben ser óptimas.

Respecto al rendimiento medio de maíz en el estado de Tlaxcala para los ciclos 2009 y 2010 fue de 2,369 Kg ha⁻¹ y de 2,553 Kg ha⁻¹ respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2012). El rendimiento de zacate no es un dato que consideren importante las instancias que se encargan de realizar bases de datos para la información.

Este indicador se evaluó con datos obtenidos con la encuesta. No se tienen datos del porcentaje de humedad del grano o del zacate. Se evaluó el grano cosechado y el zacate, tratando de acercarse a la cantidad de biomasa seca producida durante cada ciclo de cultivo y en cada uno de los sistemas de producción comparados. No se consideró para este indicador la biomasa no cultivada, como las arvenses secas o alguna otra fuente de generación de biomasa dentro del terreno de cultivo.

Para calcular la cantidad de biomasa seca cultivada (Bsc) se calculó el rendimiento promedio de grano y de pacas de forraje en cada ciclo (P-V 2009 y P-V 2010) de cada sistema de producción (cuadros 5.5 y 5.6). Posteriormente se multiplicó el número de pacas promedio de cada ciclo y de cada sistema, por el peso medio de cada una de ellas (21.359 Kg). Se sumó el peso del grano cosechado más el peso del zacate y generó el dato de la *biomasa seca cultivada*.

Cuadro 5.5 Comparación de la biomasa cosechada en el SPTRad durante dos ciclos de cultivo.

BIOMASA SECA CULTIVADA (Bsc)	SPTrad					
	P-V 2009			P-V 2010		
	GRANO (kg ha ⁻¹)	PACAS		GRANO (Kg ha ⁻¹)	PACAS	
		(pzs/ha)	(kg ha ⁻¹)		(pzs/ha)	(Kg ha ⁻¹)
MÍNIMO	1,000	70	1,495.1	900	70	1,495.1
MÁXIMO	8,000	250	5,339.7	6,000	240	5,126.1
MEDIO	2,601.4	148.5	3,171.8	2,553.8	146.25	3,123.8
POR CICLO	5,773.2			5,677.6		
POR SISTEMA	5.725.4 Kg ha ⁻¹					

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
n=78

En el cuadro 5.5 se presentan los rendimientos del SPTrad. En el ciclo P-V 2009 los rendimientos en grano fueron ligeramente mayores que para el ciclo P-V 2010, mientras que el rendimiento de zacate fue casi igual para ambos ciclos.

En el cuadro 5.6 se observa que en el SPTAgroind, el mayor rendimiento de grano como en zacate fue para el ciclo P-V 2010, con diferencia de casi 250 Kg comparado con el ciclo P-V 2009.

Cuadro 5.6 Comparación de la biomasa seca cosechada (Bsc) en el SPTAgroind durante dos ciclos de cultivo.

BIOMASA SECA CULTIVADA (Bsc)	SPTAgroind					
	P-V 2009			P-V 2010		
	GRANO (Kg ha ⁻¹)	PACAS		GRANO (Kg ha ⁻¹)	PACAS	
		(pzs/ha)	(Kg ha ⁻¹)		(pzs/ha)	(Kg ha ⁻¹)
MÍNIMO	1,500	100	2,135.9	1,500	67	1,431.1
MÁXIMO	4,500	250	5,339.7	5,250	250	5,339.7
MEDIO	2,671.3	162.86	3,478.5	2,918.1	168.3	3,594.7
POR CICLO	6,149.8			6,512.8		
POR SISTEMA	6,331.3 Kg ha ⁻¹					

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
n=22

Al igual que en el SPTrad, existe una diferencia entre zacate y grano, siendo mayor la cantidad de zacate cosechada en ambos ciclos. Cabe resaltar que en el SPTrad, se encuentran rendimientos más extremos que en el SPTAgroind, de

manera que encontramos rangos desde 900 Kg ha⁻¹ hasta de 8 TM ha⁻¹ en el primero, y en el segundo varía de 1.5 TM ha⁻¹ hasta 5.25 TM ha⁻¹.

Cuadro 5.7 Comparación de la biomasa cosechada entre el SPTrad vs SPTAgroind

RENDIMIENTO Kg ha ⁻¹	SPTrad		SPTAgroind	
	P-V 2009	P-V 2010	P-V 2009	P-V 2010
GRANO	2,601.4	2,553.8	2,671.3	2,918.1
ZACATE	3,171.8	3,123.8	3,478.5	3,594.7
TOTAL (BIOMASA)	5,773.2	5,677.6	6,149.8	6,512.8
PROMEDIO GENERAL	5,725.4 Kg ha⁻¹		6331.3 Kg ha⁻¹	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.

SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En el cuadro 5.7 se comparan los rendimientos de los dos sistemas de producción. Se evidencia mayor rendimiento medio de biomasa para el SPTAgroind, con una diferencia de 605.9 Kg ha⁻¹ respecto al SPTrad.

2. Relación Beneficio:Costo (B/C)

La relación *Beneficio:Costo*, es el indicador económico más utilizado para conocer la rentabilidad de un proyecto o de una determinada actividad. Es fácil de estimar cuando se tiene información de costos y del valor de la producción (ingreso), o el valor monetario de los beneficios generados por las actividades a ser evaluadas. La forma de estimarlo es simplemente relacionar estos dos conceptos: dividir el valor total de la producción, entre el costo total en que se incurrió para obtenerla. Este indicador tomará un valor positivo, aun cuando el valor de la producción sea cercano a cero. Valor menor a uno indica pérdidas económicas, y mayor a la unidad representa algún nivel de rentabilidad. Para el caso de esta investigación, los ingresos fueron estimados con el valor de la producción de grano más el valor del forraje (rastroy), ambos a precios de mercado. Las estimaciones realizadas fueron para los ciclos agrícolas P/V 2009 y 2010 y para los dos sistemas de producción.

Se realizó la estimación de costos e ingresos, posteriormente se promedió por cada uno de los sistemas de producción y por cada año (cuadro 5.8).

Cuadro 5.8. Relación beneficio/costo; máximos, mínimos y promedios por ciclo y sistema de producción.

PARAMETRO	SPTrad		SPTAgroind	
	B/C 2009	B/C 2010	B/C 2009	B/C 2010
MÍNIMO	1:0.5066	1:0.5645	1:0.6293	1:0.7476
MÁXIMO	1:1.7739	1:1.8236	1:1.4807	1:2.0414
MEDIO/ CICLO	1:0.9307	1:0.9535	1:0.9629	1:1.1734
PROMEDIO GENERAL	1: 0.9421		1:1.0681	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.
SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Los resultados en ambos sistemas son muy parecidos, lo que indica que no hay una diferencia en los niveles de rentabilidad. Los datos de *promedio general* (1:0.9421 y 1:1.0681), indican que en el primer caso existe pérdida económica, por cada peso que se invierte se recuperan 94 centavos, y para el segundo, existe ganancia debido a que por cada peso invertido se recuperan un peso y siete centavos.

3. Cantidad de energía fósil/ producto

Para evaluar el indicador *cantidad de energía fósil/producto*, utilizamos algunos de los datos citados en la valoración del primer indicador, en relación a los *rendimientos de biomasa seca por sistema de producción*. Se calculó la cantidad de energéticos fósiles que se utilizaron por cada sistema productivo durante los dos ciclos para el cálculo se consideraron actividades como barbecho, rastreo, labores culturales y cosecha. A pesar de que se realizó el ejercicio de calcular un coeficiente de eficiencia energética fósil, se consideraron únicamente los datos generados. Desde el planteamiento de indicadores solamente se propuso hacer el ejercicio en base al uso de energéticos fósiles, por ser recursos no renovables.

Para calcular la energía fósil total (ef_{Total}) utilizada para producir 5,725.4 Kg ha⁻¹ en el SPTrad y 6,331.3 Kg ha⁻¹ en el SPTAgroind, se sumó la energía fósil utilizada para la preparación del suelo y siembra (barbecho, rastreo y siembra), previamente dividida entre **n** de acuerdo a cada sistema de producción, más la energía utilizada para labores culturales (fumigación, escarda, labra y segunda, también dividida entre **n**), así sucesivamente hasta llegar a la cosecha en cada uno de los sistemas comparados. Se manejó en litros de diesel/ ha y luego se convirtió a Joules (**J**), para determinar los **J** de energía fósil/ ha. La fórmula para calcular este dato fue:

$$ef_{Total} = \frac{ef_{prep}}{n} + \frac{ef_{lab}}{n} + \frac{ef_{cgran}}{n} + \frac{ef_{czac}}{n}$$

En el SPTrad (n=78), 54 productores usaron tractor para barbecho, 71 usaron tractor para rastreo y 52 lo emplearon para surcado y/o siembra. Respecto a las labores culturales en este sistema, un productor fumigó con tractor, 45 lo usaron para escardar, 37 para labrar y 47 para asegundar.

Para la cosecha de grano, 18 campesinos usaron máquina combinada, 14 utilizaron desgranadora eléctrica¹² y 32 desgranadora de gasolina. Para la cosecha de zacate (partiendo de que 18 campesinos ya usaron combinada como se menciona antes para cosechar grano, pero ésta dejó trillado el zacate), solamente seis mencionaron que usaron máquina para trillar el zacate y 70 lo empacaron.

Algunas equivalencias para conversión son las siguientes:

1 l diesel = 8,850 Kcal

1 Kcal = 4,187 J = 4.187 KJ¹³

¹² Para usuarios de desgranadoras, se consideró el uso de electricidad como energético partiendo del supuesto que proviene de energía fósil.

¹³ 1000 KJ = 1 MJ; 1 KJ= 1000 Joules (Julios).

Al realizar los cálculos correspondientes (ver Anexo 2), se tienen los siguientes:

$$ef_{prep} / n = (16.192 \text{ l de diesel/ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (143,299.2 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 599,993.75 \text{ KJ} = \mathbf{599.99 \text{ MJ}} / \text{ha}.$$

$$ef_{lab} / n = (8.29 \text{ l de diesel/ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (73,366.6 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 307,185.54 \text{ KJ} = \mathbf{307.19 \text{ MJ}} \text{ por ha}.$$

$$ef_{cgran} / n = \mathbf{346.12 \text{ MJ}} \text{ por / ha}^{14}.$$

$$ef_{czac} / n = (28.308 \text{ l de diesel/ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (250,525.8 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 1'048,951.53 \text{ KJ} = \mathbf{1,048.95 \text{ MJ}} / \text{ha}.$$

Sustituyendo los datos de la fórmula planteada para este sistema de producción tenemos que:

$$ef_{Total} = \frac{ef_{prep}}{n} + \frac{ef_{lab}}{n} + \frac{ef_{cgran}}{n} + \frac{ef_{czac}}{n} + \frac{ef_{trans}}{n}$$

$$ef_{Total} = 599.99 \text{ MJ} + 307.19 \text{ MJ} + 346.12 \text{ MJ} + 1,048.95 \text{ MJ}$$

$$ef_{Total} \text{ SPTRad} = \mathbf{2,302.25 \text{ MJ}} \text{ por hectárea de energía fósil utilizada}.$$

Esta cantidad calculada es equivalente a 62 litros de diesel por hectárea en promedio para el sistema de producción tradicional. Algunos productores no utilizaron maquinaria para labores culturales u ocuparon poca maquinaria para la cosecha.

Los datos para el SPTAgroind (n= 22), nos muestran que para la preparación de suelo, 22 productores usaron tractor para barbecho, 22 usaron tractor para

¹⁴ Este dato fue necesario convertirlo a MJ desde el momento de calcularlo, debido a que se contemplaron energéticos diferentes como electricidad, gasolina y diesel (Ver anexo 2).

rastreo (12 rastrearon dos veces), por tanto se rastreó el equivalente a 34 veces y 21 productores usaron tractor para surcado y/o siembra. Respecto a las labores culturales, dos productores fumigaron con tractor, 19 lo usaron para escardar, 14 para labrar y 19 para asegundar; para los otros tres productores que no aparecen en las labores culturales, no se generó el dato para saber si usan yunta o trabajaron con labranza cero.

Respecto a las labores culturales, dos productores utilizaron tractor para fumigar, 19 lo usaron para escardar, 14 para labrar y 19 para asegundar. Para la cosecha del grano, 12 productores utilizaron máquina combinada y 10 pizaron la mazorca. De estos últimos, cinco desgranaron con desgranadora eléctrica, cuatro desgranaron con desgranadora de gasolina y uno desgranó de forma manual.

Además, para la cosecha del zacate, solamente dos productores lo trillaron por separado y en total 21 empacaron. Al realizar los cálculos correspondientes (Anexo 2), se generaron datos para cada uno de los siguientes componentes de la fórmula planteada:

$$ef_{prep} / n = (24.5 \text{ l de diesel} / \text{ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (216,825 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 907,846.28 \text{ KJ} = \mathbf{907.85 \text{ MJ}} \text{ por ha.}$$

$$ef_{lab} / n = (11.948 \text{ l. de diesel} / \text{ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (105,739.8 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 442,732.54 \text{ KJ} = \mathbf{442.73 \text{ MJ}} \text{ por ha.}$$

$$ef_{cgran} / n = \mathbf{731.358 \text{ MJ}} / \text{ha.}$$

$$ef_{czac} / n = (\mathbf{33.773 \text{ l de diesel}} / \text{ha})(8,850 \text{ Kcal}) = (298,891.05 \text{ Kcal}) (4.187 \text{ KJ}) = 1'251,456.82 \text{ KJ} = \mathbf{1,251.46 \text{ MJ}} / \text{ha.}$$

Sustituyendo los datos de la fórmula planteada, tenemos que:

$$ef_{Total} = \frac{ef_{prep}}{\text{-----}} + \frac{ef_{lab}}{\text{-----}} + \frac{ef_{cgran}}{\text{-----}} + \frac{ef_{czac}}{\text{-----}} + \frac{ef_{trans}}{\text{-----}}$$

n n n n n

$$ef_{Total} = 907.85 \text{ MJ} + 442.73 \text{ MJ} + 731.358 \text{ MJ} + 1,251.46 \text{ MJ}$$

$$ef_{Total} \text{ SPTrad} = 3,333.4 \text{ MJ por hectárea de energía fósil utilizada.}$$

La cantidad aquí calculada en MJ, equivale a casi 90 litros de diesel por hectárea (por productor) en promedio para el sistema de producción tendiente al agroindustrial. En el cuadro 5.9 se comparan los dos sistemas de producción respecto a los grupos de variables utilizados para calcular el total de energía fósil y de biomasa seca producida (Bsc) en cada uno de éstos.

También se observa que en el SPTAgroind, el uso de combustibles fósiles es mayor para todos los parámetros comparados que en el SPTrad, de manera que en promedio cada productor del primer sistema, utiliza alrededor de 28 litros de diesel más por cada hectárea, que un campesino del segundo sistema. Al calcular un coeficiente entre la biomasa seca producida en promedio, dividido entre el combustible fósil utilizado, la diferencia favorece al SPTrad, pues cada productor de este sistema produce 21.8 kilogramos de biomasa más que uno del SPTAgroind, por cada litro de diésel empleado.

Cuadro 5.9 Comparación de los sistemas de producción por el uso de energéticos fósiles.

PARÁMETRO	SPTrad Bsc=5,725.4 kg		SPTAgroind Bsc= 6,331.3	
	l diesel/ ha	MJ / ha	l diesel/ ha	MJ / ha
PREPARACIÓN DE TERRENO	16.192	599.99	24.5	907.85
LABORES CULTURALES	8.29	307.19	11.948	442.73
COSECHA DE GRANO	9.34 ¹⁵	346.12	19.75 ⁵	731.358
COSECHA DE ZACATE	28.308	1,048.95	33.773	1,251.46
TOTALES	62.13	2,302.25	89.971	3,333.4

¹⁵ Este dato se dedujo al convertir 346.12 MJ a su equivalente en litros de diesel.

EFICIENCIA DE ENERGÍA FÓSIL UTILIZADA	92.2 kg/l	2.49 kg/MJ	70.4 kg/l	1.9 kg/MJ
---------------------------------------	-----------	------------	-----------	-----------

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Sin embargo, es importante señalar que a los productores del SPTRad, lo que los favorece en el sentido del gasto de energéticos fósiles, es que sustituyen en varias actividades el uso del tractor por el uso de yunta, sobre todo cuando cuentan con una propia, o cuando por alguna razón adversa no puede entrar el tractor al terreno¹⁶.

5.1.4.2 Atributo Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia

Estabilidad. El término *Estabilidad* hace referencia a la “propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable”. Esto tiene implicaciones para mantener beneficios del sistema en un nivel no decreciente a través del tiempo en condiciones normales (Maser *et al.*, 1999:20-22). En ese caso es una estabilidad alta. Sin embargo, si a través del tiempo esta propiedad va decayendo, se considera que su estabilidad es baja; por lo tanto el nivel de ésta dependerá de su comportamiento a través del factor tiempo.

Altieri y Nichols (2000), citan que la estabilidad depende de condiciones ambientales, económicas y administrativas¹⁷. Dentro de las condiciones ambientales se pueden mencionar por ejemplo las meteorológicas que son rígidas, en el sentido de que el agricultor no puede modificarlas.

¹⁶ En algunos casos es más factible el uso de la yunta que del tractor, por ejemplo en laderas muy pronunciadas o cuando en el terreno tienen algunos “cornejales” y el trabajo con tractor se complica.

¹⁷ Harwood (1979) citado por Altieri y Nichols (2000), define tres fuentes de Estabilidad: 1). *Estabilidad de Manejo*: Derivada del conjunto de tecnologías que se adapten mejor a sus condiciones, sin embargo, siempre existen elementos de inestabilidad, asociados a las nuevas tecnologías. Los agricultores están conscientes de esta situación y su resistencia al cambio a menudo tiene una base ecológica; 2). *Estabilidad Económica*: Asociada a la capacidad del agricultor para predecir precios de insumos y productos en el mercado y mantener el ingreso del predio. Dependiendo de lo avanzado de este conocimiento, el agricultor realiza trueques (tradeoffs) entre la producción y la estabilidad; 3). *Estabilidad Cultural*: Depende de la mantención del contexto y la organización sociocultural que ha nutrido al agroecosistema durante generaciones. El desarrollo rural no se puede lograr cuando se aísla del contexto social, por lo tanto debe adaptarse a las tradiciones locales.

Confiabilidad. Se refiere a la “capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente” (Masera *et al.*, 1999). La confiabilidad es mayor cuando la productividad agrícola a través del tiempo es más o menos constante, y se ubica entre un nivel máximo y un nivel mínimo de tolerancia.

Resiliencia: “Es la capacidad de un sistema de retornar a un estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves. Por ejemplo, después de un evento catastrófico como un huracán, un incendio o la caída drástica del precio de uno de los productos fundamentales del agroecosistema” (Masera *et al.*, 1999:20-22). Si el sistema tiene la capacidad de retornar a su tendencia anterior a la perturbación, se considera que éste tiene una *alta resiliencia*, en caso de que por la afectación de dicha perturbación, la tendencia del sistema es en picada, entonces es *no resiliente*.

Para evaluar el atributo **Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia**, se plantearon dos indicadores (cuadro 5.10), ambos del área ambiental, el primero de estos con dos subindicadores.

Cuadro 5.10 Indicadores del atributo Estabilidad, Confiabilidad y Resiliencia.

ATRIBUTO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN
ESTABILIDAD, CONFIABILIDAD, RESILIENCIA	4. Agrobiodiversidad (A).	a). Cantidad de cultivos (especies) en el sistema. b). Cantidad de variedades de maíz en el sistema.
	5. Prácticas de conservación de los recursos naturales (A).	CSA: Cantidad de bordos, zanjas, árboles (barreras)/ha, etc.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describe la evaluación con datos generados de acuerdo a la forma de medición planteada.

4. Agrobiodiversidad

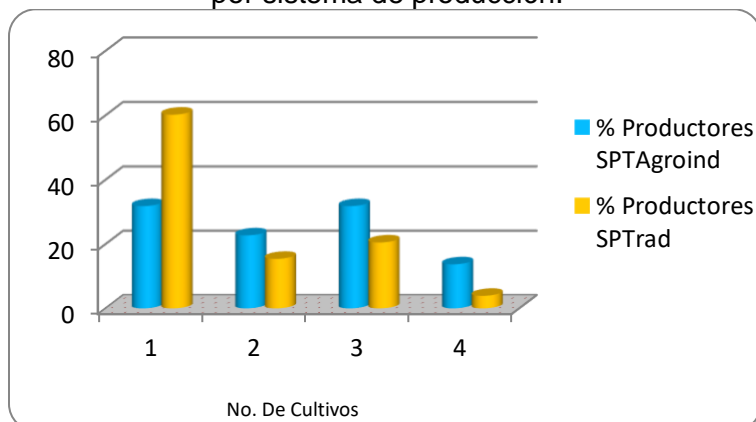
La agrobiodiversidad se refiere a la cantidad de especies y variedades cultivadas en un espacio específico. Para evaluar este indicador en el agroecosistema maíz, se consideraron dos subindicadores: *cantidad de cultivos (especies por sistema)* y *cantidades de variedades de maíz en el sistema*.

4a).Cantidad de cultivos (especies por sistema)

En este subindicador se consideraron los datos del número de cultivos que cada productor tuvo en su sistema productivo durante los ciclos P-V 2009 y 2010. Se promediaron y con esto se obtuvieron valores que se utilizaron para realizar la gráfica que se muestra en la figura 5.3, en la que se observa que en el SPTAgroind los productores tienen más cantidad de cultivos entre los que destacan el maíz, avena, trigo, frijol, haba y calabaza.

Cabe mencionar que el área destinada para maíz en casi 5% del total de productores, representa una tercera parte, en 7% de productores el maíz representa la mitad de sus cultivos. En el restante 88%, el maíz representa al menos 65% del total del área de cultivo.

Figura 5.3 Porcentaje y número de cultivos por sistema de producción.



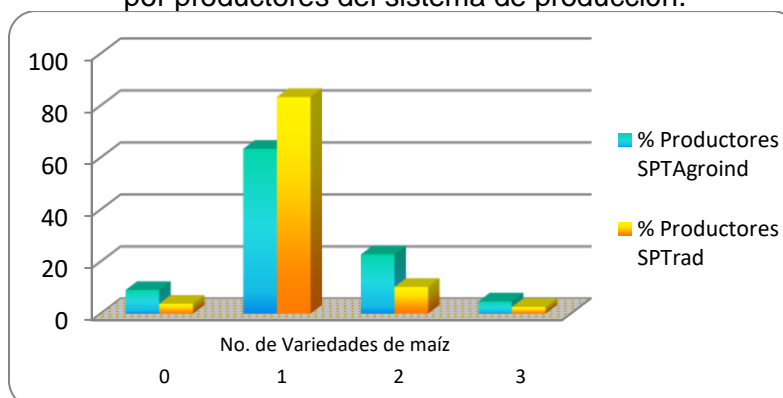
Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

4b). Cantidad de variedades de maíz en el sistema

Para evaluar este subindicador se consideró el número de variedades de maíz criollo por agricultor.

En la figura 5.4 se observa que el SPTAgroind se ubica el mayor porcentaje de productores que no cuentan con ninguna variedad de maíz criollo (9.1 % siembran híbrido), al igual que los que tienen dos y tres variedades (22.8 y 4.7% respectivamente), y en contraste, en el SPTrad, se ubican la mayoría de productores (83.3%) con una variedad de maíz criollo que aún conservan.

Figura 5.4 Porcentaje y número de variedades de maíz criollo por productores del sistema de producción.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En el cuadro 5.11 se concentran los resultados de los dos subindicadores del indicador cuatro. Se calculó con el análisis multicriterio, de manera que cada uno de ellos tiene valores de 56 y 44% respectivamente, de acuerdo a criterio de

integrantes del consejo particular¹⁸. En el anexo tres se muestran los valores que los integrantes del consejo particular consideran más adecuados para cada uno de los subindicadores, indicadores y ámbitos de la sustentabilidad.

Cuadro 5.11 Comparación de los indicadores respecto a agro biodiversidad, utilizando multicriterio por subindicadores.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	2 Ó MÁS CULTIVOS ¹⁹ (ESPECIES) (56%)		2 Ó MÁS VARIEDADES CRIOLLAS DE MAÍZ (44%)		PROMEDIO CON MULTICRITERIO (%)
	Valor calculado	% con multicriterio	Valor calculado	% con multicriterio	
SPTRad	39.8%	22.3	96.2%	42.4	64.7
SPTAgroind	68.2 %	38.2	90.9%	40.0	78.2

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

5. Prácticas de conservación de los recursos naturales

De acuerdo a Müller (1996:18) los recursos naturales que intervienen en la sustentabilidad de un agroecosistema, son entre otros elementos el agua, suelo, flora, fauna, y se deben distinguir de los componentes del manejo (insumos, energía, etc.), y de los productos (producción, residuos).

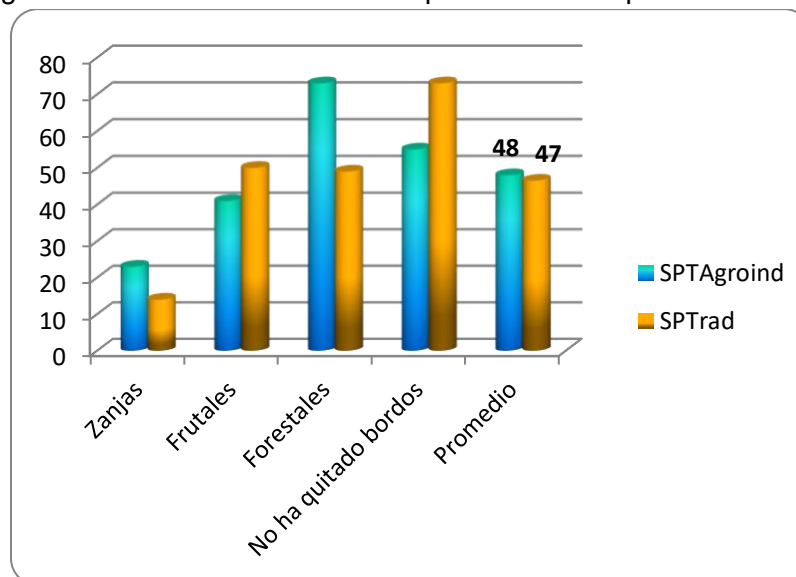
Para la evaluación de este indicador, se consideraron *la proporción de productores que tienen zanjas, árboles frutales y forestales (barreras vivas), así como los bordos de los terrenos de cultivo*. Los resultados se presentan en la figura 5.5. Como se muestra el SPTRad es superado por el SPTAgroind en dos de cuatro parámetros comparados. Además, en el SPTRad 27% de productores han quitado bordos en sus terrenos, menor que al del SPTAgroind (45%). Sin embargo, la

¹⁸ Resultados de la entrevista aplicada a los integrantes del consejo particular, en el que se les pide que le den un peso específico a cada uno de los subindicadores (dentro del indicador), a los indicadores dentro de los ámbitos (Ambiental, Económico y Social), y a esos ámbitos para la sustentabilidad del sistema.

¹⁹ De acuerdo a Gliessman (2002), las diferentes especies se complementan de diversas maneras, por ejemplo las cucurbitáceas como lo calabaza de castilla, produce sombra que evita que crezcan muchas arvenses, mientras las leguminosas por el efecto del Rhizobium que se hospeda simbióticamente en sus raíces, incorpora nitrógeno al suelo.

diferencia es mínima entre ellos, de tal manera que al promediar los porcentajes para el SPTrad es de **47%** y para el SPTAgroind es de **48%**.

Figura 5.5 Obras de conservación por sistema de producción maíz.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
 SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En la gráfica 5.5 se observan las actividades que realizan los productores para la conservación de suelos y agua. Se nota que las zanjias no son una actividad importante para la captación de agua y evitar la erosión hídrica, pero la conservación de árboles sustituye esta práctica. En promedio la tendencia es hacia la reducción de prácticas que coadyuven a la conservación de suelos y agua.

5.1.4.3 Atributo Adaptabilidad

De acuerdo a Masera *et al.* (1999:20-22), la **Adaptabilidad (o Flexibilidad)**, “es la capacidad del sistema para encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o, de modo más general, brindando más beneficios, ante cambios de largo plazo en el ambiente (por ejemplo, nuevas condiciones económicas o biofísicas)”. Dentro de este atributo, también se incluye la búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción, por ejemplo la generación de nuevas opciones tecnológicas. No obstante, este concepto no solamente refiere a

procesos relacionados con el ámbito tecnológico, también alude a procesos de organización social, formación de recursos humanos y de aprendizaje (Masera *et al.*, 1999:20-22).

Cuando la adaptabilidad se mantiene más o menos constante a través del tiempo, se considera que en el sistema existe una adaptabilidad alta, cuando tiende a bajar se considera que es baja.

Para evaluar el atributo **Adaptabilidad**, se plantearon 6 indicadores (cuadro 5.12), cinco de estos son del ámbito social y uno del económico. A continuación se muestra el método de evaluación y los resultados.

Cuadro 5.12 Indicadores planteados para evaluar el atributo Adaptabilidad.

ATRIBUTO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN
ADAPTABILIDAD	6. Nuevas prácticas de manejo del cultivo (S).	Nuevas prácticas tecnológicas en el proceso de producción
	7. Capacitación técnica e intercambio de experiencias (S).	a).Número de eventos de capacitación y/o intercambio. b). Aplicación y seguimiento del conocimiento y tecnología aprendidos.
	8. Balance de oferta y demanda de grano en la zona/ sistema (E).	Oferta y demanda de maíz por épocas del año (Toneladas producidas, vendidas y requeridas/año).
	9. Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales (S).	Erosión de los conocimientos locales (comportamiento de prácticas agrícolas en un periodo de 2 años).
	10. Ética en el manejo de recursos naturales (S).	Sensibilización ecológica (opinión sobre comportamiento y acción del mismo productor).
	11. Adaptación a las políticas agrícolas gubernamentales (S).	Impacto de las políticas agrícolas en la UDC.

Fuente: Elaboración propia.

6. Nuevas prácticas de manejo del cultivo

La introducción de nuevas prácticas de manejo (innovación tecnológica), es un indicador del grado de desarrollo de un sistema de producción. De acuerdo a Perales *et al.* (2000) esta actividad puede disminuir los costos del mismo. Para evaluar este indicador, se generaron datos primarios a través de la encuesta y la entrevista semiestructurada.

En el **SPTtrad**, de un total de 78 productores, solamente dos mencionaron que han introducido alguna práctica diferente en los años recientes. Uno de ellos utiliza abonos orgánicos fermentados y el segundo utiliza tractor para sus labores de cultivo (anteriormente utilizaba yunta). El agricultor que usa abonos orgánicos mencionó que las razones por las que adoptó esas prácticas son: *“ya tiene ganado y así aprovecha el estiércol y ayuda a mejorar el suelo”*. En contraposición, el productor que ahora usa tractor para labores culturales, citó que *“ya no tiene yunta y por esa razón ahora usa maquinaria también para las labores culturales”*.

Por otra parte, en el SPTAgroind, de un total de 22 productores entrevistados, tres respondieron de manera afirmativa a la incorporación de nuevas prácticas para el cultivo de maíz en los años recientes. Han modificado el uso de fertilizante químico, sustituyéndolo por abonos orgánicos (estiércoles) que han aprendido a procesar. Aún utilizan fertilizante químico, pero en menor cantidad. Las razones de este cambio son básicamente *“para aprovechar el estiércol disponible, realizar menos gasto, y ayudar al suelo”*.

La ecuación para valorar estos datos es la siguiente:

$$\text{Adopción de prácticas} = \frac{\text{No. de los que adoptaron}}{(\text{n}) \text{ de cada sistema}} \times 100$$

Cuadro 5.13 Comparación de productores que adoptaron nuevas prácticas.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	FRACCIÓN DE PRODUCTORES QUE APLICAN NUEVAS PRÁCTICAS	%
SPTtrad	2 / 78	2.6
SPTAgroind	3 / 22	13.6

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTtrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En el cuadro 5.13 se expresan los datos anteriores en términos numéricos absolutos y relativos; se puede observar que en ambos sistemas de producción la introducción de nuevas técnicas de cultivos es muy baja. Sin embargo, y de manera paradójica, mientras los productores del SPTAgroind ahora utilizan prácticas

agroecológicas por las razones ya expuestas, uno de los agricultores del SPTrad, cambió “por necesidad” a prácticas de mayor consumo de combustibles fósiles.

7. Capacitación técnica e intercambio de experiencias

La asesoría técnica es de gran apoyo para el proceso de innovación tecnológica. Aunado a la transmisión de técnicas, los intercambios de experiencias motivan para algunas prácticas funcionales y factibles (PPM, 2006:79). En este indicador se plantearon dos subindicadores:

7a). Número de eventos de capacitación y/o intercambio

Para asignarle valores a este subindicador, se estableció un peso específico para asesoría e intercambios, 50% para cada uno. A los productores que tienen cuatro asesorías recibidas por mes²⁰ se les asignó el valor de 50%; así se valoró de manera proporcional de acuerdo al número de asesorías recibidas, de manera que cada asesoría acumula un valor de 12.5%

En el caso de la asistencia a un intercambio de experiencias durante un año²¹, se le dio un valor de 50%, lo cual se suma a los datos anteriores, de tal forma que el total se dividió entre el tamaño de muestra para cada sistema. Lo expresado anteriormente respecto a la forma de evaluación del subindicador *número de eventos de capacitación y/o intercambio* se resume en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Capacitación} = \left[\frac{\sum_n^1 va + vi}{n} \right]$$

Donde:

²⁰ Se tomaron como referencia cuatro asesorías por mes, considerando una por semana, debido a que el productor aprende haciendo, entonces como se va dando el ciclo del cultivo puede ir experimentando las técnicas que el asesor o *facilitador* le comparte.

²¹ Se tomó esta consideración, debido a que los campesinos aprenden viendo y haciendo, cuando visitan una experiencia exitosa, regresan a sus hogares estimulados a imitarla.

Σ = Sumatoria desde 1...n

V_a = Valores por asesoría

V_i = Valores por intercambio

n = tamaño de muestra (de acuerdo al sistema de producción).

Considerando que en el SPTrad recibieron asesoría tres productores (uno fue asesorado en promedio tres veces por mes y dos de ellos cuatro veces al mes), aunado a cuatro agricultores que asistieron a intercambios de experiencias, se obtuvieron los siguientes valores:

$$\% \text{ Capacitación (SPTrad)} = \left[\frac{137.5 + 200}{78} \right] = \frac{337.5}{78} = 4.33\%$$

Por otra parte, al estimar las asesorías del SPTAgroind, contemplando que un productor recibió una por mes y otro fue asesorado cuatro veces por mes, los valores asignados suman 62.5%. Además, dos productores de este grupo acudieron a intercambios de experiencias. Al sustituir los datos en la fórmula planteada quedó de la siguiente manera:

$$\% \text{ Capacitación (SPTAgroind)} = \left[\frac{62.5 + 100}{22} \right] = \frac{162.5}{22} = 7.39\%$$

7b). Aplicación y seguimiento del conocimiento y tecnología aprendidos

Para evaluar este subindicador, igualmente se convirtieron datos cualitativos (ordinales) a datos cuantitativos (cuadro 5.14). Sin embargo, los datos de partida son de las personas que afirmaron haber recibido asesoría técnica y haber participado en intercambios de experiencias (SPTrad=4.33%; SPTAgroind=7.39%). Por lo tanto es muy pequeño el número de personas de cada sistema de producción para considerarlo como parte de una muestra estadística. A pesar de ser muy baja la proporción de aquellos, se consideraron para conocer la opinión respecto a la utilidad de la asesoría y de los intercambios desde la percepción de los entrevistados.

Cuadro 5.14 Valoración de la utilidad de asesorías, intercambios y seguimiento recibidos.

QUÉ TANTO LE SIRVE	UTILIDAD DE ASESORÍA					UTILIDAD DE INTERCAMBIOS					HAY SEGUIMIENTO
	NADA	MUY POCO	POCO	MUCHO	BASTANTE	NADA	MUY POCO	POCO	MUCHO	BASTANTE	
VALOR POR LA UTILIDAD DE LAS ASESORÍAS (%)	0	8.33	16.6	24.9	33.3	0	8.33	16.6	24.9	33.3	33.3

Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar el subindicador *aplicación y seguimiento del conocimiento y tecnología aprendidos*, se planteó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Aplicación práctica} = \left[\frac{\sum_n^1 vua + vui + vs}{n} \right]$$

Donde:

\sum = Sumatoria desde 1...n

vua = Valores por la utilidad de las asesorías

vui = Valores por la utilidad de los intercambios

vs = Valores por seguimiento

n = tamaño de muestra (de acuerdo al sistema de producción).

Al asignar valores a las variables de este subindicador (de acuerdo a la opinión de los productores), los datos para el SPTrad son:

$$vua = 83.2$$

$$vui = 66.6$$

$$vs = 0$$

$$\% \text{ Aplicación práctica (SPTrad)} = \frac{83.2 + 66.6 + 0}{78} = \frac{149.8}{78} = 1.92\%$$

Para el caso del SPTAgroind, los valores de las variables son los siguientes:

$$vua = 66.6$$

$$vui = 58.3$$

vs = 0

$$\text{Aplicación práctica (SPTAgroind)} = \frac{66.6 + 58.3 + 0}{22} = \frac{124.9}{22} = 5.7\%$$

Para evaluar el indicador **Capacitación técnica e intercambio de experiencias**, se sumaron los valores de cada uno de los subindicadores de cada sistema de producción y se promediaron (cuadro 5.15).

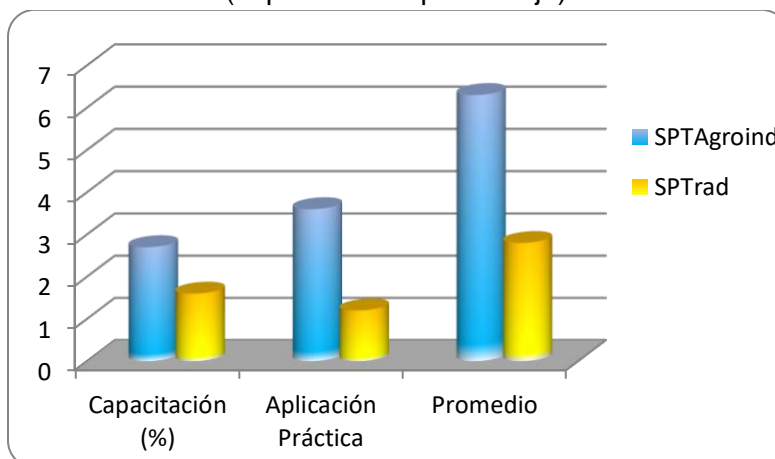
Cuadro 5.15 Evaluación del indicador 7 con valores multicriterio para subindicadores.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	SUBINDICADOR CAPACITACIÓN (36%)		SUBINDICADOR APLICACIÓN PRÁCTICA (64 %)		PROMEDIO MULTICRITERIO CALCULADO %
	VALOR CALCULADO	% CON MULTICRITERIO	VALOR CALCULADO	% CON MULTICRITERIO	
SPTRad	4.33	1.6	1.9	1.2	2.8
SPTAgroind	7.39	2.7	5.7	3.6	6.3

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En la figura 5.6, se puede observar la diferencia entre los sistemas comparados respecto a la capacitación técnica e intercambio de experiencias. Nótese que los datos son superiores para el SPTAgroind.

Figura 5.6 Capacitación técnica y aplicación práctica (expresado en porcentaje).



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

8. Balance de oferta y demanda de grano en la zona por sistema

La oferta y demanda de cualquier producto, son factores económicos que se refieren en el caso de la oferta, a la cantidad de bienes y servicios que los productores están dispuestos a ofrecer en un tiempo determinado y a un cierto nivel de precio; en tanto que la demanda es la cantidad de bienes y servicios que los consumidores en conjunto están dispuestos a adquirir a un determinado precio.

Para este indicador se generó información sobre los niveles de producción y consumo mediante la encuesta y la entrevista. Los resultados coinciden, respecto a que normalmente en ambos sistemas se produce suficiente cantidad de maíz (grano y zacate), el cual alcanza para autoconsumo y venta de excedentes.

La información de las entrevistas semiestructuradas, evidencia que se tienen excedentes desde el mes de noviembre hasta marzo (los meses de septiembre-octubre muy pocos productores enfrentan problemas de ataque de gorgojo en almacenamiento). En diciembre y enero normalmente venden su maíz a los acaparadores (de las tiendas *La Espiga*, y *El Granito de Oro*, ambas de la ciudad de Huamantla).

Cuadro 5.16 Relación oferta-demanda por sistema de producción.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CONSUMO TOTAL (D) (Ton)	PRODUCCIÓN TOTAL (O) (Ton)	BALANCE (O-D)	RELACIÓN (O/D)
SPTRad	242.7	678.8	+436.1	1:2.8
SPTAgroind	241.2	1,086.8	+845.6	1:4.5

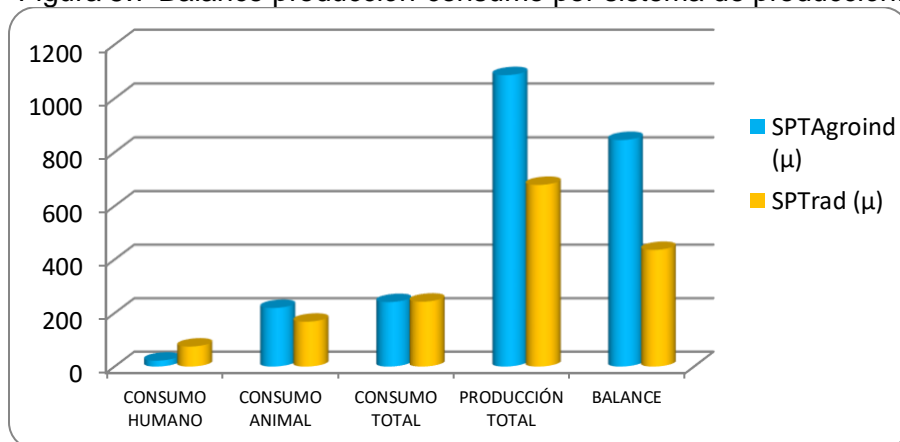
Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011 y enero- febrero de 2012
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

En el cuadro 5.16 se observa que en ambos sistemas de producción se tienen excedentes. Se presenta un índice de oferta-demanda (O/D) a partir de una estimación del consumo total por familia, incluyendo la alimentación de su ganado y la producción total de la unidad familiar.

En el sistema tendiente al agroindustrial el índice es mayor. Sin embargo, ambos grupos producen más de lo que consumen, en el SPTRad casi el triple y en el SPTAgroind 4.5 veces.

En la figura 5.7 se comparan los dos sistemas de producción respecto al consumo (demanda), producción (oferta) y balance. En el SPTAgroind el consumo para el ganado es mayor en proporción a su tamaño.

Figura 5.7 Balance producción-consumo por sistema de producción.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo
febrero- julio 2011 y enero- febrero de 2012
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

9. Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales

Una manera para la transmisión de conocimientos y experiencias de padres a hijos a nietos, o entre *iguales*, es la metodología que diversos grupos, entre estos de ONG's, llaman de campesino a campesino (CaC), considerada una herramienta sencilla, participativa de promoción y mejoramiento de los sistemas productivos (Sánchez, 2008:32-35; Altieri y Toledo, 2011:14-16).

El indicador se evaluó considerando la enseñanza a las nuevas generaciones respecto al uso de yunta, selección de fechas de siembra de maíz, selección de semilla y los efectos de la luna en el cultivo de maíz.

En el SPTRad, 37 de 78 productores aún utilizaban yunta para sus actividades (básicamente para las labores culturales), 42 productores habían enseñado a sus hijos a usar yunta, 63 le enseñaron a sus hijos a seleccionar semilla de maíz, 70 a elegir las mejores fechas de siembra, 43 han compartido con sus hijos conocimientos para considerar los efectos de la luna y 65 realizaban despunte.

Para el caso del SPTAgroind, siete de 22 productores todavía usaban yunta para algunas actividades, seis habían enseñado a sus hijos a usar yunta, 18 a seleccionar semilla, 17 a elegir fechas de siembra y ocho a considerar los efectos de la luna para las diversas actividades agrícolas, particularmente en el cultivo de maíz, y solo dos realizaban despunte. Para expresar en porcentaje los datos anteriores, se realizó la división y el resultado se multiplicó por 100, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{Actividad a evaluar en \%} = \frac{\text{productores que la realizan}}{n} \times 100$$

Donde n depende del sistema de producción (*SPT*rad $n=78$ y en *SPT*Agroind $n=22$).

En el cuadro 5.17 se presentan los resultados.

Cuadro 5.17 Valoración de actividades en porcentaje sobre algunas prácticas tradicionales en ambos sistemas de producción comparados.

SISTEMA PRODUCTIVO	USA YUNTA	TRANSMISIÓN DE PRÁCTICAS DE PADRES A HIJOS SOBRE:				REALIZA DESPUNTE	PROMEDIO
		USO DE YUNTA	SELECCIÓN DE FECHA DE SIEMBRA	SELECCIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ	EFFECTOS DE LA LUNA		
SPT	47.44	53.85	89.74	80.77	55.13	83.33	68.4
SPTAgroind	31.82	27.27	77.27	52.6	36.36	9.01	39.1

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPT rad (n=78) | SPTAgroind (n=22) |

10. Ética en el manejo de recursos naturales

La ética es una filosofía de vida, es el arte de la vida, la cual va dirigida a la voluntad de poder vivir, de poder desear la vida. La ética es el camino para recrear sentidos existenciales, para que el sentido vuelva a ser sentido, para que la razón se

reconecte con la pasión y el sentimiento con el pensamiento. Una ética de la sustentabilidad debe llevarnos a revertir el pensamiento único globalizador y a cuestionar sus preceptos (Leff, 2007:377-400).

En este indicador se consideraron datos respecto a la opinión de los mismos actores. Se les preguntó textualmente: *¿qué significa la tierra para usted?, ¿qué significado tiene la lluvia para usted?, ¿qué significado tiene en maíz?,* posteriormente se les plantearon otras preguntas y luego se les preguntó *¿qué hace para cuidar sus terrenos?, ¿qué hace para aprovechar mejor las lluvias en sus terrenos?, ¿qué hace para no perder sus variedades criollas de maíz?*. De esta manera se entrecruzaron datos y se contrastó lo que piensan con lo que hacen de manera más práctica los productores. También se hicieron recorridos de campo en compañía de comisariados ejidales para constatar algunos de los datos recabados.

Cuadro 5.18 Clasificación de los productores respecto a su sensibilidad ecológica²².

ASPECTO EVALUADO	SISTEMA PRODUCTIVO	NIVEL DE SENSIBILIDAD ECOLÓGICA				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
CUIDADO DE SUELOS	SPTRad	2	18	14	31	13
	SPTAgroind	1	6	2	6	7
APROVECHAMIENTO DE LLUVIAS	SPTRad	7	33	18	1	19
	SPTAgroind	7	4	2	1	8
CUIDADO DE VARIEDADES DE MAÍZ	SPTRad	53	12	8	5	0
	SPTAgroind	10	5	2	4	1

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Como se observa en el cuadro 5.18, los resultados se clasificaron en un tabulado para ubicarlos en: “sensibilidad ecológica muy alta, alta, media, baja o muy baja” y luego se contabilizó en cada clasificación. Para expresar en porcentaje los datos del cuadro 5.18, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Aspecto a evaluar en \%} = \frac{\text{cpe}}{n} \times 100$$

Donde:

²² En este aspecto de la sensibilidad ecológica, los datos reflejan la congruencia entre lo que dicen (discurso) y lo que hacen (práctica) los productores para la conservación y mejor aprovechamiento de sus recursos.

cpe= cantidad de productores en el nivel específico.

n= depende del sistema de producción (SPTrad n=78 y en SPTAgroind n=22).

En el cuadro 5.19 se presentan los datos obtenidos de ambos sistemas clasificados en cinco parámetros denominados *niveles de sensibilidad ecológica*.

Cuadro 5.19 Nivel de sensibilidad ecológica de productores de los sistemas de producción comparados expresado en porcentaje.

ASPECTO EVALUADO	SISTEMA PRODUCTIVO	NIVEL DE SENSIBILIDAD ECOLÓGICA				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
CUIDADO DE SUELOS	SPTrad	2.56	23.08	17.95	39.74	16.66
	SPTAgroind	4.55	27.27	9.09	27.27	31.82
APROVECHAMIENTO DE LLUVIAS	SPTrad	8.97	42.31	23.08	1.28	24.36
	SPTAgroind	31.82	18.18	9.09	4.55	36.36
CUIDADO DE VARIEDADES DE MAÍZ	SPTrad	67.95	15.38	10.26	6.41	0
	SPTAgroind	45.45	22.73	9.09	18.18	4.55
TOTAL (PROMEDIO)	SPTrad	26.49	26.92	17.10	15.81	13.67
	SPTAgroind	27.27	22.73	9.09	16.67	24.24

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.

SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Debido a que no se detectan claramente diferencias entre los sistemas por el número de variables, se conjuntaron los datos en el cuadro 5.20, éstos se resumen para poder diferenciar los niveles de sensibilidad ecológica *adecuada* e *inadecuada*²³.

Cuadro 5.20 Sensibilidad ecológica adecuada e inadecuada de productores de los sistemas de producción comparados.

ASPECTO EVALUADO	SISTEMA PRODUCTIVO	SENSIBILIDAD ECOLÓGICA (%)	
		ADECUADA	INADECUADA
CUIDADO DE SUELOS	SPTrad	43.59	56.41
	SPTAgroind	40.91	59.09
APROVECHAMIENTO DE LLUVIAS	SPTrad	74.36	25.64
	SPTAgroind	59.09	40.91

²³ Para los fines de este trabajo, la *sensibilidad ecológica adecuada* es considerada aquella en la que la actitud de los productores es importante respecto al cuidado de los recursos naturales y muestra congruencia entre lo que piensan y lo que dicen que hacen (además de lo que se observó que en realidad hacen). La *sensibilidad ecológica inadecuada* en contraparte, implica ya sea una actitud poco importante respecto al cuidado de los recursos naturales, o bien, la incongruencia entre lo que opinan respecto al cuidado de recursos naturales y lo que dicen que hacen.

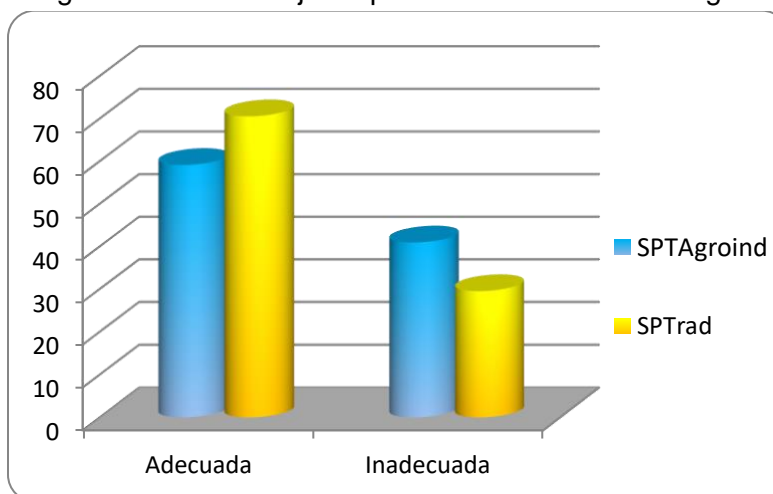
CUIDADO DE VARIEDADES DE MAÍZ	SPTRad	93.59	6.41
	SPTAgroind	77.27	22.73
TOTAL (PROMEDIO)	SPTRad	70.5	29.5
	SPTAgroind	59.1	40.9

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Podemos observar que en los tres aspectos evaluados, el SPTRad obtiene datos mayores que el SPTAgroind. Al promediar esos valores se tiene una diferencia de casi 11.5% a favor del SPTRad en *sensibilidad ecológica adecuada*. Con los valores promedio de ***sensibilidad ecológica adecuada*** se evaluó el indicador ***ética en el manejo de recursos naturales***.

En la figura 5.8, se nota que los productores del SPTRad tienen más alta sensibilidad *adecuada* que los del SPTAgroind.

Figura 5.8 Porcentaje respecto a sensibilidad ecológica.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

11. Adaptación a las políticas agrícolas gubernamentales

Para evaluarlo se consideró la opinión de los propios agricultores respecto a algunas políticas públicas de orden federal o estatal que identificaron y que son o han sido aplicadas a los ejidos y comunidades.

Básicamente los agricultores hacen referencia a programas sectoriales como Procampo, a las acciones generales del gobierno hacia el sector agrícola y a la extinta Conasupo. En este sentido se consideró como un punto coyuntural la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), momento en el que se implementaron diversos programas. Una de estas acciones fue la desaparición del “precio de garantía”, situación que gradualmente fue dando la pauta para la entrada de los precios internacionales de diversos productos como del maíz. Se les preguntó sobre los precios de garantía que existían cuando Conasupo regulaba los precios internos.

En el SPTrad, la mayoría de agricultores (42%) consideraron que *eran mejor los precios de garantía que ofrecía la extinta Conasupo que los que existen en el libre mercado*. Sin embargo, en este grupo, en la misma proporción consideraron que *las políticas gubernamentales sí les han beneficiado aunque sea poco* (42%) y se refirieron a Procampo (la mayoría) y a todos los programas gubernamentales que les llegan a sus comunidades, 29% opinaron que no les beneficia pero tampoco les perjudica la política gubernamental y el restante 29% consideraron que les son *perjudiciales*.

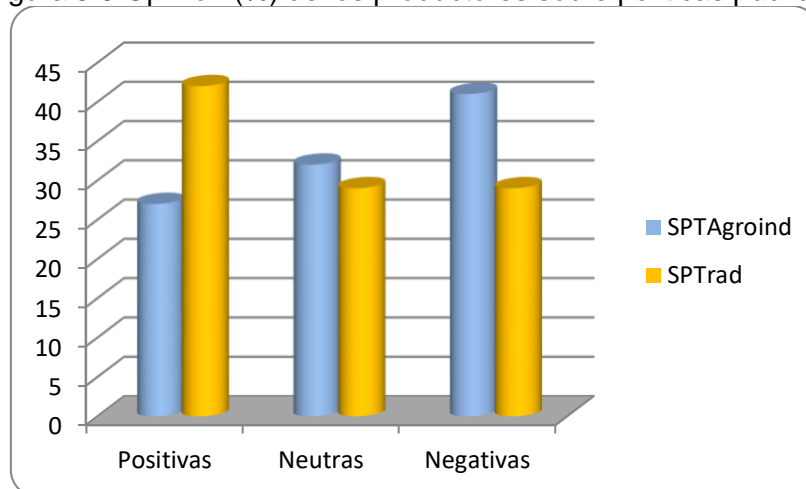
Por parte del SPTAgroind, la opinión de 59% de productores, fue que *las políticas gubernamentales eran mejor cuando existían los precios de garantía de Conasupo, debido a permanencia del precio*. De manera general, 27% de los productores consideraron que *las políticas públicas les han beneficiado poco*, 32% creen que *ni les perjudica ni les beneficia*, 41% *han sido perjudiciales*. Respecto al apoyo para la producción de maíz por parte del gobierno, 54% opinaron que *es malo porque no hay apoyo o cuando lo hay, éste llega extemporáneo*. Solamente 9% consideraron que el apoyo es bueno y se refirieron a Procampo.

En la figura 5.9 se observa la percepción que los productores tuvieron de las políticas públicas implementadas en los años más recientes hacia el campo mexicano. Como se puede observar, 42% de los productores del SPTrad consideraron que las políticas eran *buenas*, porque les han beneficiado de alguna manera, a diferencia de los del SPTAgroind, que solamente 27% tenían esa opinión.

La percepción es que son *negativas*, 41% de productores del SPTAgroind consideraba esto, 29% de los agricultores del SPTrad tenían la misma opinión.

La percepción de que las políticas públicas son negativas, implica una baja adaptación a estas condiciones y por el contrario, la apreciación de que esas mismas políticas son *positivas*, muestra una flexibilidad mayor; los datos que resultan para este rubro son: **71%** para el SPTrad y **59%** para el SPTAgroind.

Figura 5.9 Opinión (%) de los productores sobre políticas públicas.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

5.1.4.4 Atributo Equidad

La **equidad** es considerada como atributo de la sustentabilidad. Para Masera *et al.* (2000:22) es la capacidad del sistema para distribuir de manera justa, intra e intergeneracional los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales. Para Altieri y Nichols (2000:24), la equidad supone medir el grado de uniformidad con que son distribuidos los productos del agroecosistema entre los productores y consumidores locales. De acuerdo a estos últimos autores, la equidad es mucho más que ingresos adecuados, buena nutrición o tiempo suficiente para el esparcimiento, además de que varios aspectos de ésta son bastante difíciles de definir.

Para evaluar este atributo, se plantearon 4 indicadores, de los cuales dos son de la perspectiva social y dos de la económica (cuadro 5.21).

Cuadro 5.21 Indicadores planteados para evaluar el atributo Equidad.

ATRIBUTO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN
EQUIDAD	12. Nivel de seguridad alimentaria respecto al grano de maíz (S).	Cantidad producida/ cantidad consumida por año por familia (y ganado) / sistema.
	13. Distribución de la tierra (S).	Cantidad de tierra media (ha) / sistema.
	14. Distribución de maquinaria y equipo (E).	Cantidad de maquinaria y equipo por familia nuclear / sistema.
	15. Distribución del ingreso (agrícola por maíz) (E).	Índice de Gini.

Fuente: Elaboración propia

12. Nivel de seguridad alimentaria respecto al grano de maíz

El concepto de seguridad alimentaria se creó a mediados de los años 70's del siglo pasado cuando la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (CMA), la definió desde el punto de vista del suministro de alimentos. De acuerdo a la CMA (1996), "existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana."

Para el caso estudiado se refiere a la seguridad alimentaria respecto al grano del maíz, y no a todos los alimentos que requiere la familia. Para realizar la evaluación de este indicador se planteó lo siguiente:

Cantidad de grano producido/cantidad consumido por año por la familia y el ganado en el sistema

En este subindicador se consideraron datos de cada sistema productivo respecto a la cantidad de tortilla que se consume por persona (o por familia) durante una semana. Se estimó la cantidad de grano necesario para un año para el consumo humano. Se sumó la cantidad de grano que consume el ganado y se obtuvo el consumo total. En cuanto a la producción, se consideraron promedios por productor durante los ciclos 2009 y 2010 para obtener el dato de la producción anual y se

realizó el balance entre lo que se produce y lo que se consume en cada sistema productivo para estimar el volumen de consumo por familia.

En el SPTrad, el promedio de personas por UDC es de 6.55 (que viven y comen en el mismo espacio); en 89.7% de hogares elaboran sus tortillas, y en 10.3% no lo hacen. El dato para este sistema de producción indica que en total consumen 117.4 TM mientras que el consumo per cápita en este sistema productivo es de 229 kg/persona/año. El ganado en total consume aproximadamente 100 TM y la cantidad de grano de maíz que se produce es de 678.8 TM.

Respecto al SPTAgroind, el promedio de personas por hogar es de 7.3; en alrededor de 68% de hogares elaboran tortillas y en el resto las compran. En conjunto, en este sistema consumen 27.8 TM para alimentación humana, y el consumo per cápita es de 188 kg/persona/año. El ganado consume un total de 297.5 TM²⁴. En cuanto a la producción total, de acuerdo a la sumatoria de la producción individual de los integrantes de este grupo, es de 1,106 TM.

En el SPTrad, los datos son diferentes para los ciclos de cultivo, en el ciclo P-V 2009, 3.85% de agricultores eran deficitarios (requerían entre media y 2 toneladas anuales para completar sus requerimientos), mientras que más de 90% eran excedentarios (produjeron más de los que requirieron) y poco más de 5% eran autosuficientes (produjeron la cantidad que consumieron). Para el ciclo P-V 2010 hubo poco más de 6% de agricultores deficitarios, poco menos de 90% excedentarios y casi 6% de autosuficientes.

En el cuadro 5.22 se muestra el consumo total para cada sistema productivo. Para satisfacer las necesidades de la UDC (incluyendo el ganado), se requieren entre **4.0 a 35.0** TM/año (consumo ideal). Cuando la UDC produce menos de 4.0 TM/año, no se satisface la seguridad alimentaria. Al rebasar 35.0 TM/año se estará produciendo más del límite requerido para satisfacer la seguridad alimentaria.

²⁴ El cálculo en Toneladas Métricas (TM), se realizó de acuerdo al dato facilitado por los agricultores sobre la cantidad de grano de maíz que utilizan anualmente para sus animales.

Cuadro 5.22 Balance entre muestras de los sistemas productivos por rubros, expresado en Toneladas Métricas (TM).

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CONSUMO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	CONSUMO TOTAL	PRODUCCIÓN TOTAL	BALANCE
SPTRad	117.4	99.9	217.3	678.8	+461.5
SPTAgroind	27.8	297.8	325.6	1,106	+780.4

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011 y enero- febrero de 2012.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Los resultados son congruentes con los obtenidos a través de las entrevistas semiestructuradas realizadas entre enero y febrero de 2012, donde los productores percibieron que, *“en años normales, es muy raro que algún productor compre maíz, pues por el contrario, venden sus excedentes, y quienes sí compraron son los vecinos que no tienen tierras de cultivo”*²⁵.

Con estos datos se calculó el cociente en proporción al tamaño de cada grupo para la relación producción/consumo. De esa manera se determinó el nivel de seguridad alimentaria respecto al grano de maíz.

Cuadro 5.23 Balance entre producción y consumo ideal.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	RANGO DE CONSUMO/ UDC (IDEAL)	PRODUCCIÓN TOTAL	PRODUCCIÓN POR UDC	RELACIÓN PRODUCCIÓN/ RANGO DE CONSUMO
SPTRad	4-35 (1-8.7)	678.8	8.7	2.2:1
SPTAgroind	4-35 (1-8.7)	1,106	50.3	12.6:1

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011 y enero- febrero de 2012.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

13. Distribución de la tierra

Se consideró la cantidad de superficie en hectáreas por cada uno de los sistemas comparados. Cabe mencionar que en el SPTAgroind los datos tuvieron ligeras variaciones entre los ciclos referidos, debido a que algunos productores de este

²⁵ Sr. José Felipe Flores Juárez, comisariado ejidal de Cuauhtémoc. 3 de marzo de 2012.

sistema siembran terrenos *a medias, al tercio* o bien *rentan* cada año de forma variable.

Tamaño del SPT_{Trad}: El tamaño de las parcelas productivas en este grupo, varía desde 1.0 hasta 11.0 ha, con una media de 4.1 ha y se mantiene constante en los ciclos P-V/2009 y P-V/2010. 31% de campesinos de este sistema, cuentan con menos de 3.0 ha, alrededor de 60% tienen entre 3.0 y 6.0 ha, y el resto poseen más de 6.0 ha. Los productores clasificados en este sistema no siembran la totalidad de sus terrenos cultivables de maíz; la superficie destinada para maíz, varió de 0.5 hasta 8.0 ha, con un promedio de 3.3 ha por productor (en términos relativos, siembran de maíz entre un 50 y 80% de su unidad de producción, con excepciones en que siembran la totalidad).

Tamaño del SPT_{Agroind}: La cantidad de superficie que sembraron los productores durante los ciclos P-V/2009 y P-V/2010, varió de 5.5 hasta 270.0 ha por productor. Sin embargo, existe un productor que está bastante retirado del conglomerado de los otros 21, por lo que se optó no incluirlo en el cálculo. Al haber realizado lo anterior, se prefirió considerar la media, cuyo valor es de 14.9 ha de los dos ciclos estudiados.

Al igual que en el otro sistema productivo, el área no es destinada en su totalidad para el cultivo del maíz, en algunos casos también se cultivaron granos y forrajes como trigo, avena y cebada entre otros. La superficie destinada para maíz es de 11.4 ha por productor. En el cuadro 5.24 se muestran los promedios de superficie por productor, y la destinada para la producción de maíz. El dato de **superficie promedio por productor** es tomado para la valoración del indicador **distribución de la cantidad de tierra**, debido a que es con lo que disponen para la producción agrícola.

Cuadro 5.24 Superficie promedio (ha) destinada al cultivo de maíz y superficie promedio (ha) disponible por productor .

CARACTERÍSTICA	SPT _{Trad}	SPT _{Agroind}
SUPERFICIE PROMEDIO SEMBRADA DE MAÍZ (ha)	3.3	11.4

SUPERFICIE PROMEDIO POR PRODUCTOR (ha)	4.1	15
--	-----	----

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- Julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

14. Distribución de maquinaria y equipo

En el estado de Tlaxcala, para el año 2007 existían 70,493 unidades de producción. De acuerdo al INEGI (2007), alrededor de 37.2% son trabajadas en su totalidad con maquinaria. La diferencia (62.8%), se trabajan con yunta, o bien de manera mixta (yunta y maquinaria) y en menor proporción solo con herramientas manuales. En el municipio de Huamantla, el uso de maquinaria agrícola es mayor que la media estatal; de las 4,578 unidades de producción, 46% usan maquinaria, 25% yunta, 27% yunta y maquinaria, y solo 1% utilizan herramientas manuales para el manejo de su unidad de producción (INEGI, 2007).

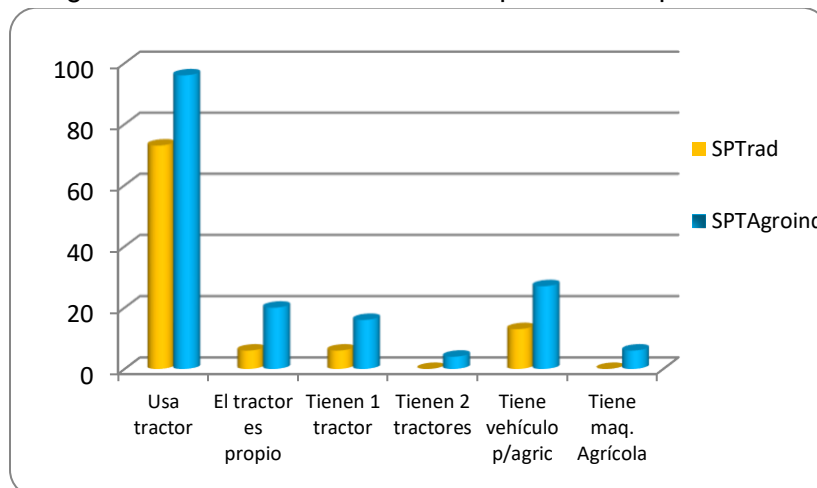
En la zona de estudio, los resultados nos muestran que el grupo de productores del SPTAgroind, por tener más posibilidades económicas, tienen mayor acceso a la maquinaria y equipo. El 96% de agricultores afirmaron que utilizaron tractor para la mayoría de actividades agrícolas y 20 % mencionaron que el tractor que utilizaron fue de su propiedad. Además, 16% de productores tuvieron un tractor y 4% dos tractores.

Respecto a vehículos como camionetas, camiones y tráileres que usaron para la agricultura, 27% contaron con al menos uno de ellos. Los vehículos modelo 1970 hasta modelos recientes; en la mitad de los casos, con capacidad de media tonelada hasta 2.0 toneladas, y la otra mitad de 3.0 o más toneladas. 6% de productores también tuvieron otro tipo de maquinaria agrícola, como combinadas, molinos de martillos, etc. Aproximadamente una cuarta parte dispusieron de maquinaria, con la posibilidad de rentarla a sus vecinos (figura 5.10), (INEGI, 2005).

Por otra parte, en el sistema de producción tradicional (SPTRad), 73% de agricultores utilizaron tractor para algunas actividades agrícolas. Sin embargo, solo 6% de ellos tuvieron tractor propio, por lo regular modelos muy atrasados. Porcentaje similar tuvieron un tractor. Respecto a vehículos para la agricultura, poco

más de 10% afirmó contar con éstos. No obstante, los vehículos con los que contaron fueron modelos 1960 hasta 2003 y alrededor de tres cuartas partes de poca capacidad (desde media hasta tres toneladas). Ningún productor dispuso de otras maquinarias complementarias como se muestra en la figura 5.10, (INEGI, 2005).

Figura 5.10 Nivel de mecanización por sistema productivo.



Fuente: Elaboración propia con datos del censo INEGI, 2005

Si consideramos que el uso de maquinaria es más agresivo al ambiente, se podría afirmar que el sistema tradicional está en la tendencia de conservar los recursos. Habría que valorar este aspecto en función de costos, oportunidad de labores agrícolas y disponibilidad de mano de obra, entre otros factores, no considerados en este trabajo.

Considerando que en el SPTRad tienen 18 tractores y siembran 290.125 ha, el coeficiente de tractores es de **0.062** (dividiendo el número de tractores entre la superficie que poseen). En el SPTAgroind, tienen 32 tractores y siembran 478.5 ha, resulta el coeficiente de **0.067**. Estos datos se utilizaron en la medición del indicador ***distribución de maquinaria y equipo***.

15. Distribución del ingreso (agrícola por maíz)

Para estimar la distribución del ingreso se utilizó el índice de Gini (IG), referente de la distribución de ingresos económicos en una población, que adquiere valores entre

cero y uno. Cuando el valor del IG se aproxima a cero nos indica la existencia de una distribución más equitativa. Por el contrario, cuando el valor se aproxima a uno, nos indica una distribución concentrada en pocos individuos. El valor uno, sería el escenario extremo, que indica una perfecta desigualdad en la distribución de ingresos (González, 2009).

Para realizar el cálculo del Índice de Gini, se consideró la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Fi - Yi)}{\sum fi}$$

Donde:

Fi = frecuencias relativas acumuladas de la población. En este caso de las muestras en cada sistema

Yi= ingreso relativo acumulado de las muestras en cada sistema

fi=frecuencias relativas de la muestra

Se realizaron cálculos para cada sistema de producción, considerando los ingresos por productor y por hectárea y se obtuvieron los resultados (IG SPT_{Trad}=0.16; IG SPT_{Agroind}= 0.10).

Este indicador fue estimado considerando ingresos por unidad de superficie para dar uniformidad. Estos valores son pequeños y no representan la desigualdad entre niveles de ingreso. Se realizó el mismo ejercicio con los ingresos brutos totales derivados de la producción de maíz para cada uno de los productores, para toda la superficie sembrada durante los dos ciclos estudiados (P/V-2009 y P/V- 2010). Los resultados mostraron mayor nivel de concentración:

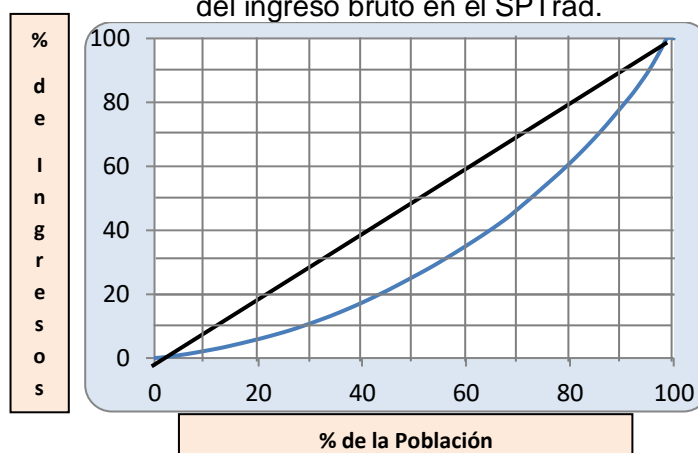
$$IG_{SPT_{Trad}} = \mathbf{0.3340}$$

$$IG_{SPT_{Agroind}} = \mathbf{0.2862}$$

En ambos sistemas de producción se incrementa la desigualdad en la distribución de ingresos por el concepto de la producción de maíz comparado con el dato obtenido a nivel de una hectárea por productor. Sin embargo, el incremento

es proporcionalmente mayor en el SPTAgroind (casi el triple), mientras en el SPTrad es poco mayor del doble. No obstante, sigue siendo ligeramente mayor la inequidad en este segundo grupo de productores. En el caso del SPTrad, 80% de la población obtiene 60% del ingreso como se observa en la figura 5.11.

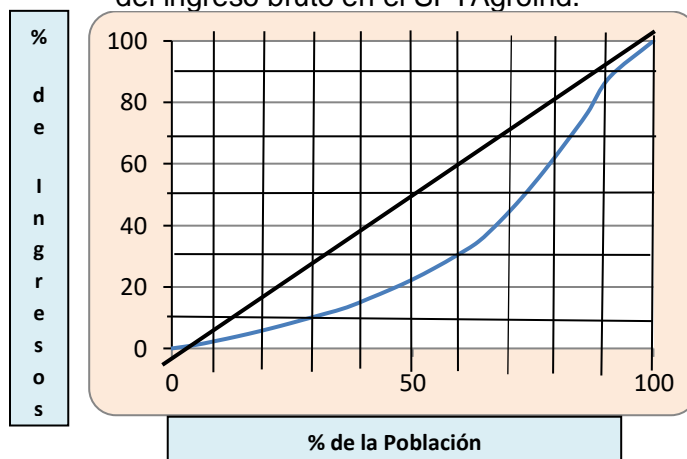
Figura 5.11 Curva de Lorenz para la distribución del ingreso bruto en el SPTrad.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78)

Mientras tanto en el SPTAgroind, el resultado nos indica que, alrededor de 80% de la población obtiene casi 65% del ingreso (figura 5.12).

Figura 5.12 Curva de Lorenz para la distribución del ingreso bruto en el SPTAgroind.



Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTAgroind (n=22)

5.1.4.5 Atributo Autodependencia (Autogestión)

Masera *et al.* (2000:22), mencionan que el término tiene dos vertientes, de manera que para aspectos sociales se emplea el de *autogestión*. La autodependencia es considerada como la capacidad del sistema para regular y controlar sus interacciones con el exterior, incluidos los procesos de organización y mecanismos del sistema socio ambiental.

En términos sociales, para Ichak Adizes (1977:26), la autogestión es la participación de todos los integrantes en una organización o comunidad tanto en la propiedad como en el control de su misma organización; por lo tanto, la autogestión es una transformación radical, democrática por parte de la comunidad base en la que los involucrados toman el desarrollo en sus propias manos. Para este trabajo, dentro de este atributo se contemplaron tres indicadores (uno de cada ámbito), como se observa en el cuadro 5.25.

Cuadro 5.25 Indicadores del atributo Autodependencia (autogestión)

ATRIBUTO	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN
AUTODEPENDENCIA (AUTOGESTIÓN)	16. Migración (S).	a). No. de familiares (familia nuclear) que han migrado.
	17. ingresos en la UDC (E).	a). Proporción de ingresos que aportan los oficios a la UDC. b). Proporción de ingresos que aporta la producción de maíz a la UDC.
	18. Dependencia de insumos externos (A).	a). Dependencia de semillas, fertilizantes, herbicidas, que aplica el productor/ ha. b). Dependencia de maquinaria y equipo.

Fuente: Elaboración propia.

16. Migración

Para abordar el tema de migración, existen enfoques basados en la parte económica o en la parte social (Vázquez en Jiménez *et al.*, 2008:142). En el caso de este trabajo, se consideraron aspectos económicos y sociales. Vázquez (2008), clasificó los municipios del estado de Tlaxcala por grado de intensidad migratoria internacional; Hueyotlipan es considerado el municipio con más alto grado de migración, mientras que Huamantla es considerado como de una intensidad migratoria muy baja (Zapata y Suarez en Jiménez *et al.*, 2008:337-339).

Los migrantes internacionales del municipio Huamantla, prefieren destinos de los Estados Unidos de Norteamérica en los estados de California, Indiana y New York, entre otros (Vázquez en Jiménez *et al.*, 2008:146-147). Además, para la región oriente de Tlaxcala, las remesas que estos migrantes envían, no se destinan para inversión productiva agrícola en proporciones importantes.

Respecto al proceso migratorio en la entidad, de acuerdo a INEGI (2010) la inmigración para el año 2005 en Tlaxcala fue de 3.7 y la emigración del -2.5, por lo tanto, el saldo migratorio fue de 1.2 a nivel estatal. Esto implica que al estado llegan más personas de otras entidades federativas que las que se salen.

16a). Número de familiares (familia nuclear) que han migrado

Para evaluar este subindicador, se generó información primaria para tener datos de cada sistema respecto al número de familiares directos que han migrado (hijos, hermanos, cónyuge o el titular de la parcela). Para el SPTrad, 22 productores tuvieron algún familiar que migró ya sea a otro estado del país (migración nacional) o hacia otro país (migración internacional). Mientras en el SPTAgroind, 8 productores señalaron haber tenido algún familiar que migró. Estos datos se resumen en el cuadro 5.26.

Cuadro 5.26 Comparación de familiares migrantes de acuerdo a los sistemas productivos.

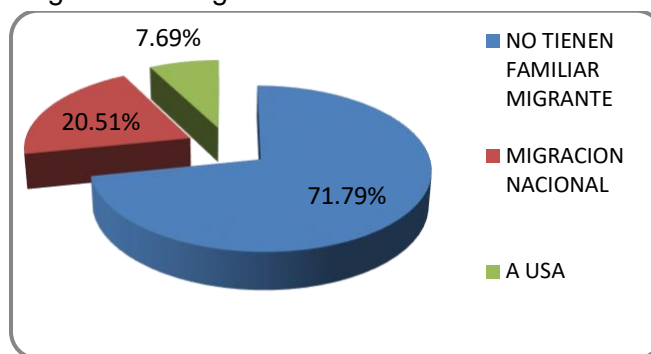
SISTEMA PRODUCTIVO	PROPORCIÓN	PORCENTAJE
SPTrad	22	28.2
SPTAgroind	8	36.4

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Causas y lugares

Respecto a las causas de la migración en el SPTrad, de 22 productores que tienen familiares migrantes siete consideraron que sus familiares migraron *por falta de trabajo*, y 15 *por falta de oportunidades para estudiar*. La migración a los Estados Unidos de América es mayor en el SPTrad que en el SPTAgroind (figuras 5.13 y 5.14), a pesar de que hay más migrantes de este último.

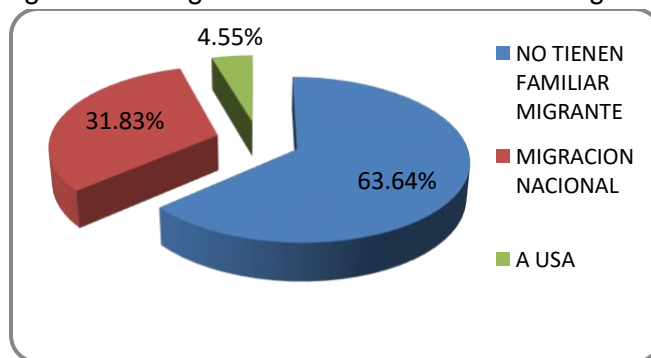
Figura 5.13 Migración de familiares del SPTrad.



Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad (n=78)

En el SPTAgroind, de los ocho productores que tienen familiares migrantes, cuatro mencionaron que migraron *por falta de trabajo*, y los otros cuatro *por falta de oportunidades para estudiar*. Los lugares donde migraron los familiares de los productores son básicamente estados de la República Mexicana (migración nacional) y una minoría a los Estados Unidos de América (migración internacional) (figura 5.14).

Figura 5.14 Migración de familiares del SPTAgroind.



Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTAgroind (n=22)

En el cuadro 5.27 se comparan los dos sistemas productivos respecto a la migración de familiares de los productores entrevistados, y los destinos de los migrantes (migración nacional e internacional).

Para evaluar este indicador se consideró el dato de *productores sin familiares migrantes*, debido a que el ideal es que existe poca emigración en el agroecosistema.

Cuadro 5.27 Proporción de migrantes (%), de acuerdo a los sistemas productivos.

SISTEMA PRODUCTIVO	MIGRACIÓN NACIONAL	MIGRACIÓN INTERNACIONAL	SIN FAMILIARES MIGRANTES
SPTRad	20.5	7.7	71.8
SPTAgroind	31.8	4.6	63.6

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

17. Ingresos en la unidad doméstica campesina (UDC)

Para este indicador se plantearon dos subindicadores (*proporción de ingresos que aportan los oficios a la UDC y proporción de ingresos que aporta la producción de maíz a la UDC*). A continuación se describe la forma de evaluación de estos:

17a). Proporción de ingresos que aportan los oficios a la UDC

Los productores complementan sus ingresos con numerosas actividades, entre otras los diversos oficios que desempeñan en diferentes lugares. A la pregunta *¿Sus ingresos principales dependen de actividades agropecuarias?*, en el SPTRad 93.9% de productores contestaron afirmativamente, mientras que del SPTAgroind 93.7% también contestó de manera positiva.

Sin embargo, cuando se les preguntó a los agricultores si tiene ingresos económicos de otra actividad, en el SPTRad 22.2% lo afirmó, en orden de importancia: 21.4% contestaron que se desempeñaron como comerciantes; la misma proporción ayudantes en minas, 16% albañiles, el resto ya eran jubilados, obreros, choferes, etc., 3.6% mencionaron ser profesionistas (veterinarios y profesores).

De los integrantes del SPTAgroind, 15% afirmó que tenían ingresos económicos de otras fuentes. De ellos, 55% del comercio, y el resto jubilados y/o no especificaron la actividad a la que se dedicaban. Esta información indica que los productores se emplearon en actividades agropecuarias a diferencia del SPTRad, debido al tamaño de las superficies, y los niveles de capitalización. Al contrario,

quienes tienen menos tierra y menos recursos (sistema tradicional), tienen que complementar su ingreso con actividades fuera de la finca (cuadro 5.28).

Cuadro 5.28 Porcentajes de ingresos de los productores en los dos sistemas productivos.

SISTEMA PRODUCTIVO	TIENEN OTRAS FUENTES DE INGRESOS	OFICIOS	RANGO DE INGRESOS QUE APORTA OFICIO (%)			
			5-25	25-50	51-75	76-100
SPTRad	22.2%	Comerciantes, ayudantes en minas, albañiles, jubilados, choferes,	1.8	46.4	17.8	34.0
SPTAgroind	15.0%	Comerciantes, jubilados	9.1	63.6	4.6	22.7

Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.

SPTAgroind (n=22), SPTRad (n=78)

17b). Proporción de ingresos que aporta la producción de maíz a la UDC

Con base en los datos del cuadro 5.28, 77.8% de productores del SPTRad, dependieron de actividades agropecuarias. Si se contrastan estos datos con los del INEGI (2005), 8% del total de productores de este sistema, vendieron ese año entre 7.0 y 40 toneladas de maíz, 30% vendieron entre 200 kg y 4.0 toneladas, lo cual implica que con esos ingresos no se pueden satisfacer las necesidades de la familia durante un año e invertir para el siguiente ciclo de cultivo.

Aunque en el SPTAgroind 85% dependieron de actividades agropecuarias, 21% vendieron entre 7.0 y 70.0 toneladas de este grano de acuerdo al INEGI (2005), el resto lo destinaron para alimento del ganado, ya que 72% tienen ganado: bovinos, ovinos, cerdos o caprinos. Igualmente otros cultivos como trigo, cebada, avena, alfalfa, etc., complementan la alimentación del ganado y no solo dependen de maíz para ese propósito.

En el cuadro 5.29 se muestran los datos de los dos subindicadores evaluados, se aplica la valoración multicriterio y se calcula el valor total para el indicador.

Cuadro 5.29 Valores respecto a los ingresos en la UDC utilizando resultados de subindicadores y valores multicriterio.

SUBINDICADOR		SISTEMA DE PRODUCCIÓN	
		SPTRad	SPTAgroind
	VALOR	22.2	15.0

INGRESOS QUE APORTAN OFICIOS A UDC (41.5%) ²⁶	% CON MULTICRITERIO	9.13	6.23
INGRESOS QUE APORTA MAÍZ A UDC (58.5%)	VALOR	8.0	21.0
	% CON MULTICRITERIO	4.7	12.3
TOTAL (%)		13.8	18.5

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTtrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

18. Dependencia de insumos externos

De acuerdo a Gliessman (2002:9), la agricultura industrial ha tenido logros considerables en la producción agrícola, gracias a la dependencia y al incremento en el uso de insumos externos como fertilizantes, plaguicidas y energéticos fósiles para el manejo de máquinas y equipos, pero también por la utilización de semillas híbridas. El uso prolongado de prácticas agroindustriales, implica la dependencia paulatina de insumos externos, lo que conlleva a monocultivos, disminución de materiales orgánicos, compactación y agotamiento de suelos, contaminación de agua, pérdida de agrobiodiversidad, entre otros perjuicios (Rosset, 1997).

Por lo tanto, ese tipo de agricultura no puede ser sostenible, debido a que se hace uso ilimitado de recursos naturales como los energéticos fósiles que son no renovables. Debido a que se emplean cada vez más agro tóxicos, los cultivos se hacen más vulnerables frente a las plagas y enfermedades (Gliessman, 2002:204).

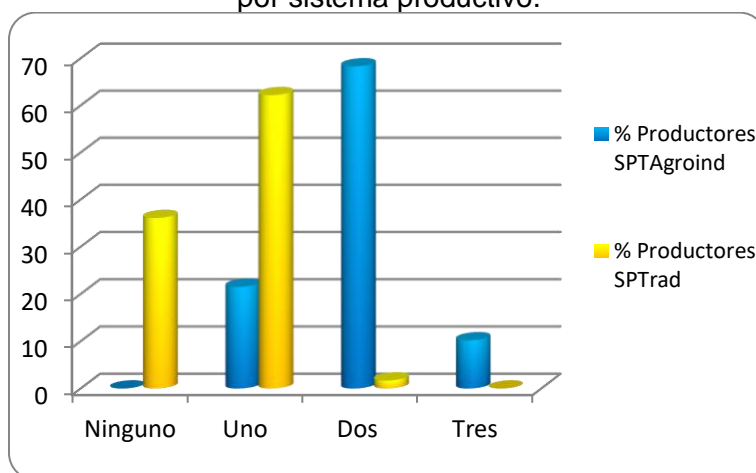
18a).- Dependencia externa de semillas, fertilizantes, herbicidas /ha.

En este subindicador se consideró la dependencia del grupo de productores de cada sistema productivo respecto a los insumos semillas “mejoradas”, fertilizantes y herbicidas. Pero no solamente es el gasto económico que esto implica para ellos, también en el caso particular de las semillas de maíz, no hay la libertad de tener y producir las variedades que ellos requieren en base a sus gustos alimenticios (figura 5.15).

²⁶ En este subindicador, los datos son inversos es conveniente que el productor se dedique menos a oficios y más a la producción agrícola en un escenario ideal de sustentabilidad.

En la figura 5.15, se observa que el grupo SPTAgroind no tuvo ningún productor en el rubro *ningún insumo*, mientras que del SPTrad tuvieron alrededor de 36%. En *dos y tres insumos* se invirtió la situación, para *dos insumos* en el SPTAgroind se ubicó 68.3%, para el SPTrad 1.7% de productores que dependieron de insumos. Los productores del SPTAgroind dependieron más de insumos externos que los del SPTrad.

Figura 5.15 Comparación de la dependencia de insumos por sistema productivo.



Fuente: Elaboración propia con datos del censo INEGI, 2005

De acuerdo a los datos obtenidos, el **64%** de productores del SPTrad dependieron de insumos (uno y dos) y del SPTAgroind **100%** dependieron de uno, dos o tres insumos.

18b).- Dependencia de maquinaria y equipo

La dependencia de maquinaria y equipo de acuerdo a datos reportados en el censo INEGI 2005, se complementaron con los recabados en campo. Para hacer este cálculo se consideraron 11 actividades desde la preparación del suelo hasta el empacado del zacate, (cuadro 5.30). Como se puede observar, con excepción del surcado en los 10 datos los valores son mayores para el SPTAgroind.

Cuadro 5.30 Porcentaje de dependencia de maquinaria en diversas actividades en los dos sistemas productivos.

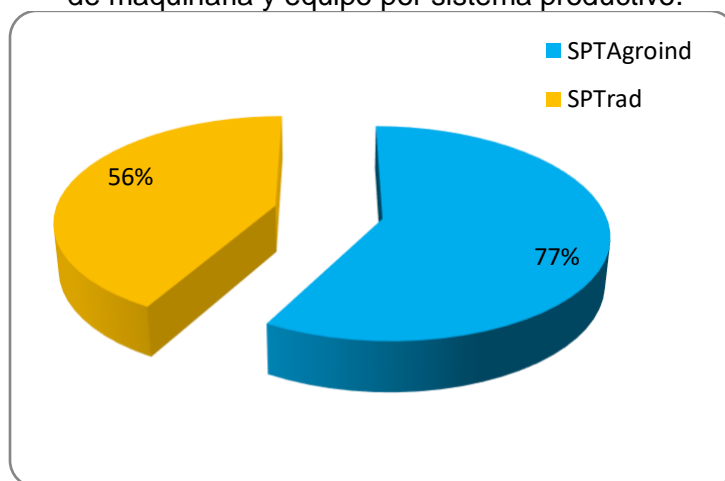
SISTEMA PRODUCTIVO	RASTREO	BARBECHO	SURCADO	SIEMBRA	FUMIGADO	ESCARDA	SEGUNDA	SEGADO	TRILLA	DESGRANE	EMPACADO	PROMEDIO
SPTRad	91	69	66.7	88.9	1.3	57.7	59	23	7.7	59	89.7	56
SPTAgroind	100	100	45.5	90.9	4.5	86.4	77.3	54.5	100	95.5	95.5	77

Fuente: INEGI, 2005; datos de campo febrero- julio 2011.

SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22)

Respecto a maquinaria y equipo, es más dependiente el SPTAgroind que el SPTRad con una diferencia de 21.5% como se muestra en la figura 5.16. En el SPTRad aún se utiliza yunta, y muchas actividades se realizan de forma manual o con herramientas más rudimentarias.

Figura 5.16 Comparación de la dependencia de maquinaria y equipo por sistema productivo.



Fuente: INEGI, 2005; Datos de campo febrero- julio 2011.

En el cuadro 5.31 se conjuntan los valores obtenidos para los dos subindicadores con los que se valoró el indicador. Cabe mencionar que en este caso, entre más alto es el valor implica que es menos adecuado, lo cual se considera de manera inversa al momento de graficar en la AMOEBA.

Cuadro 5.31 Evaluación de la dependencia de insumos externos empleando valores multicriterio.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	DEPENDENCIA DE SEMILLAS Y AGROQUÍMICOS (60%)		DEPENDENCIA DE MAQUINARIA Y EQUIPO (40%)		PROMEDIO CALCULADO MULTICRITERIO (%)
	VALOR	% CON MULTICRITERIO	VALOR	% CON MULTICRITERIO	
SPTtrad	64 ²⁷	38.4	56	22.4	60.8
SPTAgroind	100	60	77	30.8	90.8

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTtrad (n=78) SPTAgroind (n=22)

5.1.5 Presentación e integración de resultados (Paso 5)

Se considera clave porque se pasa de la valoración de indicadores, a la síntesis de información, lo cual es un desafío debido a que no existe un método muy claro previamente establecido y consensado para esta actividad (Masera *et al.*, 1999:67-68). De acuerdo a los mismos autores, en este paso se enfrenta a seis retos generales:

“(a) criterios de decisión imprecisos; (b) datos mixtos; (c) datos no conmensurables; (d) interrelación entre los atributos e indicadores de sustentabilidad; (e) dificultad en discriminar entre indicadores cercanos, y (f) dificultad para realizar una jerarquización u ordenamiento de las diferentes opciones. Operativamente, para poder integrar y sintetizar adecuadamente la información obtenida con el monitoreo de indicadores, es conveniente cubrir cinco aspectos:

- 1. Conjuntar los resultados obtenidos por indicador y sistema en una sola tabla o matriz, utilizando las unidades originales de cada indicador.*
- 2. Determinar **umbrales** o valores de referencia para cada indicador.*

²⁷ Este valor es resultado de la diferencia de 100% menos 64% de productores que son dependientes de semillas y agroquímicos.

3. Construir índices por indicador a partir de los valores de referencia o umbrales. Estos índices pueden partir de información de base tanto cualitativa (por ejemplo, alto, medio o bajo) como cuantitativa.

4. Presentar los resultados de manera conjunta, ya sea en forma de gráficas (ameba) o tablas, utilizando técnicas de análisis multicriterio.

5. Examinar las relaciones -incluyendo los efectos de retroalimentación positivos o negativos- entre indicadores”.

En esta etapa se plantearon los valores óptimos para cada indicador, considerados como el nivel ideal de sustentabilidad, soportados en lo posible con argumentos teóricos. Generar los óptimos es una actividad compleja, por la escasez de información que existe particularmente para algunos indicadores.

Una vez que se generó el óptimo, se propusieron valores numéricos que se tomaron como referencia en los sistemas de producción para calcular sus valores. El óptimo formulado en todos los casos se consideró con valor de 100%, en base a éste y acorde a los resultados de evaluación de cada indicador se ponderaron los datos para los sistemas de producción.

De acuerdo a lo anterior, se procedió a conjuntar datos de los sistemas comparados, este ejercicio se realizó a manera de síntesis de los 18 indicadores en una tabla (Cuadro 5.32).

De igual manera se consideraron los valores óptimos de acuerdo a diversos criterios y experiencias como se menciona en el mismo cuadro o en las notas de pie de página. Se utilizaron técnicas cuantitativas resultado de análisis multivariado, en la que se construyeron índices para cada indicador como lo mencionan Masera *et al.* (1999:71-74), de tal forma que se pudiesen estandarizar escalas para posteriormente graficar estos datos.

Cuadro 5.32 Vínculo entre atributos, indicadores, criterios y valores óptimos.

ATRIBUTOS	INDICADORES	CRITERIO PARA EL ÓPTIMO	VALOR ÓPTIMO (100%)	VALOR ACTUAL CALCULADO	
				SPT _{Trad} (de referencia)	SPT _{Agroind} (alternativo)
1) PRODUCTIVIDAD	1. Cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate).	Rendimiento medio en los últimos 2 años ²⁸ (María e INIFAP, 2009).	8,938 Kg ha ⁻¹ (100)	5,725.4 Kg ha ⁻¹ (64%)	6,331.3 Kg ha ⁻¹ (70%)
	2. Relación beneficio /costo.	Que no haya pérdida económica en el proceso de producción ²⁹ .	1:1.0 (100)	1:0.9421 (94.2%)	1:1.0681 (100%)
	3. Cantidad de energía fósil/ producto.	Promedio de la eficiencia en el uso de energéticos fósiles para la producción de biomasa seca en ambos sistemas estudiados ³⁰ .	≥2.195 kg/MJ (100%)	2.49 kg/MJ (100%)	1.90 kg/MJ (86.6%)
2) ESTABILIDAD, RESILIENCIA, CONFIABILIDAD	4. Agro biodiversidad.	Máximo posible de productores con 2 ó más especies de cultivos (Gliessman, 2002), y 2 ó más variedades de maíz criollo.	100% (100)	64.7 (64.7%)	78.2 (78.2%)
	5. Algunas prácticas de conservación de los recursos naturales.	Que la totalidad de productores realicen las 4 prácticas más importantes de conservación de recursos naturales.	100% (100)	47 (47%)	48 (48%)
3) ADAPTABILIDAD	6. Nuevas prácticas de manejo del cultivo	Valor máximo posible de adoptantes de nuevas prácticas de manejo según Rogers (1995) ³¹ .	50% (100)	2.6 (5.2%)	13.6 (27.2%)
	7. Capacitación técnica e intercambio de experiencias.	Valor máximo posible de productores capacitados con aprendizajes prácticos.	100 % (100)	2.8 (2.8%)	6.3 (6.3%)
	8. Balance de oferta y demanda de grano en la zona/ sistema.	Relación entre oferta demanda (O/D) por sistema productivo ³² .	1:1 (100)	1:2.8 (100%)	1:4.5 (100%)
	9. Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales.	Mayor proporción de productores que emplean 6 prácticas tradicionales y las transmiten a sus hijos.	100% (100)	68.4 (68.4%)	39.1 (39.1%)
	10. Ética en el manejo de recursos naturales.	La mayor proporción de productores con una sensibilidad ecológica positiva	100% (100)	70.5 (70.5%)	59.1 (59.1%)

²⁸ Para obtener el dato concreto, se consideró que en la zona, una planta con mazorca pesa 162.5 gr, y el óptimo es de 55 mil plantas/ ha. Datos del informe de experimento con maíz del Dr. Andrés María Ramírez INIFAP (2009).

²⁹ Considerando que la relación beneficio/costo sea 1:1 donde se consideren gastos de insumos, trabajo invertido sea familiar o contratado, maquinaria y equipo incluso costo de renta de la tierra. Si bien el óptimo no indica ganancia en el sistema de producción, tampoco indica pérdida y sí considera la generación de empleo.

³⁰ Debido a la escasez de información al respecto (en la zona de estudio o en el estado de Tlaxcala), se consideraron los datos generados para ambos sistemas sumados y promediados.

³¹ De acuerdo a Rogers (1995), existe un modelo teórico sobre la difusión de innovaciones, en la que considera que 2.5% de sujetos son innovadores; 13.5% son de los primeros seguidores; 34% son mayoría precoz; 34% son de mayoría tardía y 16% son rezagados. De estos, los tres primeros grupos son los que adoptan tecnologías en un periodo corto, y suman un total de 50%. Se considera este porcentaje debido a que el estudio es transversal y considera datos de los ciclos 2009 y 2010.

³² Si el factor entre oferta y demanda es igual a 1 (O/D=1), esto nos indica que el sistema es autosuficiente respecto a la producción de maíz versus su consumo. En caso de ser mayor que 1, indica que se generan excedentes de producción de grano, lo cual es más adecuado. Sin embargo, considerando área óptima (10 ha) y rendimiento óptimo derivado de datos del Dr. Andrés María Ramírez (en INIFAP, 2009), calculando 3.5 ton/ha, implican 35 ton de grano/ UDC. Entonces, el óptimo tendrá un rango de O/D ≥ 1 ≤ 8.75).

		y congruente en cada sistema de producción.			
	11. Adaptación a las políticas agrícolas dirigidas al cultivo del maíz.	Proporción de la capacidad de productores del sistema para adaptarse a cualquier política pública.	100% (100)	71 (71%)	59 (59%)
4) EQUIDAD	12. Nivel de seguridad alimentaria respecto a maíz.	Relación de cantidad producida/cantidad consumida de grano (para humanos y ganado) ³³ por sistema.	1:1 a 8.7:1 (100)	2.2:1 (100%)	12.5:1 ³⁴ (58%)
	13. Distribución de la tierra.	Cantidad total de tierra en ha, que permita la producción para autoconsumo y excedentes ³⁵ .	10 ha (100)	4.1 ha (41%)	15 ha (50%)
	14. Distribución de maquinaria y equipo.	1 tractor para trabajar 20 ha ³⁶ (Hernández, 2011 ³⁷).	F =0.05 (100)	0.062 (76%)	0.067 (66%)
	15. Distribución del ingreso (agrícola por maíz).	Índice de Gini (baja concentración de la riqueza) ³⁸ .	IG=0 (100)	IG=0.3340 (67)	IG=0.2862 (71)
5) AUTOGESTIÓN (AUTO-DEPENDENCIA)	16. Migración	97.5% sin emigración, considerando la tasa 2.5% de emigración en Tlaxcala (INEGI, 2010).	97.5% (100)	71.8% (72.8%)	63.6% (65.2%)
	17. ingresos en la UDC	Mayores ingresos posibles por venta de maíz ³⁹ .	100% (100)	13.8% (8%)	18.5% (21%)
	18. Dependencia de insumos externos	Proporción de dependencia de insumos externos (Velasco, 2010) ⁴⁰ .	30% (100)	60.8 % (56%)	90.8 % (13.1%)

**Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTRad (n=78) SPTAgroind (n=22).**

³³ El óptimo está expresado en TM/año, es resultado de multiplicar los datos sobre el tamaño de la UDC y el consumo per cápita de maíz, sumado a la cantidad de requerimiento para el ganado por UDC (INEGI, 2007). El rango mínimo es de 4 TM por la razón expuesta, y el máximo, en el mismo escenario de que la cantidad de tierra óptima es de 10 ha/UDC, y acorde a rendimiento óptimo (María en INIFAP, 2009), es de 35 TM. Para el SPTRad, el rango es de 312 a 2730 TM/año y en el SPTAgroind de 88 a 770 TM/año en proporción a los productores de cada sistema.

³⁴ El valor de la proporción es mayor al rango sugerido (óptimo) y equivale a 142%. La diferencia después del 100% se toma como regresiva, quedando para éste caso de 58%.

³⁵ Se consideraron 10 ha como óptimo, debido a que es el rango del tamaño de los ejidos. Además, con esa cantidad de tierra en la zona, y con los rendimientos de 3.5 TM/ha, se pueden producir 8.7 veces lo que requiere la UDC, además se pueden diversificar cultivos.

³⁶ De acuerdo a entrevistas realizadas a tractoristas de la zona de estudio, esta es una cantidad adecuada, contemplando que la mayoría depende del temporal. El factor (F) calculado, es resultado de la división de un tractor entre 20 ha, por lo tanto, si F es > a 0.05 hay más tractores que 1 para 20 ha, por el contrario si F < 0.05 nos indica que hay menos tractores de los requeridos en un escenario óptimo

³⁷ Tractorista de la comunidad Cuauhtémoc, municipio Huamantla, Tlaxcala. Entrevistado el mes de junio de 2012.

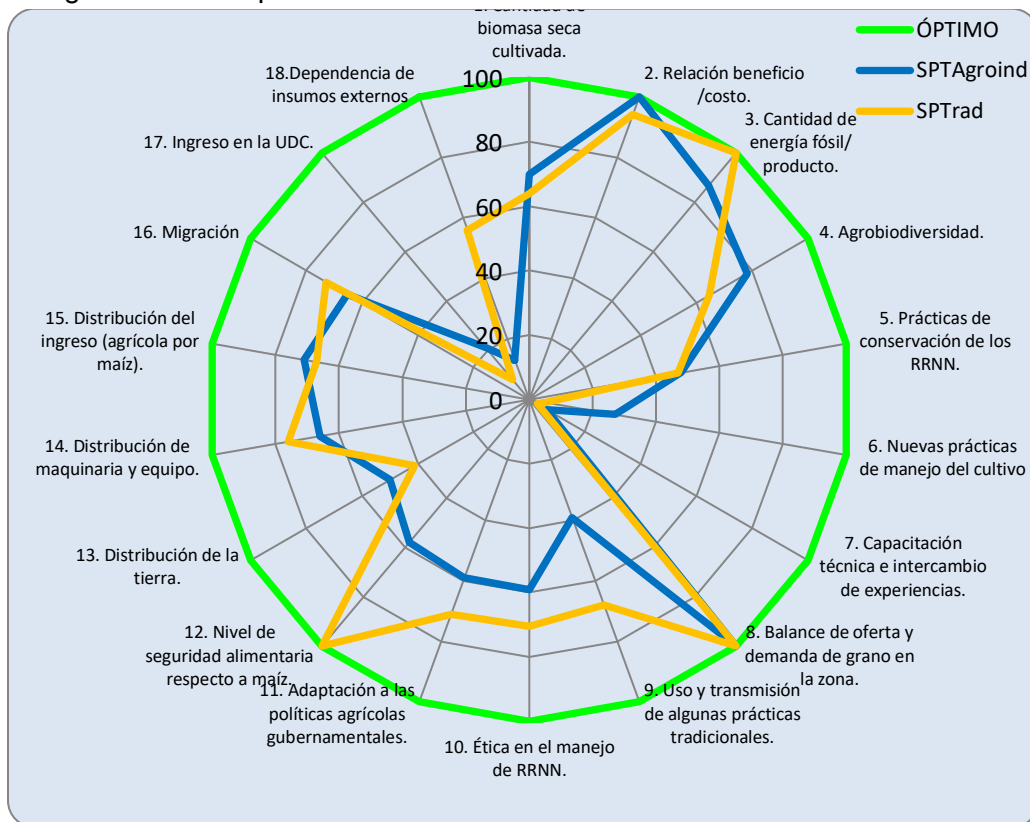
³⁸ Se considera que el IG=0 es el ideal, debido a que implica una distribución del ingreso totalmente equitativa, sin embargo, este ideal no refiere a que gracias a esto el nivel de vida de la población sea mejor, pues depende la cantidad de ingresos a distribuir. Un ejemplo es la comparación entre EUA (IG=0.469) y Cuba (IG=0.380), para el año 2005. En Cuba existía una distribución más equitativa, pero no un mejor nivel de ingresos.

³⁹ De acuerdo a INEGI (2005), 8% de productores del SPTRad dependieron de ingresos por venta de maíz en comparación con 21% del SPTAgroind.

⁴⁰ La proporción de dependencia de insumos externos considerada como adecuada, hace referencia a la compra de combustibles para el uso de maquinaria y equipo, lo cual implica un máximo de 30% del costo de producción considerando también elementos como refacciones (Velasco, 2010).

Los datos del cuadro anterior, se presentan en el siguiente gráfico tipo AMIBA o AMOEBA (Figura 5.17), considerada una de las posibilidades para conjuntar resultados, de cada uno de los 18 indicadores analizados (Masera *et al.*, 1999:75-77).

Figura 5.17 Comparación de 18 indicadores de sustentabilidad del estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de dar congruencia al documento, las conclusiones y recomendaciones (paso 6), se vierten en los capítulos posteriores a la discusión de los resultados.

Discusión

El objetivo de este apartado, es analizar y discutir los resultados obtenidos en la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz para los dos sistemas de

producción comparados (SPTrad y SPTAgroind), de acuerdo a datos obtenidos en 18 indicadores considerados en cinco atributos.

Productividad

Para este caso, la *productividad* es la cantidad de grano y zacate de maíz por unidad de superficie, trabajo e insumos que obtienen los productores de la región del Valle de Huamantla para satisfacer su seguridad alimentaria (alimentación humana y de ganado), y los excedentes para el mercado. Para este atributo se evaluaron tres indicadores, dos ambientales y un económico. Los resultados nos muestran que se encuentran cercanos al nivel óptimo, lo que plantea un nivel alto de sustentabilidad. A continuación se analizan los resultados.

Respecto a *cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate)*, en ambos sistemas aún existe potencial para poder incrementar la producción, tanto de grano como de zacate en parcelas de la zona estudiada, si se considera la referencia propuesta como *nivel óptimo*, el sistema de referencia produce alrededor de dos tercios de la cantidad potencialmente calculada (64%) y el sistema alternativo llega a 70% del óptimo de acuerdo a datos de Maria e INIFAP (2009).

Al calcular los datos generados en ambos sistemas para los dos ciclos (P-V 2009 y P-V 2010) la relación *Grano:Zacate* (G:Z) en promedio resulta un factor (0.80432). Considerando este dato en relación al óptimo propuesto, la producción sería de 4,000 Kg ha⁻¹ de grano y 4,938 Kg ha⁻¹ de zacate. En estas condiciones da un margen de oportunidad importante para ambos sistemas, considerando rendimientos medios de grano durante los ciclos estudiados, pues significa que para el SPTrad, se pueden incrementar más de 1,400 kg ha⁻¹ para el SPTAgroind el margen es de alrededor de 1,205 kg ha⁻¹. También implica el incremento de zacate proporcionalmente.

La producción de maíz es una de las actividades menos redituables en la agricultura desde la visión económica. Sin embargo, la *relación beneficio/costo*, en el sistema alternativo se encuentra en el nivel óptimo (1:1.0681), a pesar de que tiene una ganancia muy pequeña, comparado con el sistema de referencia que se

encuentra cerca del óptimo aunque los resultados muestran déficit. La razón es que el criterio utilizado para el óptimo resultó que no genera ganancia ni pérdida, pero genera alimentos, empleo y otros satisfactores. En los gastos de ambos sistemas, se consideró también el *costo de renta*, aunque no todos pagan renta se incluyó este rubro por el uso de la tierra.

Si el objetivo de los productores fuera solo generar dinero, probablemente cambiarían de cultivo. El maíz se cultivaría en menos de la mitad del área actual. Incluso, se podría sembrar una especie redituable y comprar maíz (visión gubernamental). Pero existen diversas razones como asegurar su seguridad alimentaria, factores culturales como el gusto por el sabor y textura del maíz nativo a diferencia del importado y disponer de su propio empleo.

Actualmente un problema grave es la alta dependencia de energéticos fósiles. Como era de esperarse, los resultados para *cantidad de energía fósil/producto* en ambos sistemas son altos y el SPTrad se encuentra en el óptimo, debido a que se promediaron sus valores para determinar el nivel ideal de sustentabilidad.

Los resultados muestran que por cada tonelada de grano que produce el SPTrad, emplean alrededor de 25 litros de diesel, y el SPTAgroind usa aproximadamente 33 litros. El cálculo es coherente si se compara con datos equivalentes para la producción de maíz en los Estados Unidos, gastan 142.5 litros de diesel por tonelada de grano (Pimentel y Pimentel, 2005; Pimentel y Dazhong en Eayne, 1990). La diferencia se explica por el mayor uso de maquinaria en aquel país.

Como se observa en la gráfica tipo AMIBA, los indicadores ubicados en el atributo productividad se encuentran cercanos al óptimo (a excepción de *cantidad de biomasa seca cultivada*), que se ubica debajo de ese nivel. Pero se mantiene aceptable debido a la generación de empleo y la producción de alimento para las familias y ganado. Esto justifica que se siga cultivando maíz y que sea la zona que más produce en Tlaxcala.

Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad

En el atributo *estabilidad, resiliencia, confiabilidad*, se conjuntan diversos factores como la capacidad del sistema de mantener el equilibrio dinámico y estable a través del tiempo, la capacidad de retornar a su estado de equilibrio ante perturbaciones graves y de mantener beneficios.

México es un país que ha dado al mundo diversos cultivos como el maíz, que los campesinos e indígenas han conservado *in situ* durante siglos (INE *et al.*, 2008:4; Toledo *et al.*, 2008:35-40).

En el indicador *agrobiodiversidad*, los resultados favorecen por casi 13% (78.2%) al SPTAgroind debido a que los productores de este sistema conservan más variedades de maíz nativo y tienen mayor diversidad de cultivos. Son campesinos con más posibilidades económicas que los del SPTrad pero provienen del mismo origen. Tienen estrategias similares de supervivencia pero en condiciones diferentes. Precisamente por disponer con mayor superficie siembran maíz como cultivo principal y en menor área tienen otras especies; destacan la avena, trigo, frijol, haba, cebada y calabaza. De estos, la avena, el trigo y la cebada tienen mayor importancia por el uso para alimentación del ganado, como forraje verde y seco.

Los productores del sistema de referencia también ocasionalmente diversifican, pero debido a la menor disponibilidad de tierras, prefieren sembrar maíz para asegurar el autoabasto.

Disponer de variedades de semillas propias es un factor importante para no depender de empresas productoras de materiales híbridos. Respecto a la cantidad de variedades de maíz, se consideró como un subindicador por poder contar con datos del número de variedades que tienen los productores de cada sistema. Los que solo siembran híbridos no tienen en propiedad variedad de semillas locales.

En el SPTrad, la mayoría de campesinos cuentan con una variedad y en menor proporción tienen dos o tres. Los del SPTAgroind usan más híbridos, lo interesante

es que proporcionalmente son más los que tienen dos o tres variedades. En general los del SPTrad están ligeramente por arriba en este subindicador, debido a que usan pocos materiales híbridos. En términos generales, el origen campesino de los productores del SPTAgroind, se expresa con la diversificación de cultivos y la conservación de variedades de semillas de maíz nativo. Ambos son factores positivos para la conservación de la agrobiodiversidad.

De acuerdo a Müller (1996:18) los recursos naturales que intervienen en la sustentabilidad de un agroecosistema, son entre otros elementos el agua, suelo, flora y fauna entre otros. Para *algunas prácticas de conservación de los recursos naturales*, los dos sistemas tienen datos muy cercanos (47% el SPTrad y 48% el SPTAgroind). Aunque no tienen la cantidad ideal de zanjas, bordos y barreras vivas en los terrenos de cultivo, con las medidas que cuentan, el deterioro o erosión no son graves para el proceso de producción agrícola.

La zona de estudio se caracteriza por tener pendientes suaves y la erosión pluvial no es tan pronunciada. Pero la erosión eólica es más dañina por los tipos de suelos y pocas barreras rompevientos.

En este atributo, los dos indicadores se encuentran cercanos al nivel medio en relación al óptimo, lo que muestra una oportunidad para implementar prácticas de conservación de suelos y agua. Pero en el aspecto de la estabilidad social, ésta es importante para mantener sus costumbres como seguir cultivando maíz sin importar que se encarezca o baje de precio en el mercado mundial, que ha permitido se sigan conservando diversas variedades nativas de maíz.

Adaptabilidad

La *adaptabilidad* es la capacidad del sistema para encontrar niveles de equilibrio. Es una propiedad importante que se aplica para factores sociales, económicos y ambientales. En este caso se plantearon seis indicadores que midieron factores relacionados con la capacidad del sistema para adecuarse a los cambios de los diversos ámbitos.

Para que el agroecosistema sea productivo no solamente se requieren insumos, también es importante la aplicación de *nuevas prácticas de manejo*, así como la *capacitación e intercambios de experiencias*, ambos elementos interrelacionados (PPM, 2006:26-27).

Cuando existe asesoría técnica adecuada se realizan actividades encaminadas a la innovación tecnológica, al igual con intercambios de experiencias. Sin embargo, los campesinos por naturaleza son experimentadores, generalmente adaptan diversas prácticas a lo cambiante de su entorno socioeconómico y ambiental, las conjuntan con otras acciones dentro de sus propias estrategias de supervivencia. Un ejemplo es la selección y el uso de variedades más precoces ante el riesgo de heladas en su parcela.

Para la *capacitación técnica e intercambios* los valores son bajos; 2.6% para el SPTrad y 13.6% para el SPAgroind, ambos cercanos a cero. Las posibles causas son la ausencia de programas de asesoría técnica en los diferentes niveles gubernamentales (Aguilar *et al.*, 2010:35), la ausencia de ONG's que supla al actor gubernamental en este rubro y la baja participación de despachos particulares de asesores, pero debido a la baja disponibilidad de recursos económicos de los productores (principalmente los del SPTrad), difícilmente pagarían asesoría técnica privada.

En la *relación balance de oferta y demanda en la zona/sistema*, ambos grupos se ubicaron en un nivel óptimo debido a que en general producen más de lo que consumen y por lo tanto existe disponibilidad de grano para la venta. El excedente que se produce está en función al rendimiento y a la superficie sembrada. El SPTrad produce tres veces lo que consume y el SPTAgroind produce cuatro veces y media lo requerido. No obstante, el consumo de ambos sistemas es similar debido a que en el sistema alternativo utiliza el maíz para alimentar más ganado que el sistema de referencia.

El *uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales* es un indicador que mostró el nivel de transferencia de productores a sus hijos. Los valores se ubican

en términos medios, más favorables para el SPTrad que para el SPTAgroind. Se encontró, que en el sistema de referencia los productores compartieron más actividades tradicionales, por la menor capacidad económica y la poca cantidad de tierras poseen. Además, la transferencia de conocimientos y experiencias es una manera de compartimiento de padres a hijos a nietos o entre iguales (Altieri y Toledo, 2011:14-16).

Uno de los factores fundamentales que marca diferencia entre los dos grupos, es *el despunte* de la planta de maíz, actividad que más del 75% de productores del SPTrad realizó, contra menos de 25% del SPTAgroind, para aprovechar como forraje la punta de la planta, pero también para propiciar la maduración más rápida de la mazorca. Debido a la superficie mayor que cultivan los productores del sistema alternativo, es difícil que realicen esta actividad, porque requiere más mano de obra.

La ética es una filosofía de vida, una ética de la sustentabilidad debe llevarnos a revertir el pensamiento único globalizador y a cuestionar sus preceptos (Leff, 2007:377-400). Para este caso se consideró la *ética para el manejo de recursos naturales* a través de la sensibilidad ecológica de los productores y la congruencia entre su discurso y sus acciones respecto al cuidado de los recursos naturales.

Los productores del SPTrad se ubicaron en un nivel aceptable respecto al óptimo (70.5%) por la congruencia y mayor sensibilidad ecológica, y los integrantes del SPTAgroind resultaron más alejados del óptimo (59.1%) debido a la menor sensibilidad ecológica positiva y congruencia entre lo que dicen y hacen para conservar y mejorar sus recursos.

Además, las estrategias de supervivencia de los campesinos se van adecuando al tiempo, a las condiciones biofísicas y socioeconómicas (Blanco en González *et al.*, 2007:197-199), una forma de averiguar su capacidad de adaptación a escenarios sociopolíticos fue a través de la *adaptación a las políticas agrícolas*.

Los resultados mostraron diferencia entre ambos grupos, los del sistema de referencia tienen una mayor capacidad de adaptarse a políticas adversas y se flexibilizan más a los programas gubernamentales (71% se ubican en este

contexto). Los del sistema alternativo manifestaron menor adaptación (59%), debido a la mayor inversión en su sistema productivo, entre otros factores.

Para este atributo, algunos indicadores obtuvieron valores cercanos a cero y otros en el nivel óptimo, pero en general el SPTrad obtuvo mayores valores en estos.

Equidad

La equidad es capacidad del sistema para distribuir de manera justa, intra e intergeneracionalmente los beneficios y costos relacionados con el manejo de los recursos naturales (Maserá *et al.*, 2000:22). En éste atributo se evaluaron 4 indicadores relacionados con los ámbitos social y económico.

Una de las funciones de los sistemas es proporcionar alimentos suficientes en cantidad y calidad para las familias (FAO, 2010). Se evaluó el *nivel de seguridad alimentaria para maíz* con el objetivo de conocer la situación respecto a la producción, distribución y acceso al maíz para la satisfacción de los requerimientos de la UDC (consumo humano y del ganado).

Con datos facilitados por los productores se calculó la cantidad de maíz (grano) requerida para satisfacer sus necesidades durante un año, ésta fue de 4.0 a 35.0 TM. Posteriormente, con base en datos de producción y requerimiento se determinó si cada sistema de producción estuvo por debajo, dentro o por arriba de los niveles adecuados de consumo. De acuerdo a datos obtenidos, se encontró que el SPTrad produjo 461.5 TM de excedentes y el SPTAgroind 780.4 TM.

Sin embargo, al relacionar la producción con el consumo requerido, los productores del sistema de referencia quedaron dentro del rango planteado con valoración del 100% en el indicador, y los del sistema alternativo rebasaron el límite mayor, su valor calculado fue de 58% por esa razón. Además el grano que producen se destina más al mercado que para su consumo.

La *distribución de la tierra*, es un factor social complejo, mientras mayor es la superficie que un productor siembra, se tiende a emplear más maquinaria y equipo por la proporción de trabajo que implica. Se planteó para el óptimo por productor 10 ha, debido a que con esa área sería suficiente con una producción media de maíz de 3 TM ha⁻¹ para el autoabasto y excedentes para venta.

Además, el criterio se basa también en la capacidad para manejar esa superficie de manera más *sustentable*, con la posibilidad de lograr rendimientos de grano en razón de 4.0 TM ha⁻¹ de acuerdo a lo calculado con datos de María e INIFAP (2009). En el SPTrad la disparidad fue baja, los productores tuvieron de 1.0 a 11 ha, con una superficie total promedio de 4.1 ha. En el SPTAgroind existió mayor disparidad debido a que los integrantes tuvieron de 5.5 a 270.0 ha, con promedio de 14.9 ha. Ambos grupos quedaron retirados del óptimo planteado, el primero por la escasez y el segundo por el excedente del área que ostenta.

Si en el sistema hubiese condiciones de equidad para la *distribución de maquinaria y equipo*, se tendrían cantidades proporcionales a la superficie cultivable. Lo anterior en referencia al dato generado, en que se propone como adecuado para las condiciones de la zona del Valle de Huamantla, un tractor para 20 ha.

Sin embargo, se encontró que del SPTrad poseen menor cantidad de maquinaria (18 tractores para 290.1 ha distribuidos entre 78 productores), y los del SPTAgroind contaron con 32 tractores para 478.5 ha entre 22 productores. También los de ese grupo tuvieron más implementos (sembradoras, empacadoras, etc.), maquinaria (combinadas, segadoras) y camiones para el transporte que los del sistema de referencia. La solvencia económica es un factor determinante para la compra y mantenimiento de maquinaria, equipo y transporte.

La *distribución del ingreso agrícola* para este caso, implicó saber cómo se distribuye el ingreso económico por la venta de maíz entre todos los integrantes de cada sistema. Se valoró a través del Índice de Gini, los resultados son cercanos entre los dos sistemas de producción, el sistema de referencia obtuvo un índice de

0.3340 contra 0.2862 del sistema alternativo. De acuerdo a los datos, en el primer caso 60% de ingresos se distribuyeron entre 80% de la población y para el SPTAgroind la misma proporción de población se distribuyó 65% de ingresos.

En el atributo *equidad*, los indicadores evaluados se ubicaron en niveles medios respecto al óptimo planteado. De los cuatro indicadores analizados, solo uno se acercó al óptimo en el SPTrad y los otros tres se alejaron. Para el caso del SPAgroind, los cuatro indicadores están por debajo del óptimo. Esto indica que existe inequidad en la posesión de los recursos pero no en niveles extremos.

Autodependencia (autogestión)

La *autodependencia* es la capacidad del sistema para regular y controlar interacciones con el exterior. En este atributo se analizaron tres indicadores sobre flujos de personas, insumos y recursos. La *autogestión* se enfoca a aspectos sociales.

La *migración* es un fenómeno social; en Tlaxcala, de acuerdo al INEGI (2010), la emigración tiene tasas bajas (2.5%). Los emigrantes internacionales de Huamantla, prefieren destinos de Estados Unidos de Norteamérica en los estados de California, Indiana y New York (Vázquez en Jiménez *et al.*, 2008:146-147). En ambos sistemas de producción la emigración de familiares es baja, el SPTrad tiene tasas de emigración internacional de 7.7% y 20.5% nacional; para el SPTAgroind la tasa de emigración internacional es de 4.55% y 31.8% la nacional. Para la región oriente de Tlaxcala, las remesas que los migrantes envían, no se destinan para inversión productiva agrícola en proporciones importantes.

Respecto a *ingresos en la unidad doméstica campesina*, el sistema que obtuvo mayores valores para este indicador es el alternativo (21%), y 8% el sistema de referencia, pero ambos tienen pocos productores con ingresos suficientes por la venta de maíz para el mantenimiento de la familia. Los datos calculados para los sistemas los ubican en niveles bajos, este factor es generalizado y explica la situación de pobreza de productores minifundistas de maíz. Además, para

complementar sus ingresos los productores buscan actividades alternas como los oficios.

Finalmente la *dependencia de insumos externos*, es un factor que muestra la subordinación del sistema hacia el exterior o bien, el menor aprovechamiento de los recursos locales. Los resultados mostraron que la dependencia de insumos externos como fertilizantes, maquinaria, equipo y semillas para el SPTrad es menor (44%) que para el SPTAgroind (86.9%), y el primero podría acercarse aún más al nivel óptimo.

La alta dependencia del SPTAgroind lo ubica en una situación de vulnerabilidad porque con la crisis energética, los combustibles fósiles se irán encareciendo cada vez más, lo mismo que los agroquímicos. En el caso de las semillas, el riesgo es que las empresas trasnacionales como Monsanto logren su objetivo de crear dependencia en los productores, esto conllevaría a no tener opciones y depender aún más del mercado no solo para la venta de la cosecha, sino también para la adquisición de insumos.

De acuerdo a los resultados de los indicadores, el atributo *autodependencia* para los sistemas evaluados se ubica en niveles bajos en el caso de los *ingresos en la unidad doméstica campesina* para el sistema de referencia y en *dependencia de insumos externos* para el sistema alternativo.

5.2 ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

El concepto de Seguridad Alimentaria (SA), se ha venido utilizando para hacer referencia a la disponibilidad o acceso hacia los alimentos de manera genérica

(Wolfensberger, 2007:70; Camberos, 2000:49-55; FAO, 2010). Sin embargo, en este trabajo se emplea para referirse a la disponibilidad o acceso al maíz, principal grano alimenticio de nuestro país.

A través de este documento se ha abordado el aspecto de seguridad alimentaria desde distintas perspectivas, como la conceptual, de resultados en evaluación del indicador 12, y en este mismo sentido, el planteamiento para un nivel óptimo de acuerdo a diversos criterios. La Seguridad Alimentaria es un objetivo de los agroecosistemas.

En el marco de referencia se habla de Seguridad Alimentaria desde la concepción de diferentes autores, y se restringe a la disponibilidad de grano de maíz. Es interesante el análisis sobre su destino en relación a la cantidad producida en la zona de estudio.

Se considera importante el enfoque de Appendini *et al.* (en Appendini y Torres-Mazuera, 2008:103), respecto a cómo en los diferentes países conciben de manera diferenciada la Seguridad Alimentaria. Se parte de que la FAO (2010) considera lo siguiente: “existe Seguridad Alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso material y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias a fin de llevar una vida activa y sana”.

La primera controversia que Appendini *et al.*, consideran es que países como Japón, Canadá, los integrantes de la Unión Europea, entre otros, interpretan ese enunciado en términos cualitativos (...*alimentos inocuos y nutritivos para...*), mientras que en países como el nuestro centran la atención en términos cuantitativos (...*todas las personas tienen en todo momento acceso material y económico a suficientes alimentos...*), sin embargo, ambos aspectos son importantes y complementarios dentro del concepto.

Los dos componentes son igual de importantes, se podrían tener grandes cantidades de maíz, pero si éste se encuentra deteriorado por la acción de insectos,

hongos o algún otro daño físico o químico, no cubriría las expectativas de calidad. Por el contrario, si el grano es de buena calidad, pero no se cuenta con la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos de la población, también quedaría trunco respecto a la percepción conceptual. De acuerdo a estos aspectos, se debe entender la Seguridad Alimentaria en términos de integralidad entre lo cuantitativo y lo cualitativo.

El análisis en la zona de estudio, nos lleva a la siguiente reflexión: el total de familias que elaboran tortillas con su maíz nativo consideran un grano de *excelente calidad* porque satisface su gusto por el sabor, textura y aroma. Mientras en cuestión de *cantidad*, en el SPTrad, el promedio de integrantes de la UDC es ligeramente menor que el SPTAgroind (6.55 y 7.3, respectivamente), el consumo humano per cápita es mayor en el sistema de referencia, asciende a 229 Kg/persona/año, y en el sistema alternativo se consumen 188 Kg/persona/año.

Además, en el SPTrad 90% de familias elaboran sus tortillas y en el SPTAgroind 68% también. Si se compara la cantidad de maíz requerida por familia para consumo humano, con la que se produce a nivel grupal, ambos sistemas producen más de lo que consumen.

De acuerdo a los datos, los productores del SPTAgroind tienen más ganado que los del otro grupo. Al calcular el requerimiento de grano para consumo humano y para alimentar su ganado, y al restar lo que se produce, también existe una diferencia positiva por sistema de producción. Al revisar datos individuales, se encontró que en el SPTAgroind, en ningún ciclo hubo productores que hayan tenido déficit de grano. Sin embargo, en el SPTrad existen productores deficitarios en ambos ciclos (P/V-2009 y P/V-2010), cuyo déficit es relativamente pequeño.

Para profundizar en lo anterior, se retomó lo que Appendini *et al.* (en Appendini y Torres-Mazuera, 2008:105-107) sugieren para clasificar a los productores de acuerdo a su capacidad de dotar tanto en calidad como en cantidad el grano suficiente o la tortilla para consumo humano. Ellos consideran como *autoabasto*, la

situación donde la familia satisface en cantidad y calidad los requerimientos. Sin embargo, en este concepto solo contemplan datos para consumo humano.

Otro rubro es el *semiabasto*, en que la familia no cubre los requerimientos con su producción y tiene que acceder al mercado para complementar el déficit. Éste se clasifica en: 1) *semiabasto con calidad*, aquella situación en que el déficit se cubre ya sea comprando maíz criollo de buena calidad, o comprando tortillas elaboradas de maíz criollo; y 2) *semiabasto sin calidad*, en que se satisface esa necesidad con maíz híbrido de poca calidad (insípido), con tortillas de harina o de maíz con un sabor no muy agradable.

El siguiente nivel es el de los productores *deficitarios*, que dependen de la mayor parte de grano o tortilla para su consumo, a su vez los subdividen en: 1) *deficitarios con calidad*; y 2) *deficitarios sin calidad*; estos tienen la misma interpretación que para *semiabasto*.

La clasificación que esos autores no consideran y que aquí se propone, es hacia el lado contrario del déficit; es decir, los productores que producen la cantidad que requieren (incluso para vender al mercado) y de la calidad que prefieren para elaborar tortillas, o bien que compren tortilla de menor calidad en el mercado. A este grupo se les llamará *excedentarios*.

En ese conjunto se clasificaron al igual que la propuesta de Appendini *et al.*, en: 1) *excedentarios con calidad y autoabasto*, los que producen suficiente cantidad y su maíz satisface el gusto de la familia (maíz criollo), por esa razón lo emplean para elaborar sus tortillas; 2) *excedentarios sin calidad y sin autoabasto*, los que producen suficiente cantidad de grano, pero que no lo consumen porque su destino es el mercado y por lo tanto, compran tortillas que no satisface su gusto porque son de harina o de maíz híbrido, solamente satisfacen su necesidad; y 3) *excedentarios con calidad y sin autoabasto*, los productores que producen excedentes, pero que en la UDC no emplean el maíz para elaborar sus tortillas y las compran hechas de maíz criollo.

Ante toda esta gama de posibilidades, es factible caracterizar la totalidad de productores con los datos obtenidos. Sin embargo, en la clasificación anterior no está considerado el consumo de grano por el ganado que los mismos productores tienen en casa, esto se aclara al aplicarlo a cada sistema productivo.

Caracterización del SPTrad respecto al nivel de seguridad alimentaria

Partimos de que los productores clasificados en *semiabasto con calidad*, estrictamente hablando de requerimientos para consumo humano, en el ciclo P/V-2009 fueron dos con un requerimiento de 500 kg/ año en cada una de las UDC. Si consideramos el déficit causado por el uso de grano para ganado, se incrementa un productor más, lo que representa casi 4% del total.

Para el ciclo P/V- 2010 el dato es diferente, pues existen cuatro productores con requerimientos de grano para consumo humano, tres que compraron alrededor de 500 Kg anuales cada uno, y otro compró casi una tonelada. Sucedió lo mismo que en ciclo anterior, considerando el consumo del ganado, se suma un productor más al déficit, pero de los cuatro productores mencionados, tres también compraron grano para su ganado.

Considerando el uso de grano para alimentar ganado, solamente un productor quedó en la clasificación de *semiabasto con calidad* (compró 500 Kg/año en total), y cuatro quedaron como *deficitarios con calidad*, la totalidad *compran con sus vecinos y es maíz criollo el que prefieren comprar, porque las tortillas son más sabrosas que las elaboradas con maíz híbrido*.

Los productores que cubrieron sus requerimientos de grano, o que tuvieron excedentes de una tonelada (o menos por año), se clasificaron como productores de *autoabasto*. En este grupo quedaron 10 productores (12.7%) en el ciclo P/V-2009 y nueve en el ciclo P/V-2010, que representan 11.5%.

Finalmente en este grupo los datos coinciden para ambos ciclos respecto a productores excedentarios (64). Al integrarlos en subgrupos, 56 de ellos (71.8%) son *excedentarios con calidad y autoabasto*, mientras que ocho (10.3%) no hacen

tortillas, pero compran en su comunidad hechas a mano de maíz criollo, entonces se los clasificó en el subgrupo *excedentarios con calidad y sin autoabasto*.

Caracterización del SPTAgroind respecto al nivel de seguridad alimentaria

De los productores de este sistema, debido a la cantidad de tierras que destinan para producir maíz, ninguno se clasificó en *deficitarios*, de *semiabasto*, ni de *autoabasto*; todos se ubican en *excedentarios*, y los datos coinciden para ambos ciclos productivos.

Al clasificarlos en subgrupos, 15 productores (68%) elaboran tortillas en casa con el maíz criollo que producen, por lo que son del subgrupo *excedentarios con calidad y autoabasto*; cuatro compran tortillas de maíz criollo elaboradas en su comunidad (*excedentarios con calidad sin autoabasto*), y tres productores compran tortilla de harina de maíz, mencionaron *que éstas les satisfacen más la necesidad que el gusto, pero es más práctico comprarlas en la tortillería porque no hacen esperar mucho tiempo*; a éstos productores los clasificamos en el subgrupo *excedentarios sin calidad y sin autoabasto*.

Cuadro 5.33 Comparación de niveles de seguridad alimentaria por sistemas productivos, expresados en porcentaje.

SISTEMA PRODUCTIVO	CICLO DE CULTIVO	DEFICITARIOS		SEMIABASTO		AUTO-ABASTO	EXCEDENTARIOS			SUMA
		Con calidad	Sin calidad	Con calidad	Sin calidad	Con calidad	Con calidad y autoabasto	Sin calidad, sin autoabasto	Con calidad, sin autoabasto	
SPTrad	2009	2.6	0	2.6	0	12.7	71.8	0	10.3	100
	2010	5.1	0	1.3	0	11.5	71.8	0	10.3	100
SPTAgroind	2009	0	0	0	0	0	68.2	13.6	18.2	100
	2010	0	0	0	0	0	68.2	13.6	18.2	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTrad n=78; SPTAgroind n=22

En el cuadro 5.33 se comparan resultados de la clasificación de productores. Como se nota, los integrantes del SPTrad quedaron distribuidos en las clasificaciones de los diferentes niveles de SA, mientras los del SPTAgroind, solo se ubicaron en el rubro de excedentarios.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se citan las conclusiones generales respecto al trabajo de investigación y específicas sobre el MESMIS. También se plantean algunas

recomendaciones para el agroecosistema maíz. Además se desarrollan de manera teórica dos propuestas alternativas, la primera de ellas para la generación, validación y transmisión de conocimientos y experiencias; y la segunda en el sentido del planteamiento de líneas estratégicas que tienden hacia una mayor sustentabilidad. Finalmente se plantean algunos aspectos para investigar a futuro.

6. 1 CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Los productores del SPTAgroind tienen el mismo origen campesino que los del SPTrad, es la primera generación cuyos integrantes del sistema alternativo emplean más insumos externos y técnicas de la Revolución Verde, debido a mayores posibilidades económicas y tecnológicas. Se ubican en el punto de transición del sistema de producción de bajos insumos al de mayores requerimientos y más dependencia externa.

Es posible que los hijos de productores del SPTAgroind se alejen más del origen campesino de sus padres y se acerquen al sistema agroindustrial, esto lo determinarán, entre otros factores, su situación económica, el modelo de producción impulsado por el Estado y la cantidad de tierras que posean.

Debido al origen común de ambos grupos, se observa que el nivel de valoración general de indicadores en varios casos es cercano. No obstante, en algunos empieza a notarse la separación entre ellos, como el caso de los siguientes indicadores: *nuevas prácticas de manejo del cultivo, uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales, nivel de seguridad alimentaria respecto a maíz y dependencias de insumos externos.*

A excepción del primer indicador, los restantes favorecen al SPTrad y lo ubican en un nivel de sustentabilidad ligeramente mayor que al SPTAgroind. Entre otras razones, porque en el sistema de referencia se realizan actividades agrícolas tradicionales que emplean mayor energía biológica, la transmisión de prácticas de padres a hijos, la satisfacción de requerimientos de tortilla elaborada con maíz producido por ellos y la menor dependencia de in insumos externos. Con esos argumentos se considera haber cumplido el segundo objetivo específico.

El 85% de productores se ubicaron en el SPTrad; de este grupo 78% aseguraron que su ingreso depende de actividades agrícolas. Sin embargo, ellos entienden por *producción agrícola* diversas actividades como el cultivo de maíz, trigo, cebada, engorda de ganado y otras ocupaciones pecuarias. También se emplean en oficios, venta de servicios, y en algunos casos complementan sus ingresos con la pensión que reciben.

En el subindicador *cantidad de cultivos y variedades*, (del indicador *agrodiversidad*) los datos favorecen al SPTAgroind debido a que éstos productores conservan algunas prácticas campesinas que son parte de su origen, pero además tienen los medios de sembrar otros cultivos para alimentar su ganado, poseen más de 10.0 ha y pueden cultivar varias especies a la vez, mientras que los productores minifundistas, generalmente siembran maíz para autoconsumo.

Las razones por las que los productores del SPTrad siguen sembrando maíz es por mantener su seguridad alimentaria en alguno de los niveles, además que este cultivo es culturalmente muy importante por la diversidad de formas de consumo: básicamente tortillas, elotes, tamales, atoles, etc., y probablemente esté ligado a aspectos identitarios de los campesinos de la región. Con estos argumentos se cumplió el tercer objetivo.

De acuerdo a los datos encontrados, parece haber una predisposición de que a mayor edad hay mayor tendencia a conservar prácticas tradicionales y los más jóvenes muestran disposición a ser productores con mayores extensiones, mayor

uso de maquinarias, más empresariales y más conectados al mercado (innovadores).

Respecto a la seguridad alimentaria, se concluye que ambos sistemas productivos cumplen con este objetivo en diferentes niveles. El SPTrad se ubicó en el nivel óptimo de ese indicador, debido entre otros aspectos, a la cantidad y calidad de grano que se produce a nivel de sistema y los usos que dan al maíz.

Se concluye que el SPTrad es más sustentable que el SPTAgroind, pero también satisface de mejor manera la seguridad alimentaria de las familias que habitan la zona del Valle de Huamantla, debido al uso que le dan a su producción de maíz. Con esto se cumplió el primer objetivo específico.

Además, las fortalezas del sistema de referencia son de origen socio-ambiental y una económica (*cantidad de energía fósil/producto, nivel de seguridad alimentaria, balance oferta/demanda*), y sus debilidades son del ámbito económico y social (*ingresos en la UDC, nuevas prácticas de manejo del cultivo, capacitación técnica e intercambio de experiencias*).

Las fortalezas del sistema de producción alternativo son del ámbito económico (*relación beneficio/costo, balance de oferta/demanda de maíz*), y sus debilidades de carácter social, ambiental y una económica (*capacitación técnica e intercambio de experiencias, dependencia de insumos externos, ingresos de la UDC por venta de maíz*). Con la generación de esos datos a través del proceso de investigación se logró cumplir el cuarto objetivo específico.

Un agroecosistema puede lograr la seguridad alimentaria y un nivel de sustentabilidad elevado casi de forma paralela, conforme desciende la seguridad alimentaria, simultáneamente baja la sustentabilidad debido a que los factores socioeconómicos y ambientales están interconectados y no se pueden separar en caso de evaluar ambas propiedades. Con todos los argumentos mencionados se afirma que se cumplió el objetivo general planteado para esta investigación.

6. 2 CONCLUSIONES SOBRE EL MARCO PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

El MESMIS es un marco metodológico que ayuda a revisar a profundidad al objeto o sujeto de estudio. A simple vista, aparenta mucha simpleza, pero debido a la fragmentación y las interacciones de los componentes del sistema o sistemas a estudiar, en la práctica resulta mucho más complejo de lo que aparenta. Por ejemplo, para evaluar un indicador, en ocasiones se evalúan varios subindicadores que interaccionan entre sí. Es más complejo cuando para cada subindicador existen otros factores que se pueden considerar como sub- subindicadores y que implican más elementos para la evaluación y análisis.

En el caso de indicadores que contienen dos o más subindicadores, se torna difícil la operacionalización, debido a que éstos pasan a ser “indicadores”. Algunos indicadores directos (sin subindicadores), ocasionalmente son más sencillos de evaluar que otros subindicadores. Pero lo complicado también se observa durante la integración de resultados; éstas son algunas desventajas del MESMIS con las que se debe lidiar.

Por eso se propuso emplear el procedimiento metodológico denominado multicriterio con el fin de no considerar *a priori* que cada subindicador necesariamente debe tener el mismo *peso específico* que los demás. No obstante el MESMIS tiene varias ventajas: es un marco bien definido, con propuestas metodológicas claras y precisas (excepto el manejo e integración de subindicadores).

Cuando se siguen al pie de la letra las recomendaciones vertidas para este marco metodológico, los resultados que se obtienen durante el proceso, se van ordenando metódicamente, y al final se pueden identificar exactamente los pasos seguidos para el análisis y evaluación de indicadores de sustentabilidad. También

en el proceso evaluativo, van surgiendo nuevos retos; no se puede avanzar en *los pasos posteriores* si no se ha avanzado en los previos.

Además, se puede profundizar en el análisis de indicadores de manera que se obtienen elementos y evidencias de cada componente del sistema analizado, y que en el momento de integrar resultados, se comprenden mejor las interrelaciones entre diversos componentes y sus afectaciones al sistema general.

Otro aspecto positivo es que actualmente existen diversos trabajos sobre evaluación de sustentabilidad que han empleado este marco metodológico en diferentes ámbitos, y que pueden servir como ejemplo para trabajos posteriores, como los aportes de Ocampo (2004) que comparó sistemas agrícolas con irrigación tradicional (considerando la escala longitudinal), o la contribución de Brunett (2004) que estudió agrosistemas campesinos de maíz y leche, entre otros.

Las experiencias sobre evaluación de la sustentabilidad, se observa que una vasta mayoría ha realizado estudios en la escala temporal transversal, debido a que es menos complejo generar o encontrar datos para evaluar los diversos indicadores para dos o más subsistemas que se comparan, que si se trata de encontrar valores equivalentes para el mismo sistema pero en el tiempo actual versus el tiempo pasado (escala longitudinal).

Además se deduce de algunos estudios revisados, que no se muestra factible comparar varios subsistemas, debido a la complicación que se tiene no solo para el mismo proceso evaluativo, sino también para conjuntar, graficar y mostrar los resultados de forma simultánea.

Sin embargo, ya sea que se elija cualquier escala de las sugeridas respecto al factor temporal, de cualquier manera se encuentra la dificultad para operacionalizar los indicadores y subindicadores. Pero aún es más complejo encontrar o asignar valores para construir la escala óptima de acuerdo a lo que proponen Masera *et al.* (1999:67-70) en *el paso cinco*. Allí se sugiere que para cada indicador se asigne un *umbral*, que sería el valor más adecuado u óptimo para dicho indicador. Lo

complicado es encontrar elementos que nos ayuden a sustentar teórica y metodológicamente esos valores.

Además, para evaluar sustentabilidad a escalas territoriales mayores, de acuerdo a las experiencias revisadas, no se emplea el MESMIS, se prefiere construir índices o idear otros mecanismos para la medición.

6.3 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que en este apartado se mencionan, se clasificaron por sistemas de producción. Los indicadores más *débiles* de cada sistema, nos indican los rubros que se deberán atender en el corto plazo (dependiendo de la naturaleza de los indicadores), los que tuvieron valores intermedios se podrán atender en un plazo intermedio y los que obtuvieron datos más altos podrán atenderse en el largo plazo y se deberán buscar estrategias para mantenerlos en esos niveles óptimos o muy cercanos a estos.

6.3.1 Recomendaciones para el sistema de producción tradicional

De acuerdo a los resultados de evaluación de sustentabilidad, los indicadores en que este sistema productivo quedó menos favorecido y que se pueden considerar como sus puntos débiles, son los indicadores 6) *nuevas prácticas de manejo del cultivo*; 7) *Capacitación técnica e intercambio de experiencias*; y 17) *Ingresos en la UDC*. Los indicadores seis y siete se conjuntaron en un rubro que se llamó *innovación y diseminación de tecnologías* y se abordan en la sección de recomendaciones para el agroecosistema maíz.

En el indicador 17 (*ingresos en la UDC*), la valoración que se obtuvo fue de 8%, lejos del óptimo (100%). Los ingresos por venta de maíz del SPTrad se ubican en una posición muy baja (cercana a cero). De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta y entrevistas, existe un potencial para la generación de ingresos de actividades relacionadas con el sistema productivo, algunas de ellas desde la visión de la agricultura, y otras con la integración de venta de servicios, considerando que el planteamiento de la agroecología es con una visión de integralidad.

Las actividades agrícolas que se recomienda realizar para mejorar la situación económica son la producción y venta del totomoxtle, venta de elote y la diversificación de cultivos; ésta última comprende también el establecimiento de diversas especies de árboles frutales intercalados con cultivos básicos, de manera que la producción de fruta se convierta en el motor económico del sistema de producción.

La diversificación es un principio importante de la agricultura sustentable que podría mejorar sustancialmente la generación de ingresos, que el maíz solo no lograría por la interacción de factores macro y microeconómicos, sociales, políticos y culturales.

Además, se debe dar valor agregado a la producción, por ejemplo de la elaboración de artesanías (del totomoxtle y tallo seco), o la engorda de ganado en el traspatio (beceros, borregos, etc.). Pero también es potencial la venta de servicios: ofrecer recorridos turísticos a través de las parcelas, o la venta de servicios ambientales (ver línea estratégica 2).

Los indicadores con valores altos para este sistema productivo son: 3) *cantidad de energía fósil/ producto*; 8) *balance de oferta y demanda de grano en la zona*; y 12) *nivel de seguridad alimentaria*. A pesar de que el consumo energético no es muy alto comparado con el SPTAgroind, el reto es que a mediano y largo plazos se siga con una tendencia de mayor eficiencia en el uso de energéticos fósiles. En este sentido, por parte de las instancias de investigación y del Estado,

se debe fomentar el uso de maquinarias más adecuadas a las condiciones de los productores.

El uso de tractores pequeños o motocultores sería apropiado para productores que tienen poca extensión de terrenos, y el financiamiento para comprar este tipo de maquinaria podría ser a través de *créditos blandos* que facilite el Estado.

Además, para los campesinos que aún emplean yunta, se deben plantear programas de investigación para mejorar maquinaria que se adecue a la tracción animal, con esquemas adecuados de financiamiento para que los campesinos tengan acceso a esa tecnología.

Fomentar la siembra a pala, que aún practican los campesinos más pobres, es una alternativa ecológica que no debe menospreciarse, ésta “busca” humedad en el suelo durante la siembra del maíz, erosiona menos al suelo, y mantiene el contacto entre el individuo y la naturaleza.

La seguridad alimentaria es un aspecto que se debe impulsar desde el gobierno, pero en el caso de los productores, deben aprovechar las superficies que siembran, para obtener de allí diversos productos. Los campesinos deben producir no solamente maíz, sino verduras, frutas, carne, huevo y de ser posible leche para autoabasto. Esto se puede lograr con el establecimiento de huertos familiares en el traspatio y con ganado menor como aves, conejos, cabras, etc., en cantidades proporcionales al tamaño de la familia.

Para conseguir el establecimiento de huertos se requiere del planteamiento de estrategias por parte de instancias gubernamentales y no gubernamentales que involucren a los actores sociales a través de aspectos técnicos y metodológicos apropiados.

Otra alternativa para este sistema es el de la milpa tradicional, que comprende principalmente al maíz, frijol y calabaza y otras como quelites, quintoniles, verdolagas, etc., que en forma de ecosistema, genera sinergias ecológicas que

reducen los riesgos de producción por factores climáticos adversos como las sequías y heladas.

6.3.2 Recomendaciones para el sistema de producción agroindustrial

Para este sistema de producción, existe un indicador con valores bajos, diferente a los del SPTrad, el indicador 18) *dependencia de insumos externos*. En el sistema alternativo es alta la dependencia de insumos como fertilizantes, pesticidas, energéticos fósiles y semillas por los productores.

Para reducir la alta dependencia de fertilizantes y pesticidas, se deben aprovechar mejor los recursos locales como estiércoles (incorporación previo composteo o fermentación), de manera intercalada se podrían sembrar e incorporar abonos verdes para devolver la fertilidad a los suelos. Igualmente se pueden emplear Micorrizas y Rhizobium como formas alternativas en la fijación y absorción de nutrientes.

Para el control de arvenses, se deben realizar prácticas culturales más adecuadas, como el barbecho al final del cultivo para que germinen las semillas y luego incorporarlas antes de la siembra. Además, para el control de insectos y otros organismos perjudiciales, se pueden emplear entomopatógenos como la *Beauveria bassiana*, o algunos organismos parasitoides, enemigos naturales, microorganismos antagónicos, etc.

En el caso de la dependencia de semillas híbridas de maíz, sería más adecuado que los productores aprendan a producir sus propias semillas a partir de materiales genéticos con los que cuentan en su región. Al mejorarlos potencializarían sus propias variedades nativas, pero simultáneamente tendrían que seguir conservándolas como *materia prima*.

Otra alternativa es el mejoramiento con técnicas más sencillas como la *selección masal*. En ambas propuestas no se dependería del exterior (de empresas transnacionales), pero sobretodo se seguiría promoviendo la conservación *in situ* de

variedades nativas de maíz, considerando que en México somos zona de origen y domesticación de este grano básico.

También en el caso de los centros de investigación e innovación tecnológica, se debe considerar como un reto prioritario el poder emplear fuentes de energía alternativa en algunos procesos agrícolas, para mover maquinarias y equipos.

6.3.3 Recomendaciones para el agroecosistema maíz

El agroecosistema maíz se ubica en una jerarquía mayor que los sistemas productivos, éstos los consideramos parte del agroecosistema maíz, pero se diferencian por los modos de manejo de los recursos naturales. Se hacen recomendaciones con el objeto de que éste sea más sustentable en un estado ideal de producción, planteado para que permanezca productivo, estable, confiable, resiliente, con equidad y autodependencia en el mediano y largo plazos.

Se parte de que estas se enfocan a resolver problemas similares que enfrentan los productores en general. Para el agroecosistema maíz se tienen las siguientes debilidades: *nuevas prácticas de manejo del cultivo y capacitación técnica e intercambio de experiencias*. Es resultado parcial de la casi nula asesoría técnica a los campesinos, por aplicación de políticas gubernamentales (como el desmantelamiento de instancias de asesoría técnica, entre otras), pero también de la formación universitaria de *asesores técnicos elitistas y verticalistas* (Geilfus, 1997:7), que centran su atención en soluciones técnicas e ignoran aspectos sociales y metodológicos cruciales para que el proceso de disseminación funcione adecuadamente.

Para fortalecer estos aspectos, se recomienda que los productores se organicen y compartan experiencias entre ellos; se podrían implementar acciones con la visión de, por ejemplo, la Metodología de Campesino a Campesino, sin embargo para llevarlo a cabo se requiere que alguna instancia gubernamental o no gubernamental lo facilite. Para el caso de *asesores técnicos* se recomienda el esquema de disseminación propuesto en el apartado 6.4 (figura 6.1), en que los

campesinos son el centro de atención y los técnicos pasen a ser *facilitadores de procesos*.

Los indicadores con valores medios en la evaluación son: 1) *cantidad de biomasa*; 4) *agrobiodiversidad*; 5) *algunas prácticas de conservación de recursos naturales*; 9) *uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales*; 10) *ética en el manejo de recursos naturales*; 11) *adaptación a las políticas agrícolas dirigidas al cultivo del maíz*; 13) *distribución de la tierra*; 14) *distribución de maquinaria y equipo*; 15) *distribución de ingreso*; y 16) *migración*.

Para obtener más cantidad de biomasa seca cultivada se deben tener mejores condiciones de fertilidad de suelos, aprovechamiento de la precipitación pluvial, etc. Se debe iniciar por evitar que los suelos se sigan erosionando por la acción del viento (y la lluvia). Esto se logrará reconstruyendo bordos, zanjas para captar agua de lluvia y plantando barreras vivas.

En una etapa siguiente se deben mejorar la textura y fertilidad del suelo entre otros factores, por esto se recomienda el empleo de diversos abonos orgánicos como estiércoles, compostas, abonos fermentados sólidos (bocashi) y abonos verdes entre otros. Las prácticas culturales también son importantes y complementan las actividades antes citadas para poder lograr llegar al óptimo en cuanto a la producción de grano y zacate.

Respecto a la *agrobiodiversidad*, y sobre todo hablando del cultivo de maíz, la recomendación es que en la zona se hagan diversas actividades entorno a este cultivo básico para que los campesinos se informen sobre los riesgos que existen actualmente de perder sus variedades nativas, hablando en términos de erosión genética ocasionada por transgénicos. Se deben organizar ferias del maíz (al igual que en Vicente Guerrero e Ixtenco, entre otras comunidades), en que se integren actividades culturales, recreativas y de información.

Además, se deben crear bancos de semillas que cuiden los mismos productores, apoyados por facilitadores de alguna ONG o del gobierno; y por

supuesto, seguir cultivando sus variedades nativas, pero para estar seguros que no hay contaminación transgénica, se deberán realizar análisis (apoyados también de instancias como universidades y centros de investigación) para monitorear esta posible situación.

Las ferias mencionadas, junto con otras actividades como giras o intercambios entre campesinos, ayudarían para compartir experiencias, pero también para que se den los mecanismos de *transmisión de prácticas tradicionales*; en este sentido es importante involucrar a niños, jóvenes y mujeres, pues el integrar más actores de la UDC ayudaría para aprovechar una gama de posibilidades para el cultivo en temas como la selección de semillas, efectos de la luna, beneficios del despunte de plantas, etc., que coadyuvarían al mejoramiento del agroecosistema maíz y en el estímulo para nuevas generaciones.

Asimismo, el retomar aspectos filosóficos sobre los elementos que intervienen en el proceso de producción puede mejorar sobre la percepción y la *ética en el manejo de recursos naturales*.

En cuanto a *adaptación a las políticas agrícolas dirigidas al cultivo del maíz y distribución de la tierra*, poco se puede lograr para mejorarlos, pues en el primero, cada familia campesina tiene sus propias estrategias de supervivencia y se adapta a los cambios institucionales, políticos y hasta ambientales.

Sin embargo, la opción que puede ser factible, es la organización para exigir leyes que los beneficien con apoyos como subsidios por ejemplo, pero también como mecanismo de presión hacia el gobierno para que no facilite a las transnacionales la entrada de maíz transgénico entre otros. Por otro lado las tierras ya no es posible redistribuirlas; en ese sentido este factor no tiene alternativas viables para tratar de que haya equidad.

Sobre la *distribución de maquinaria y equipo*, lo que debe hacer el gobierno, como se menciona antes, es facilitar créditos blandos a los campesinos, para que compren maquinaria agrícola adecuada a sus necesidades y condiciones como

motocultores, tractores pequeños, implementos para la tracción animal, etc.; sin embargo, no debe descartarse la alternativa de que los productores se organicen para que hagan compras consolidadas al mayoreo, y abaraten costos.

Respecto a la *distribución del ingreso*, sería más adecuado si hubiese mecanismos facilitados por instancias gubernamentales para el comercio en que no haya intermediarismo o éste fuese mínimo, pues los acaparadores son los que ganan más que los productores y estos últimos están expuestos a muchos riesgos tanto de mercado, climatológicos, por ataque de insectos, etc. La intervención gubernamental propiciaría que los ingresos para los campesinos fuesen mejores. Ante ese escenario y con la mejor generación de ingresos se ayudaría a detener la *emigración*, pues habría más fuentes de ingresos en la zona.

Para reducir costos de producción, una manera es comprar lo menos posible de insumos externos, y aplicar técnicas agroecológicas. En síntesis, las recomendaciones se basan en diversificar los cultivos en la parcela para disminuir riesgos de mercado y climatológicos, pero a la vez detener el proceso de erosión y aprovechar mejor los recursos con los que cuentan los productores. Esto se logrará con la aplicación de prácticas agroecológicas que a la vez son más baratas, eficientes y su impacto al ambiente es mínimo comparado con prácticas de la agricultura moderna. En el apartado de líneas estratégicas se sugieren algunas prácticas agroecológicas.

6.4 GENERACIÓN, VALIDACIÓN Y DISEMINACIÓN DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

La tecnología es un producto de la ciencia y la técnica, ésta a su vez es mucho más antigua que la ciencia y la tecnología. Durante la historia y prehistoria del hombre, una característica básica que lo ha hecho diferente de otras especies, es que transforma el medio ambiente y usa instrumentos que son acumulados y transferidos de generación en generación, pero más aún, son mejorados cada vez

en comparación con los usados por otras especies (Tommasino en Foladori *et al.*, 2005:10). Es así como surgen formas y técnicas para el empleo de ciertas herramientas o instrumentos de uso cotidiano.

La tecnología es un conjunto de conocimientos sistemáticos y sus correspondientes procesos técnicos que potencian las capacidades y fuerzas productivas del trabajo para producir más y mejor en menos tiempo. En el ámbito de la agricultura, la generación, validación y transferencia de tecnología, han sido factores importantes para incrementar la productividad media de cualquier especie de cultivo.

En nuestro país se ha considerado importante la generación de tecnología desde inicios del siglo pasado. Algunos antecedentes de la investigación agrícola datan de 1908 en que se establecieron cuatro centros: en el Distrito Federal, Tabasco, San Luis Potosí y Oaxaca.

Para 1933 se fundaron algunos campos experimentales (Jiménez, 1990:972), y en 1943 se creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) en la Secretaría de Agricultura (SA), esto con el financiamiento de la Fundación Rockefeller. Desde entonces y hasta llegar a nuestros días, se han incrementado los centros de investigación y varios de estos han cambiado de nombre, como el actual Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Damián, 2004:39-44).

Sin embargo, las instituciones que el gobierno federal ha impulsado, tienen claramente definido el tipo de agricultura que experimentan y promueven: la agricultura de la *Revolución Verde*. Esto ante el afán de una visión *productivista* y *modernizadora*, que ha llegado a convertirse actualmente en un flagelo importante para que las empresas trasnacionales vendan sus productos. En este esquema no cabe la ciencia de huarache (Hernández X. *et al.*, 1987, en Díaz *et al.*, 1998:105-106), pues en toda la estructura se considera central la ciencia occidental.

El modelo que aquí se propone, sugiere que la investigación sea participativa; en diversos lugares existen experiencias que promueven este tipo de investigación, pero que han incluido poco a personas de la academia o de institutos de investigación. Lo interesante de esto es que los campesinos se involucran en esta fase, estableciendo *parcelas experimentales* y *validando prácticas de cultivo*.

Basan su metodología para transferir tecnología en capacitaciones mediante cursos, encuentros entre productores, prácticas a nivel de parcelas, el *compromiso moral*⁴¹ y giras para conocer diferentes experiencias, entre otras acciones. Ejemplos de este tipo de escuelas son el Centro de Capacitación e Investigación Campesina (CCIC) de Quetzaltenango en Guatemala (Herrera y Odenthal, 1997:135-144), y el Centro de Capacitación Campesina (CCC), de Vicente Guerrero, Tlaxcala (Ramos, 1998).

El Programa de Campesino a Campesino (PCaC) implementado en Nicaragua desde 1987⁴² es otro ejemplo de cómo se potencia el espíritu innovador y la capacidad de transmisión de conocimientos entre campesinos. En ese programa integran diversas acciones para introducir propuestas tecnológicas; se consideran centrales las siguientes preguntas al respecto: ¿se resuelve una necesidad sentida?, ¿se tiene ventaja financiera?, ¿se ajusta al sistema local?, ¿utiliza recursos de la gente?, ¿es de bajo riesgo?, ¿es sencilla?, ¿qué impacto ecológico tiene?

En este sentido, de acuerdo a Bunch (1982:108), un gran número de historias de éxito en la selección de una tecnología apropiada tienden a involucrar innovaciones que fueron muy semejantes a prácticas ya seguidas por los

⁴¹ Así le llaman en algunas ONG's y organizaciones campesinas al compromiso que adquieren los campesinos en algún momento, por ejemplo al concluir un curso o después de un intercambio. Se comprometen "de palabra" ante el grupo a realizar en su parcela alguna actividad muy concreta respecto a lo que aprendieron.

⁴² En ese año se realizó un programa de intercambio de Campesino a Campesino, en el que promotores campesinos de Vicente Guerrero, Tlaxcala, asistieron a provincias de Nicaragua a través de SEDEPAC para compartir prácticas agroecológicas y metodológicas con campesinos nicaragüenses.

productores, las cuales fueron simples y fáciles de aplicar y que proveyeron mayores ganancias.

Pero también en el PCaC, la experimentación en pequeña escala que el agricultor realiza en su parcela es uno de los principios de la promoción y experimentación campesina y es un componente vital; no es la única actividad ni es excluyente. Los procesos de experimentación se encuentran a diferentes niveles, por ejemplo para *conocer nuevas tecnologías, para compararlas*, incluso *para inventar o diseñar nuevos sistemas de manejo*.

El papel del técnico universitario es fundamental en el PCaC pero debe abandonar la visión reduccionista y dejar el papel protagónico a los campesinos. Después de casi tres décadas del PCaC, uno de sus más importantes resultados es que han logrado duplicar su rendimiento de maíz en este tiempo (UNAG, 2012).

En el caso de nuestro país, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) aprobada en 2001, en todo su contenido refiere que está enfocada precisamente hacia el Desarrollo Rural Sustentable. Lo que allí se estipula a manera de discurso retórico se debe aterrizar de manera pragmática, en hechos tangibles que benefician a toda la población, a las comunidades rurales integrándolas en la estructura de ese tipo de desarrollo, entre otros factores, con la generación, validación y diseminación de técnicas alternativas con un enfoque agroecológico.

En el caso de la población urbana, en donde sea posible integrar a los habitantes para producir algunos de sus alimentos con técnicas limpias, baratas y sanas. Los consumidores también se beneficiarían de la producción con esas características, entre otros factores, porque es más sana debido a que no contiene residuos de agrotóxicos.

Precisamente la LDRS en el Título tercero sobre el *Fomento agropecuario y de desarrollo rural sustentable*, en el Capítulo II sobre la *Investigación y Transferencia de tecnología*, específicamente el Artículo 34 refiere a que es función del Estado mexicano establecer el Sistema Nacional de Investigación y

Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITTDRS); hasta el Artículo 40 se abordan las funciones que debe asumir el SNITTDRS.

Además, a partir del Artículo 41 al 52 dentro del Capítulo II respecto a la *Capacitación y asistencia técnica* (LDRS, 2012:18-25), se consideran diversos mecanismos incluyendo lo que las ONG's desde finales de la década de los 70's del siglo pasado llaman *Metodología de Campesino a Campesino* (MCaC) y que se dio entre campesinos de la región Mesoamericana y del Caribe (Ramos, 1998:61; GAAS, 2003:5).

Ante este escenario se plantea la creación del Instituto Nacional de Investigación Agroecológica Sustentable y de Diseminación Alternativa de Tecnología (INIASDAT), cuyas funciones deberían ser la experimentación, validación y diseminación de técnicas agroecológicas tanto para el sector agrícola, como para el pecuario y forestal, y su visión debería ser agroecológica.

El **INIASDAT** dependería económicamente del gobierno federal para sus funciones y sería el responsable de la coordinación entre todos los actores involucrados de crear sinergias para la generación de tecnología, para la validación y para la diseminación de las mismas. El canal para hacer llegar los recursos a esta instancia podría ser la del SNITTDRS. Particularmente para la generación y diseminación se tendrían que utilizar mecanismos alternativos a los actualmente empleados por el INIFAP y secretarías de gobierno en sus diversos niveles.

Por fortuna, las Universidades y otras instituciones de educación superior, en los últimos años comienzan a reconocer que el modelo y los postulados derivados de la Revolución Verde están en crisis. Estas instituciones deben ocupar un lugar importante en la generación de conocimiento científico-tecnológico y de difusión (Sarandon y Hang, 1995:17-19).

Las **Universidades e instituciones de educación superior y posgrado**, además de sus actividades académicas, deberían tener programas de investigación que complementen la realizada por el INIASDAT y demás actores, pero también

deberían no solamente enfocarse a investigación de Ciencia Básica, sino también de Ciencia Aplicada y proyectos de Investigación-Acción-Participante (IAP) por ejemplo. De esta manera podrían tener interacción directa con campesinos que aplicarían algunos resultados de las diversas investigaciones.

La *transferencia de tecnología* ha sido con el enfoque de la agricultura agroindustrial cuyo flujo es unidireccional, sin embargo, lo que aquí se plantea en este sentido es una manera diferente de promoción con un flujo bidireccional, que llamaremos *diseminación* (GAAS, 2003:47).

Los actores que indudablemente se deberían involucrar en el proceso, son los **Asesores Técnicos** de las diversas instancias, tanto públicas como privadas, de instancias federales, estatales y municipales. Los *técnicos* serían los principales actores responsables de **facilitar** procesos sociales y aspectos técnicos, de intercambios, giras, capacitaciones, de diseminar innovaciones funcionales y factibles (desde lo económico, sociocultural y ambiental). Facilitarían la metodología de Campesino a Campesino, articulando propuestas y dejando el papel protagónico a los campesinos.

Las funciones del técnico serían: entrelazar y facilitar el flujo de información entre los productores, apoyar la planificación y preparación de talleres e intercambios, apoyar grupos en la adaptación de técnicas de una zona a otra, identificar vacíos de conocimientos que tengan los productores en sus procesos de experimentación e innovación, ser enlace entre fuentes de información o investigación con los campesinos y articular propuestas locales para promover la MCaC (Herrera y Odenthal, 1997:157-167).

Otros actores también importantes serían las **Organizaciones No Gubernamentales (ONG's)**, que han sido y seguirán siendo un soporte para la generación y transmisión de información hacia los campesinos; pero en este caso también tendrán interacciones con los demás actores al propiciar retroalimentación. Serán facilitadores en lugares que no se abastece el equipo de técnicos de las

instituciones oficiales, pero al igual que los demás actores, entran en la sinergia del sistema.

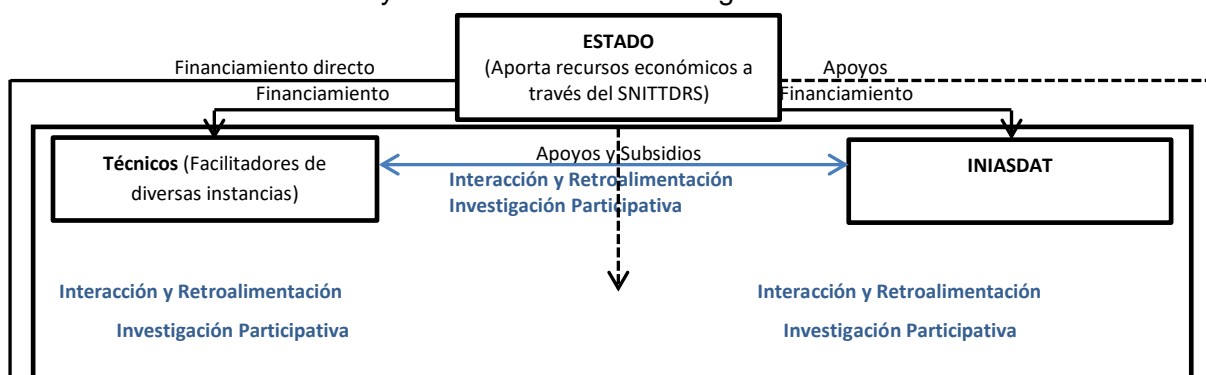
Se plantea la posibilidad de que algunas ONG's también pudiesen recibir apoyo económico del Estado a manera de estímulo en proyectos enfocados a la generación y diseminación de tecnologías sustentables o para la facilitación en zonas determinadas.

Por supuesto, los elementos centrales, desde esta perspectiva, serían los **Campesinos**. Aquí no se conciben como actores pasivos en espera de que las instituciones de investigación sean las que lleven innovaciones hacia ellos, pues se aprovecharía la capacidad de experimentación que de manera natural tienen los mismos campesinos. En este caso se apoyarían de los técnicos facilitadores, del INIASDAT, de las instituciones de educación superior o de las ONG's.

En este esquema, los campesinos retroalimentan los flujos de información y se da una interacción con todos los demás actores involucrados en el proceso de generación, validación y diseminación, esto se logra con los principios de la MCaC.

Por lo tanto, los campesinos también se involucran directamente en las etapas mencionadas, incluso en la diseminación, aprovechando la capacidad de comunicación de algunos de ellos. En esta propuesta, estos actores se convierten en protagonistas y los técnicos pasan a tener el rol de facilitadores. Como se observa en la figura 6.1, los campesinos se encuentran en el centro del esquema con flujos entre ellos que representan la importancia de los intercambios de experiencias entre campesinos a través de la MCaC y que complementa el proceso de interacción, asesorías e investigación participativa con los demás actores involucrados.

Figura 6.1 Modelo para la generación, validación y diseminación de tecnología alterna.



Poggiese (1992:22) considera que la estrategia *es un postulado complejo, que contiene la naturaleza del cambio que se sugiere para el modelo problemático definido en el escenario participativo para poder instrumentar las acciones que se deberán implementar.*

Un elemento central de una estrategia es el **diagnóstico**. De acuerdo con Dourojeanni (2000:121-123), un diagnóstico previo a la elaboración de una estrategia debe identificar con claridad las posiciones convergentes y divergentes de los actores involucrados, y en la medida de lo posible, tratar de concertarlas. Es importante conocer la situación socioeconómico– ambiental reciente de la zona acotada para la aplicación de la estrategia, pero también es básico el conocimiento de los diversos recursos disponibles para la implementación de aquella, para que en base a esto se definan claramente los objetivos y sobre todo las metas.

La omisión de **objetivos** es común en trabajos planteados para la aplicación de estrategias (Dourojeanni, 2000:129-130). Es importante definir los objetivos de ésta, pues son la brújula que guía la dirección que se quiere seguir. Mientras que las **líneas de acción o líneas estratégicas** son las tácticas que se van a seguir, entendidas como el conjunto de actividades físicas y teóricas que cada individuo realizará para dar soluciones inmediatas a la situación prevista e imprevista que puede ser cambiante y crear condiciones adversas. Las tácticas se ajustan a los lineamientos tendientes al logro de objetivos (Martín, 2005:10).

Así como los objetivos son la parte cualitativa de la estrategia, las metas son la parte cuantitativa del planteamiento. Por lo tanto en este apartado es donde se plasman las cantidades de acciones concretas a realizar durante un periodo de tiempo definido claramente.

Además, el periodo de estructuración e implementación es importante, debido a que es aquí donde se ejecutan de manera física las acciones planteadas y que se enfocan a los entes sociales. Estas deben ser flexibles de acuerdo a las condiciones y requerimientos de los grupos e individuos. Lo ideal es que para la realización de

este tipo de acciones, se conjunte un grupo interdisciplinario con el objetivo de hacer servibles las acciones para los beneficiarios.

Finalmente, la evaluación es otra fase en la que se evalúan los avances programados, el logro de objetivos y metas, así como el uso eficiente de los recursos económicos (Santoyo *et al.*, 2002:17-19,22-23). Igualmente en esta parte, se puede contemplar lo que sugieren Masera *et al.* (2000:29,31,81), que la evaluación de la sustentabilidad debe ser cíclica, y por lo tanto se puede repetir en un tiempo dos, dejando pasar un lapso razonable en que pudiese haber cambios respecto a la primera evaluación.

Para el planteamiento de las siguientes líneas estratégicas, se parte de los resultados obtenidos en este trabajo, lo cual se aprovecha a manera de diagnóstico, considerando una situación en que los recursos económicos no representan mayor problema para la ejecución de las actividades. Se diferencia del subcapítulo *recomendaciones para los sistemas de producción*, en que aquí se considera el conjunto de resultados obtenidos a manera de diagnóstico, y con esa base se plantean las líneas estratégicas de manera genérica.

Líneas estratégicas planteadas

Línea estratégica 1. Innovación tecnológica y disseminación de experiencias

La propuesta sobre generación y disseminación de tecnologías que se formula, se basa en la propuesta del subcapítulo anterior (7.4). Se considera estratégica esta área, debido a que hace falta la generación de nuevas tecnologías en el sector agropecuario e incluso forestal, pero con un enfoque diferente al convencional. El enfoque propuesto es desde la agroecología tomando como punto de referencia la sustentabilidad de manera integral y tridimensional.

Pero también es medular la diseminación de esas tecnologías generadas, puesto que en el caso de no haber un planteamiento metodológico adecuado con esa finalidad, servirá muy poco o de plano no servirá generar tecnologías que se ajusten a las condiciones y requerimientos de los campesinos. Por eso se debe aplicar una metodología que funcione, de fácil replicabilidad, participativa y en que los campesinos sean los protagonistas del proceso; la metodología propuesta es la MCaC (ver figura 7.1).

Línea estratégica 2. Conservación de algunos recursos naturales

Entre otros recursos que se deben conservar, están el suelo y agua. Los suelos en la zona se erosionan básicamente debido a la acción del viento, pero también aunque en menor proporción, a la acción de la lluvia. La inclinación de las laderas va desde planas, suavemente inclinadas hasta moderadamente inclinadas. Además, la precipitación pluvial es baja (600 mm anuales) y se deben buscar mecanismos para optimizar el recurso agua de esta fuente natural.

Se debe capacitar a los productores con técnicas sencillas como el uso del aparato “A”, para el trazo de curvas a nivel, que de acuerdo a la inclinación de las laderas, la distancia entre curvas de nivel se recomienda que puedan estar entre 20 y 30 metros entre ellas (Cova *et al.*, 1997:14-16).

Se pueden construir zanjas de acuerdo a esas curvas de nivel y con esta medida se retendría la erosión pluvial y a la vez se estaría captando agua y por lo tanto humedad para los cultivos del terreno a través de la filtración. Para proteger las zanjas, se deben plantar barreras vivas como pasto, frutales, nopales (que se mencionan como parte de la línea estratégica para generar ingresos). En el contorno del terreno, la plantación de frutales y árboles forestales también cumplirían la función de detener la erosión pluvial.

Estas prácticas no deben verse como la reducción de superficie de cultivo, pues en el mediano y largo plazos, las funciones de retención de humedad y evitar la erosión, son más redituables que la siembra de uno o dos surcos más por cada

zanja construida. Este sería un paso importante para evitar que por causa de la erosión se sigan degradando los suelos, pero también para conservar la poca fertilidad que se ubica en la capa superficial de los mismos. La intención es que antes de querer mejorar la fertilidad, se debe estabilizar el proceso erosivo para que el esfuerzo no sea en vano.

Tampoco se debe descartar la posibilidad de restaurar los mismos bordos que ya están establecidos en las parcelas con la finalidad de retener suelo y formar terrazas.

Línea estratégica 3. Elaboración de abonos orgánicos

Para mantener o mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, existen varias alternativas con este fin, sin embargo se debe retener la erosión antes de querer mejorar. Entre otras se pueden mencionar el uso de abonos verdes a través de la siembra de diversas plantas gramíneas y leguminosas y su posterior incorporación para que a través de la acción de microorganismos se integre al suelo en forma de materia orgánica. Al incorporar las plantas en su estado de floración, se asegura de que el aporte de nitrógeno al suelo sea el óptimo.

Otras formas de integrar materiales orgánicos al suelo es construir aboneras para elaborar composta, que se realiza con desechos de rastrojo, estiércol, cal o ceniza de leña y agua en proporción a lo que requiera la materia seca.

Para ese proceso no se requiere mucho trabajo, pues solamente se acomodan los materiales por capas, se incorpora agua al material seco, se cubre con tierra y posteriormente se forma otra capa sobre la primera, cada una de estas puede tener un espesor de 35 cm, por lo tanto con tres o cuatro capas será suficiente para hacerlo manejable. Se deja un tronco al centro durante dos días y luego se retira para que por ese hueco *respire* la abonera, se mezcla dentro de un mes y a los dos meses de haberla construido, para el tercer mes la composta está lista para aplicar al terreno de cultivo.

También existen otras maneras más rápidas de acelerar el proceso de fermentación y degradación de los materiales orgánicos por macro y microorganismos, por ejemplo a través de la elaboración de bocashi, con materiales como rastrojo picado o molido, estiércol fresco, cisco de carbón, pulque o levadura (fuente de microorganismos para la fermentación), aguamiel, piloncillo o melaza (fuente de carbohidratos), cal o ceniza de madera, agua, desechos de granos o tamo de maíz y tierra común.

Ese proceso implica mayor trabajo, pues se voltea la mezcla durante 12 días consecutivos, pero la ventaja es que en dos semanas está listo para utilizarse. Igualmente se pueden elaborar abonos líquidos fermentados ya sea a través del uso de estiércol fresco, desechos de frutas o con leguminosas.

Otra opción es la lombricultura, en que se aprovecha la acción de las lombrices para degradar materiales orgánicos y dejarlos aptos para que la planta los pueda absorber fácilmente y aprovechar mejor. En este mismo proceso se pueden cosechar lixiviados (ácidos húmicos en estado líquido), que se pueden emplear también como abonos foliares.

Línea estratégica 4. Generación de ingresos en la UDC

Entre las actividades agrícolas que no se encontraron en la zona de estudio, están la producción y venta de totemoxtle, que generaría empleo para algunos jornales al momento de la cosecha y puede venderse para la preparación de tamales, o incluso aprovecharse para elaboración de artesanías por los mismos campesinos.

En este último caso, éstas se podrían vender en la ciudad de Huamantla que está clasificada como *pueblo mágico*, en otras ciudades del país o del extranjero o en sus propias comunidades, articulado con la venta de servicios que posteriormente se menciona. Ocasionalmente se piensa que la extracción de hoja es una actividad tediosa, sin embargo actualmente ya existe tecnología barata y fácil de usar que facilita ese trabajo.

Otro aspecto poco aprovechado es la venta de elote, en el caso de los pocos productores que tienen riego, podrían adelantar su cultivo desde finales de febrero o inicios de marzo, y vender elotes en los meses de junio, julio y agosto.

El mercado para esa actividad podría ser igualmente la ciudad de Huamantla, pero también Apizaco y Tlaxcala; además de las comunidades rurales que no tienen riego (las que dependen en su totalidad del temporal son la mayoría a los alrededores la zona de estudio). Esto podría estimular a que en los ejidos y comunidades que tienen pozos subutilizados, realicen las gestiones correspondientes para restaurar sus sistemas de riego y buscar diversas posibilidades de generación de ingresos.

También una actividad poco encontrada en la zona de estudio, es la diversificación de cultivos ya sea intercalados o asociados. Sobre todo considerando que los campesinos del SPTrad tienen superficies en promedio de 4.1 ha, pero que algunos incluso solamente tienen 1 ha; se debe aprovechar óptimamente ese espacio con fines multidimensionales.

En los contornos se deben plantar árboles forestales y frutales que a su vez funcionen como barreras vivas, pero en el caso de los frutales se deben ver como un motor económico para generar ingresos en el corto y mediano plazo por la venta de fruta. En los bordos de las cercas, se pueden plantar también árboles frutales, pasto *Anapier de la India*⁴³, nopales tuneros y para verdura, magueyes para pulque y fibras, etc.

Se debe partir del hecho en que se considera la agricultura como multifuncional, y desde esta perspectiva se puede aprovechar no solo para producir alimentos, sino para vender servicios entre otras posibilidades (Barrera, 2012). El turismo rural alternativo es otra de las opciones que se pueden promover involucrando a los campesinos con menos tierras, que organizados pueden ofrecer

⁴³ Es una variedad de pasto adaptado a las condiciones de zonas más desfavorables de Tlaxcala como las laderas del poniente del estado. Se adapta a una amplia gama de suelos, climas y condiciones de humedad. Además crece de manera vertical, no invade fácilmente áreas de cultivo y el ganado lo acepta para su consumo favorablemente.

recorridos por sus parcelas y comunidades a grupos de ciudadanos que buscan un turismo diferente.

Pero se torna más atractivo para ese tipo de turistas, cuando las tierras de cultivo tienen mayor diversidad y se muestra a los visitantes esa agrodiversidad de la parcela, aunado a los servicios ambientales que la misma proporciona. Además de los recorridos guiados, se puede ofrecer comida típica, fruta que allí se produce, granos y semillas, verduras, incluso hospedaje, etc. Esto amplía la gama de posibilidades de ingresos para los productores. Obviamente para realizar estas actividades se deben organizar, capacitar y adecuar infraestructura básica para poder ofertar servicios de calidad y con calidez.

Finalmente, al contar con trabajos por ejemplo de conservación de suelos y agua, o con diversidad productiva con un enfoque agroecológico, se podrían organizar y realizar gestiones ante la SEMARNAT (o su equivalente en el sexenio 2012-2018, o donde corresponda), para que les apoyen por la venta de servicios ambientales, los cuales pueden justificarse desde el enfoque de captación de recursos hidrológicos e incluso de conservación de agrodiversidad en su caso.

Línea estratégica 5. Producción de alimentos para autoconsumo

Para el planteamiento de esta línea estratégica, se parte del hecho que los campesinos a pesar de que tienen algunos medios de producción como la tierra, producen poca diversidad de productos (para autoconsumo y mercado), y dependen de muchos otros para su alimentación. Un recurso limitante es el agua para actividades de consumo y productivas, por eso en este caso se propone aprovechar la azotea para captar agua de lluvia que se puede almacenar en cisternas de ferrocemento de entre 14 y 30 mil litros de capacidad. Este recurso vital se empleará para diversas actividades productivas de alimentos.

Se pueden preparar camas biointensivas en el traspatio con materiales orgánicos suficientes para sembrar diversas hortalizas de manera *escalonada* y en

cantidades pequeñas, apenas para el uso doméstico familiar. Esto implica contar con variedad de verduras convencionales como lechuga, acelga, espinaca, cilantro, etc., incluyendo algunas plantas nativas como quelites, verdolagas, entre otras. Con esto se podrá abastecer de vegetales la UDC de manera más sana y barata que la del mercado. El agua almacenada se podrá emplear para regar estas plantas con sistemas de goteo o micro goteo que optimice el recurso vital.

Además, se pueden seguir teniendo diversos animales como gallinas, conejos, guajolotes, cabras, entre otros, y darles desechos de verduras y forraje de la parcela. El estiércol producido se puede emplear para elaborar abonos orgánicos que se apliquen al huerto familiar y a la parcela. Al contar con animales de traspatio se podrá producir leche (cabras lecheras), carne y huevo para consumo familiar.

Al igual que las verduras, los subproductos de origen animal también serán de mejor calidad que los del mercado. El objeto de estas propuestas es para mejorar la calidad de vida de las familias campesinas, a través de una alimentación suficiente en cantidad, de buena calidad y más sana.

Línea estratégica 6. Organización de los productores

De acuerdo a los hallazgos encontrados en las diversas comunidades, es importante que se considere una mejor organización por parte de los productores para diversas actividades. No basta con la estructura de los comisariados ejidales y sus comitativas, puesto que las actividades que promueven las diversas secretarías les absorben tiempo.

Es necesario que se integren comisiones para gestión de diversos recursos y apoyos, por ejemplo para el subsidio en maquinaria agrícola adecuada a sus requerimientos, para el pago por servicios ambientales, para solicitar asistencia técnica con un enfoque agroecológico que coadyuve a reducir los insumos externos y se aprovechen mejor los recursos locales.

Así también para los procesos de comercialización, el Estado debe fungir como facilitador y no como intermediario, es decir, debe contactar a consumidores con los productores para que les sea más conveniente a ambos. Pero esto no es posible si no hay una organización adecuada de productores, pues a los consumidores (harineras, molinos, tortillerías, etc.), por supuesto que no les interesa hacer trato con productores a nivel individual y mucho menos que éstos son minifundistas cuya capacidad (de manera fragmentada sin estar organizados), es mínima para abastecer al mercado.

Posibles líneas de investigación

De acuerdo a la relevancia de los resultados obtenidos, es imprescindible que en la zona de estudio se realicen nuevas investigaciones en relación a la evaluación de la sustentabilidad del mismo agroecosistema y que se comparen los mismos sistemas de producción (SPT_{Trad} y SPT_{Agrond}), de acuerdo a un nuevo ciclo de evaluación (en un tiempo 2). La siguiente evaluación sería adecuada en un periodo de 5 años después de la presente, con el objeto de identificar las tendencias de los diversos ámbitos analizados y sobre todo considerando el dinamismo de los sistemas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Adizes, I. 1977. ***Autogestión: La práctica yugoslava***. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 336 pp.
- Aguilar, A. J., J. R. Altamirano, C. y R. Rendón, M. (Coordinadores). 2010, ***Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural***. 1ª Edición, FAO, CIESTAAM-UACH, CYTED. México. 281 pp.
- Aguilar, J. En: González L., J., V. De la Cruz, J. Aguilar (Coordinadores). 1995. ***Presentación: 2do. Seminario Internacional de Agroecología***. En:

Agroecología y desarrollo sustentable, segundo seminario internacional de Agroecología. U. A. Ch., RIAD, México. Pp. Xi-xii.

- Altieri, M. A. 1987. ***The scientific basis of alternative agriculture.*** Westview press, Inc. Boulder, CO, USA. 227 pp.
- Altieri, M. A. y C. I. Nichols. 2000. ***Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable.*** PNUMA, 1ª Edición. México, D. F. 250 pp.
- Altieri, M. A. y S. Hecht. 1999. ***Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.*** Editorial Nordan- Comunidad, Montevideo, Uruguay. 338 pp.
- Altieri, M. A. y V. M. Toledo. 2011. ***The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants.*** The Journal of Peasant Studies Vol. 38, No. 3, 587-612.
- Andrade, F. H. 1998. ***Posibilidades de expansión de la producción agrícola.*** En: Interciencia julio- agosto, Vol. 23 No. 4. Pp. 218-226
- Appendini, K. y G. Torres-Mazuera (Editoras). 2008. ***¿Ruralidad sin agricultura? Perspectivas multidisciplinares de una realidad fragmentada.*** El Colegio de México. México, D. F. 255 pp.
- Appendini, K., L. Cortés y V. Díaz H. En: Appendini, K. y G. Torres-Mazuera (Editoras). 2008. ***Estrategias de seguridad alimentaria en los hogares campesinos: la importancia de la calidad del maíz y la tortilla.*** En: ***¿Ruralidad sin agricultura? Perspectivas multidisciplinares de una realidad fragmentada.*** El Colegio de México. México, D. F. pp. 103-127
- Arellano, S. J. En: Rodríguez, R., Camarena, L. 1998. ***El concepto de región en la actual perspectiva chiapaneca. Algunas reflexiones sobre la particularidad de su uso.*** En: ***El desarrollo regional en México,***

- antecedentes y perspectivas.** Ediciones AMECIDER, UNAM, UAQ. México, D. F. 254 pp.
- Arocena, J. 1995. ***El desarrollo local: un desafío contemporáneo.*** Nueva Sociedad, Claeh, Universidad Católica de Uruguay. Caracas, Venezuela. 175 pp.
- Astier, M. y J. Hollands (Editores). 2005. ***Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica.*** Mundiprensa, GIRA A. C. México D. F. 404 pp.
- Astier, M., E. Pérez A. y F. Mota G. En: Masera, O. y S. López-Ridaura (Editores). 2000. ***El diseño de sistemas sustentables de maíz en la región purépecha.*** En: ***Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural.*** Programa universitario de medio ambiente, Mundiprensa, GIRA A. C., Instituto de Ecología UNAM. México, D. F. Pp. 271-323.
- Astier, M., Masera, O., S. López-Ridaura y Galván- Miyoshi, Y. (Coordinadores). 2008. ***Integración de indicadores en la evaluación de la sustentabilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio.*** En: ***Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional.*** SEAE, CIEco, UNAM, Mundiprensa, GIRA A. C., ECOSUR. Valencia, España. 200 pp.
- Ávila, V. 2000. ***Factores exógenos.*** En: revista Internacional de Desarrollo Local, Campo grande: MDL/UCAB, núm. 1, pp.63-75.
- Azorín, F. 1969. ***Curso de muestreo y aplicaciones.*** Ediciones Aguilar. Madrid, España. 375 pp.
- Bänzinger, M., G. O. Edmeades, y J. Bolaños. 1997. ***Relación entre el peso fresco y el peso seco del maíz en diferentes estados fenológicos del cultivo.*** En Agronomía Mesoamericana 8(1):20-25.

- Barkin, D. 1998. ***Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable***. Editorial Jus, Centro de Ecología y Desarrollo. México, D. F. 43 pp.
- Barrera, E. 2012. ***Política agropecuaria: Multifuncionalidad y turismo rural van de la mano***. En: www.cpia.org.ar Consultado el 6 de octubre de 2012.
- Bartra, A. (Coordinador). 2010. ***Campesindios de América uníos***. En: ***La jornada del campo***. No. 33 año III. 19 de junio de 2010.
- Bartra, A. 2003. ***Cosechas de ira***. ITACA, México, D. F. 131 pp.
- Blanco, R. J. L. En: González, J. A., S. del Amo R., F. D. Guirri G. (Coordinadores). 2007. ***Los cambios en el sistema milpero de los zoque-popoluca del sur de Veracruz: el manejo de la agrobiodiversidad***. En: ***Los nuevos caminos de la agricultura: proceso de conversión y perspectivas***. Proaft, A. C., Universidad Iberoamericana, Plaza y Valdés editores. México, D. F. Pp183-212.
- Blomström, M. y B. Hettne. 1990. ***La teoría del desarrollo económico en transición***. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 272 pp.
- Boege, E. 2009. ***Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz***. En: Ciencias, UNAM, octubre 2008- marzo 2009, pp. 18-28.
- Bonfil, B. G. 1987. ***México profundo, una civilización negada***. Grijalbo. México, D. F. 250 pp.
- Bonfil, B. G. 1992. ***Por la diversidad del futuro***. Revisado en: Periódico Opciones.
- Bonfil, B. G. 2004. ***Pensar nuestra cultura***. En: Patrimonio Cultural inmaterial. Pp. 117-134.
- Borrayo, L. R. y J. M. Castañeda, En: Quintero, S. M. L. y C. Fonseca H. (Coordinadores). 2008. ***Enfoques estructurales de problemas económico-ambientales a nivel regional: Un caso de estudio en la región centro de***

- México.** En: *Desarrollo sustentable, aplicaciones e indicadores.* H. Cámara de diputados LX Legislatura- Miguel Ángel Porrúa. México, D. F. 478 pp.
- Brambila, J. J. 2006. *En el umbral de una agricultura nueva.* Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados. México, D. F. 305 pp.
- Brunett, P. L. 2004. *Contribución a la evaluación de la sustentabilidad; estudio de caso de dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche del Valle de Toluca.* Tesis de Doctorado, UNAM. México, D. F.
- Bunch, R. 1982. *Dos mazorcas de maíz.* Vecinos mundiales, Oklahoma, E. U. A. 268 pp.
- Calva, J. L. 1988. *Los campesinos y su devenir en las economías del mercado.* Siglo XXI Editores. México, D. F. 665 pp.
- Camberos, C. M. 2000. *La seguridad alimentaria de México en el año 2030.* Ciencia Ergo Sum, Vol. 7 (1). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Carabias, J. En: Barahona, A. y L. Almeida-Leñero (Coordinadoras). 2006. *Recursos naturales, desarrollo sustentable y educación.* En: *Educación para la conservación.* UNAM. México, D. F. 360 pp.
- Carabias, J. En: González L. J., V. De la Cruz y J. Aguilar. (Coordinadores). 1995. *El desarrollo sustentable, única opción para la conservación.* En: *Agroecología y desarrollo sustentable, segundo seminario internacional de Agroecología.* U. A. Ch., RIAD, México. 334 pp.
- Castro, P. F. 2006. *Colapsos ambientales- transiciones culturales.* BUAP, UNAM. México, D. F. 475 pp.
- Chayanov, A. V. 1986. *The theory of peasant economy.* The University of Wisconsin Press. Madison, WI, USA. 318 pp.

- Chayanov, A. V. 1988. **La organización de la unidad económica campesina**. Editorial Nueva Visión. Buenos Aires, Argentina. 342 pp.
- CIMMYT. 2012. **Dr. Norman Borlaug**. En: <http://www.cimmyt.org/es/quienes-somos/el-cimmyt-y-norman-> Consultado el 3 de julio de 2012
- CMA (Cumbre Mundial sobre la Alimentación). 1996. **Seguridad alimentaria**. En: ftp://ftp.fao.org/es/esa/policybriefs/pb_02_es.pdf Consultado el 30 de enero de 2012.
- Cochran, G. W. 1974. **Técnicas de muestreo**. Ed. CECSA. México, D. F. 507 pp.
- Conway, G. R. y E. B. Barbier. 2009. **After the green revolution: sustainable agriculture for development**. Earthscan Publications, London England. 210 pp.
- Cova, J.O., T. Juárez F. y P. Sánchez M. 1997. **Manual de conservación de suelos y agua**. Cedumam. Tlaxcala, México. 47 pp.
- Cuervo, G. L. M. 2003. **Pensar el territorio: los conceptos de ciudad global y región en sus orígenes y evolución**. ILPES- Dirección de gestión del desarrollo local y regional. Santiago de Chile. 159 pp.
- Damián, H. M. A. (Coordinador). 2004. **Apropiación de tecnología agrícola, características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala**. BUAP, Conacyt- Siza, H. Congreso del estado de Tlaxcala, LVII Legislatura, México. 295 pp.
- Díaz H. V., En: Appendini, K. y G. Torres-Mazuera (Editoras). 2008. **Valor económico de la seguridad alimentaria de maíz en unidades domésticas productoras del centro de México**. En: *¿Ruralidad sin agricultura? Perspectivas multidisciplinares de una realidad fragmentada*. El Colegio de México. México, D. F. pp. 129-149.

- Díaz, J. E. 2005. **Estrategias de supervivencia y seguridad alimentaria en América Latina y en África**. CLACSO. Buenos Aires, Argentina. 500 pp.
- Dourojeanni, A. 2000. **Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable**. CEPAL, ECLAC. Santiago de Chile. 372 pp.
- FAO. 2010. **Special programme for food security**. En: http://www.fao.org/spfs/index_es.asp Consultada el 17 de septiembre de 2010.
- Fernández, A. R. 2008. **Ecología para la agricultura**. Mundiprensa. Madrid, España. 224 pp.
- Fidecix. 2011. **Fideicomiso de la ciudad industrial de Xicohténcatl**. En: <http://www.fidecix.com/> Consultado el 14 de noviembre de 2011.
- GAAS. 2003. **Estrategia regional para diseminar la agricultura sostenible en Mesoamérica y El Caribe**. Brot für die welt, SIMAS. Managua, Nicaragua. 117 pp.
- Galván- Miyoshi, Y. En: Astier, M., Masera, O., S. López-Ridaura y Galván- Miyoshi, Y. (Coordinadores). 2008. **Integración de indicadores en la evaluación de la sustentabilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio**. En: **Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional**. SEAE, CIEco, UNAM, Mundiprensa, GIRA A. C., ECOSUR. Valencia, España. Pp. 95-118.
- García, O. F. 1998. **La tercera Revolución Verde: plantas con luz propia**. Debate, Cornell University. New York, USA. 209 pp.
- Geilfus, F. 1997. **80 herramientas para el desarrollo participativo**. SAGAR-IICA. México, D. F. 208 pp.
- Geilfus, F. 2000. **Estrategias Campesinas. Marco de análisis para el desarrollo rural**. IICA, Tegucigalpa, Honduras. 378 pp.

- Gildardi, R. En: Gorban. 2011. **Cambio Climático y soberanía alimentaria**. En: **Seguridad y Soberanía Alimentaria**. Colección Cuadernos, Buenos Aires, Argentina. 192 pp.
- Gliessman, S. 2002. **Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Impresiones LITOLAT. Turrialba, Costa Rica. 359 pp.
- González de Molina, N. M. En: CLADES. 1992. **Agroecología: Bases teóricas para una historia agraria alternativa**. En: <http://www.clades.cl/revistas/4/rev4art3.htm> Consultado el 12 de septiembre de 2010.
- González, B. 2009. **Cálculo del índice de Gini**. En: http://issuu.com/byrong/docs/c_lculo_del_indice_de_gini#print Consultado el 6 de febrero de 2012.
- González, J. A. 2001. **Notas sobre algunas concepciones de Ángel Palerm acerca del ambiente y la agricultura**. En: **historia de la ciencia en México**. La antropología, Universidad Autónoma del Estado de México. pp. 263-278.
- González, J. A., S. Del Amo R. y F. D. Guirri G. (Coordinadores). 2007. **Los nuevos caminos de la agricultura: procesos de conversión y perspectivas**. Proaft, A. C., Universidad Iberoamericana, Plaza y Valdés Editores. México, D. F. 509 pp.
- González, M. J. 1997. **Métodos y técnicas de investigación social**. Editorial Aguacalara. Madrid, España. 299 pp.
- Greenpeace. 2011. **Semarnat, ¿al servicio de Monsanto o de México?** En: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2011/Noviembre-/Semarnat-al-servicio-de-Monsanto-o-de-Mexico/> Consultado el 8 de julio de 2012.
- Gutián, G. M., En: Delgado, B. C. (Director). 2001. **Positivismo y hermenéutica en sociología, una polémica incesante**. En: **Naturaleza y sociedad, necesidades y actores sociales**. UNAM. México, D. F. 278 pp.

- Gutiérrez, P. G. 1996. **Metodología de las ciencias sociales**. 2ª Edición, editorial Oxford. México, D. F. 345 pp.
- Harlem, B. G. y M. Khalid. 1988. **Nuestro futuro común**. Alianza editorial, Madrid, España. 460 pp.
- Hernández X., E. 1987. **Xolocotzía, Tomo II**. Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pp. 443-799.
- Hernández X., E. y J. R. Aguirre R. 1987, En: Díaz, L. M A. y A. Cruz L. (Compiladores). 1998. **Etnobotánica y agricultura tradicional**. En: **Nueve mil años de agricultura en México, homenaje a Efraín Hernández Xolocotzi**. Grupo de Estudios Ambientales A. C., Universidad Autónoma de Chapingo. México, D. F. 217 pp.
- Hernández X., E., En: Hernández X., E. y A. Ramos R. 1985. **Graneros de maíz en México**. En: **Xolocotzía, Tomo I**. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 423 pp.
- Hernández, S. R., C. Fernández C. y P. Baptista L. 2006. **Metodología de la investigación**. Mc Graw Hill, México. 850 pp.
- Herrera, R. J. L. y J. Odenthal T. (Compiladores). 1997. **Agricultura sustentable. Teoría y práctica desde los movimientos sociales**. CESE, A. C. Pátzcuaro, Michoacán. 182 pp.
- Hewitt, A. C. 1985. **La modernización de la agricultura mexicana, 1949-1970**. Siglo XXI editores, 5ª edición, México, D. F.
- INE, SEMARNAT, SINAREFI, CONABIO y SAGARPA. 2008. **Documento de trabajo para el taller Agrobiodiversidad en México: el caso del maíz**. INE, CONABIO. México, D. F. 64 pp.
- INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala. 1990. **Anuario estadístico del estado de Tlaxcala 1990**. Aguascalientes, México. 440 pp.

- INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2005. **Anuario estadístico del estado de Tlaxcala 2005**. Aguascalientes, México. 703 pp.
- INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2007. **Anuario estadístico del estado de Tlaxcala 2007**. Aguascalientes, México.
- INEGI y Gobierno del estado de Tlaxcala. 2008. **Anuario estadístico del estado de Tlaxcala 2008**. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2010. En: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx> Consultado el 16 de febrero de 2011.
- INIFAP. 2009. **Pronóstico agroclimático Tlaxcala 2009**. Sefoa, Sagarpa, Inifap. Tlaxcala. 59 pp.
- Jiménez, V. M. 1990. **La fundación Rockefeller y la investigación agrícola en América Latina**. Revista Comercio Exterior, vol. 40, núm.10, México.
- Klein, J. L. 2005. **Iniciativa local y desarrollo: respuesta social a la globalización neoliberal**. Revista Eure, vol. XXXI, núm. 94, pp. 25-39.
- LDRS. 2012. **Ley de Desarrollo Rural Sustentable vigente**. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf> Consultado el 01 de agosto de 2012
- Leach, G. 1976. **Energy and food production**. IPC Science and Technology Press for the International Institute for Environment and Development, University of California. CA, USA. 137 pp.
- Leff, E. 2007, **Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder**. México, D. F. Siglo XXI Editores. 417 pp.
- María, R. A. 2007. **El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal**. Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

- María, R. A., INIFAP. 2009. ***Apuntes de experimentos en INIFAP***. Archivos no publicados. Tlaxcala, México.
- Martín, P. C. 2005. ***Estrategia y mente, el código del gran juego***. Amertown International. USA, 292 pp.
- MASAGRO. 2012. ***Boletín enlace***. En: <http://conservacion.cimmyt.org/es/boletin-ac/2012/564-boletin-no-49> Consultado el 10 de septiembre de 2012.
- Masera, O. y S. López-Ridaaura. 2000. ***Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural***. PUMA, Mundiprensa, Instituto de Ecología UNAM, GIRA A. C., México. 346 pp.
- Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaaura. 1999. ***Sustentabilidad y manejo de recursos naturales, el marco de evaluación MESMIS***. Mundiprensa, GIRA A. C., Instituto de Ecología UNAM, México. 109 pp.
- Massieu, T. Y. y J. Lechuga, M. 2002. ***El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo***. En: Rev. Análisis Económico, vol. XVII, No. 036. UAM-Azcapotzalco, México, D. F. pp. 281-303
- Max-Neef, M., A. Elizalde y M. Hoppenhayn. 2001. ***Desarrollo a escala humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones***. Nordan-Comunidad, Icaria, Barcelona, España. 153 pp.
- Meadows, D., D. Meadows H. L. y J. Randers. 1992. ***Más allá de los límites del crecimiento***. Ediciones el país, S. A. / Aguilar, S. A. Madrid, España. 355 pp.
- Mera, O. L. M., R. Alvarado y F. Basurto. 2009. ***De quelites me como un taco. Experiencia en educación nutricional***. Revista del jardín botánico nacional, No. 24 (1-2). Editorial Universitaria, Cuba. 49 pp.
- MIAF-COLPOS. 2012. ***Tecnologías alternativas sustentables, análisis económico***. En:

<http://www.colpos.mx/proy/PMSL/Docs/SubCResultadosA.htm> Consultado el 3 de julio de 2012.

Morales, H. J. En: Torres, L. P. A. 2005. ***Desarrollo regional desde lo local. La red de alternativas sustentables agropecuarias de Jalisco.*** En: ***Desarrollo regional y sustentabilidad en México.*** Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco; El Colegio de Sonora. 664 pp.

Müller, S. 1996, ***¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales.***, IICA, GTZ, Costa Rica. 55 pp.

Muñoz, O. A. (Director). 2005. ***Centli Maíz.*** Colegio de Postgraduados. México. 210 pp.

Niño, V. E. 1984. ***La problemática y las posibilidades de desarrollo de la población rural.*** Memoria de la ponencia presentada en Cocoyoc, Morelos, México.

Niño, V. E. 1993. ***Conciencia individual y conciencia colectiva en el desarrollo social general, en enfoques y perspectivas en el desarrollo rural.*** CEDERU. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Ocampo, F. I. 2004. ***Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México.*** Tesis de Doctorado, Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

Ortega, R. R. 2008. ***Maíz transgénico: riesgos y beneficios.*** Revista: Universidad de Sonora. No. 22 p. 41-43, julio-septiembre 2008.

Perales, R. M., L. E. Fregoso T., C. O. Martínez A., V. Cuevas R., A. Loaiza M., J. E. Reyes J., T. Moreno G., O. Palacios V. y J. L. Guzmán R. En: Masera, O. y S. López-Ridaura (Coordinadores). 2000. ***Evaluación del sistema agro-silvo-pastoril del Sur de Sinaloa.*** En: ***Sustentabilidad y sistemas campesinos.*** Mundi Prensa, México D. F. Pp 143-206.

- Pérez, S. A., D. Ortégón y Ma. L. Rosales. 2009. ***Propuesta de plan de desarrollo municipal (Huamantla)***. El Colegio de Tlaxcala, A. C., Consejo Económico y Social de Tlaxcala. Tlaxcala, México. 112 pp.
- Pérez, U, M. y C. García. 2011. ***Prevén emergencia alimentaria por heladas***. La Jornada. En: <http://www.jornada.unam.mx/2011/02/15/estados/036n1est> Consultado el 15 de febrero de 2011.
- Periódico Oficial del Gobierno del estado de Tlaxcala. 2011. ***Sumario del Poder Legislativo***. Gobierno del estado de Tlaxcala. Tomo XC.
- PIDAASSA (Programa de Intercambio, Diálogo y Asesoría en Agricultura Sostenible y Seguridad Alimentaria en América Latina y El Caribe). 2005. ***Memoria: Comercialización campesina sostenible***. Xilotl, servicios comunitarios, S. C. México, D. F.
- Pimentel, D. y M. Pimentel. 2005. ***Energy use in agriculture: an overview***. LEISA Magazine. 21:5-7.
- Pimentel, D. y W. Dazhong, En: Wayne (Editor). 1990:148. ***Technological changes in energy use in U. S. Agricultural production***. En: ***Agroecology***. McGraw-Hill Publishing Company, USA. Pp. 147-164.
- Poggiese, H. A. 1992. ***Energización rural y participación social***. Seminario Latinoamericano sobre Energización Rural. SeCyT- Argentina/ FAO/ ONUD. Buenos Aires, Argentina.
- PPM (Pan Para el Mundo). 2006. ***Construyendo procesos de Campesino a Campesino***. PIDAASSA, Brot für die Welt, Stuttgart, Alemania. 150 pp.
- Quist, D. y Chapela, I. 2001. ***Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México***. Revista Nature, Vol 414. En: [www. Nature.com](http://www.Nature.com) Consultada el 2 de julio de 2012.Pp 541-543.

- Ramírez, C. G. 2005. ***Las técnicas agroecológicas y su contribución al desarrollo rural en Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala.*** Tesis de maestría, programa Socioeconomía, Estadística e Informática, Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Ramos, S. F. J. 1998. ***Grupo Vicente Guerrero de Españita, Tlaxcala, dos décadas de promoción de Campesino a Campesino.*** Red de Gestión de Recursos Naturales. Fundación Rockefeller, México. 111 pp.
- Restrepo, R. J. 1997. ***Curso taller de agricultura orgánica. Compendio de apuntes para el curso.*** Cedum, Dana A. C., Sedepac, Raam, Uama A. C. Grupo Vicente Guerrero, A. C., México, D. F.
- Rifkin, J. 1990. ***Entropía: hacia el mundo invernadero.*** Urano, España. 345 pp.
- Ríos-Gómez, R. y C. Garrido R. En: Quintero, S. M. L. (Coordinadora). 2004. ***Biodiversidad, ciclos y sustentabilidad.*** En: ***Recursos naturales y desarrollo sustentable: Reflexiones en torno a su problemática.*** H. Cámara de diputados LIX Legislatura- Miguel Ángel Porrúa. México, D. F. 360 pp.
- Robles, R. B. En: Álvarez-Buylla, R. E., A. Carreón G. y A. San Vicente T. 2011. ***El pueblo Teenek: Los hombres de maíz.*** En: ***Haciendo milpa, la protección de las semillas y la agricultura campesina.*** UNAM, Semillas de Vida. México, D. F. 91 pp.
- Rogers, E. M., Svenning, L. 1995. ***Diffusion of innovations.*** The Free Press. New York, U. S. A. 523 pp.
- Rosales, O. R. y Hernández, A. L., En: Delgado, B. C. (Director). 2001. ***Los diversos métodos de la investigación sociológica, métodos cualitativos y cuantitativos.*** En: ***naturaleza y sociedad, necesidades y actores sociales.*** UNAM, México, D. F. 278 pp.
- Rosset, P. M. 1997. ***Alternative agriculture and crisis in Cuba.*** Technology and society 16:19-25.

- Ruíz, R. O. En: González L., J., V. De la Cruz y J. Aguilar. (Coordinadores). 1995. ***Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico.*** En: ***Agroecología y desarrollo sustentable, segundo seminario internacional de Agroecología.*** U. A. Ch., RIAD. México, D. F. 334 pp.
- Sachs, A. 1995. ***Eco-Justice: Linking Human Rights and the Environment.*** Worldwatch paper 127. Washington, D. C. 68 pp.
- Sachs, W. 2001. ***Diccionario del desarrollo.*** Galileo Ediciones y Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 439 pp.
- SAGARPA. 2012. ***Programa MASAGRO.*** En: <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/Paginas/default.aspx> Consultado el 01 de agosto de 2012.
- Sánchez, M. P. 2008. ***Proceso autogestivo para la conservación de suelos y agua en sistemas campesinos sustentables. Los casos de Vicente Guerrero y La Reforma, Tlaxcala.*** Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México. 145 pp.
- Sánchez, M. P. y Castro P. F. 2011. ***Prácticas agroecológicas para una agricultura sostenible.*** El Colegio de Tlaxcala, Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero, A. C. Tlaxcala, México. 88 pp.
- Santoyo, H., P. Ramírez y M. Suvedi. 2002. ***Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural.*** INCA rural, CIESTAAM-UACH, Michigan State University. 241 pp.
- Sarandon, S. y Hang, G. 1995. ***El rol de las universidades en la incorporación de un enfoque agroecológico para el desarrollo rural sustentable.*** Agroecología y Desarrollo núm. 8. CLADES.
- SEFOA (Secretaría de Fomento Agropecuario). 2011. ***Contingencia, heladas 8 y 9 de septiembre de 2011 en Tlaxcala.*** Informe.

- Serratos, H. J. A. 2009. ***El origen y la diversidad del maíz en el continente americano***. Greenpeace, México. 36 pp.
- Sevilla, G. E. 2006. ***De la Sociología Rural a la Agroecología***. Icaria Editorial, Barcelona, España. 255 pp.
- Sevilla, G. E. En: Aguilar J. C. E. y Galdámez G. J. 2009. ***Raíces científicas y sociales de la dimensión socioeconómica de la agroecología***. En: ***Memoria del X Simposio Internacional y V congreso anual de agricultura sostenible***. SOMAS- UNACH. Tuxtla, Gtz. Chiapas, México.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) SAGARPA. 2012. ***Rendimientos de granos por Estados y años***. En: <http://siap.gob.mx/>. Consultado el 10 de agosto de 2012.
- SIAP-SAGARPA. 2010. ***Producción agrícola por municipio 2007***. En: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 Consultado el 28 de septiembre de 2010.
- Sinmaiznohaypais. 2012. ***¿Quénes somos la Campaña Nacional Sin Maíz no hay país?*** En: <http://www.sinmaiznohaypais.org/?q=node/908> Consultado el 18 de noviembre de 2012.
- Solares, B. En: Puga, E. C. (Directora). 1999. ***Lenguaje y cultura o lo imaginario y la razón. Una aproximación a la hermenéutica simbólica***. En: ***Revista mexicana de ciencias políticas y sociales***. UNAM, Año XLIII, Núm. 174, oct-dic 1998. 240 pp.
- Stavenhagen, R. 1977. ***Sociología y subdesarrollo***. Editorial nuestro tiempo, México, D. F. 236 pp.
- Toledo, V. M. 1991. ***El juego de la supervivencia. Un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica***. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. Berkeley, California. U. S. A. 75 pp.

- Toledo, V. M. 1995. ***Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: Los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural***. Cuaderno de trabajo 3. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. México, 29 pp.
- Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols. 2008. ***La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales***. Junta de Andalucía, Icaria Editorial. Barcelona, España. 230 pp.
- Toledo, V. M., Carabias, J., Mapes, C. y Toledo, C. 2000. ***Ecología y autosuficiencia alimentaria. Hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México***. Siglo veintiuno Editores. Instituto de Biología. UNAM. 121 pp.
- Toledo, V. M., E. Boege y N. Barrera-Bassols. 2010. ***The biocultural heritage of México: An overview***. Revista Landscape, Vol. II, Issue 6 pp. 7-13.
- Tommasino, H. En: Foladori, G. y N. Pierri (Coordinadores). 2005. ***Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias***. En: ***¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable***. Colección América Latina y el nuevo orden mundial, Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de diputados, México. 219 pp.
- Turrent, F. A. 1980. ***El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de la productividad***. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 319 pp.
- Turrent, F. A. y Cortés F. J. I. 2005. ***Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad***. TERRA Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 2, abril-junio, Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 265-272.
- Tyrtania, L. 2009. ***Evolución y sociedad Termodinámica de la supervivencia para una sociedad a escala humana***. UAM-Iztapalapa, Juan Pablos Editor, México D. F. 368 pp.
- UNAG. 2102. ***Comparten prácticas agrícolas***. En: http://www.unag.org.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=791:

nicaragua-ha-duplicado-cosecha-de-maiz-en-los-ultimos-anos-
&catid=97:unag-medios&Itemid=203 Consultada el 6 de julio de 2012.

Unceta, K. 2009. ***Desarrollo, subdesarrollo, maldesarrollo y postdesarrollo. Una mirada transdisciplinar sobre el debate y sus implicaciones.*** En: Carta Latinoamericana D3e, Revista del Centro Latinoamericano de Ecología Social, abril, núm. 7.

USDA. 2010. ***Foreign Agricultural Service.*** En: http://www.fas.usda.gov/agx/buying_us/buying_us_products.asp Consultado el 28 de septiembre de 2010.

Vachón, B. 2001. ***“La práctica del desarrollo local en el desarrollo local”, en Política económica local, la respuesta de las ciudades a los desafíos del ajuste productivo.*** Ediciones Pirámide, Madrid, España. 332 pp.

Vázquez, V. J. D. En: Jiménez, G. R. y A. González, R. (Coordinadores). 2008. ***Elementos conceptuales considerados para el abordaje de la migración, como estrategia de reproducción en la región Oriente de Tlaxcala.*** En: ***La migración de tlaxcaltecas hacia Estados Unidos y Canadá. Panorama actual y perspectivas.*** El Colegio de Tlaxcala, A. C., U. A. T., SEPUEDE., Tlaxcala, México. Pp. 139-151.

Vía Campesina. 2012. ***La soberanía alimentaria.*** En: <http://video.viacampesina.org/> Consultado el 3 de julio de 2012.

Villa Issa, M. 2008. ***¿Qué hacemos con el campo mexicano?*** Colegio de Postgraduados, El colegio de Puebla, Mundiprensa México. México, D. F. 231 pp.

Villa Issa, M. 2012. ***Un pacto social del estado mexicano: la soberanía alimentaria es un asunto de seguridad nacional.*** Ponencia en la H. Cámara de Diputados el 30 de Julio de 2012. México, D. F.

- Wolf, R. E. 1971. **Los campesinos**. Editorial Labor, S. A. Barcelona, España. 150 pp.
- Wolfensberger, S. L. 2007. **Sustentabilidad y desarrollo: suficiente siempre**. Universidad Anáhuac y Miguel Ángel Porrúa, México. 153 pp.
- Zapata, M. E. y B. Suárez S. R. En: Jiménez, G. R. y A. González, R. (Coordinadores). 2008. **Efectos de la migración internacional en Tlaxcala, algunos resultados**. En: **La migración de tlaxcaltecas hacia Estados Unidos y Canadá. Panorama actual y perspectivas**. El Colegio de Tlaxcala, A. C., U. A. T., SEPUEDE., Tlaxcala, México. Pp. 311-342.

ANEXO 1. Cálculo de costos de producción en los dos sistemas productivos.

Cuadro A1.1 Formato utilizado para calcular el costo de producción para cada uno de los productores de los dos sistemas de producción (SPT_{trad} y SPT_{agroind}).

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo 2010.

En el cuadro anterior (A.1.1), se consideran los costos de producción por hectárea para la producción de maíz en el ciclo P-V 2010 de un productor del

ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
Preparación del terreno:			
Barbecho	1	\$700	\$700
Rastreo	2	\$350	\$700
Siembra			
jornales para siembra	0	\$0	\$0
Surcado y siembra con tractor	1	\$350	\$350
Semilla híbrida	1 saco de 20 kg	\$600 ⁴⁴	\$600
Labores culturales			
Escarda	1	\$350	\$350
Labra	1	\$350	\$350
Segunda	1	\$350	\$350
Jornales para deshierbe	0	\$0	\$0
Herbicida(s)	2	\$107.5	\$215
Jornales para fumigar	1	\$120	\$120
Fertilizado			
Urea	4 (bultos de 50 kg)	\$230 (bulto)	\$920
Superfosfato de triple	2 (bultos)	\$310	\$620
aplicaciones (jornales)	1	\$120	\$120
Fuente de K	0	\$0	\$0
Otras actividades			
Siega (jornales ó combinada)	1	\$1,000	\$1,000
Pizca (jornales)	0	\$0	\$0
Transporte (mazorca y/o grano)	1	\$150	\$150
Desgrane (máquina)	0	\$0	\$0
Desgrane (jornales)	0	\$0	\$0
Empacado	250	\$6	\$1,500
Transporte (fertilizante, pacas, etc.)	1	\$400	\$400
Riego	0	\$0	\$0
Otras actividades (Jornales carga y descarga)	6	\$120	\$720
COSTO TOTAL			\$9,165

⁴⁴ El precio de la semilla, está subsidiado por el gobierno estatal, razón por la cual su costo no es alto.

Sistema de Producción Tendiente al Agroindustrial, en el que se hace uso de maquinaria y agroquímicos básicamente.

En el siguiente cuadro (A.1.2), se muestra el cálculo de los ingresos del mismo productor por hectárea, de manera que se citan los datos reales facilitados por él.

Cuadro A.1.2. Cálculo de los ingresos totales para cada productor

INGRESOS	CANTIDAD (Ton)	PRECIO DE VENTA	TOTAL
MAÍZ COSECHADO	5.25	\$2,373.3	\$12,460
PACAS COSECHADAS	250	\$20	\$6250
INGRESOS TOTALES			\$18,710

Fuente: Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011

Podemos observar que los ingresos dependen de la cantidad de grano y zacate producidos, pero también del precio de venta. En este caso es un productor con los medios para transportar su cosecha, por ejemplo, las pacas de zacate las vendió en el sur del estado, las transportó en su transporte propio y la venta fue directamente con ganaderos (sin intermediarios).

En resumen tenemos que los gastos (egresos) de este productor fueron: \$9,165 mientras que sus ingresos fueron de \$18,710 por hectárea durante el ciclo P-V 2010. Para calcular la relación Beneficio/ Costo (B/C), se dividieron los ingresos entre los egresos $18,710 / 9165 = 2.0414$. Este dato indica que de cada peso que este productor invierte, obtiene un peso con 4 centavos de ganancia.

ANEXO 2. Cálculo del uso de combustible para las diversas actividades productivas en los dos sistemas de producción.

En este apartado se realizan los cálculos de combustible en cada parte del sistema de producción. Sin embargo, como las unidades de medida o los energéticos son diferentes (por ejemplo 1Lt diesel \neq 1Lt gasolina \neq 1 KWh \neq 1HP), entonces se utilizó el Joule o Julio (**J**) por ser una unidad derivada del sistema internacional (SI), que se utiliza para medir energía, trabajo y calor. El Julio se puede definir de tres maneras:

1). La energía cinética (movimiento) de un cuerpo con una masa de 2 kg moviéndose a una velocidad de un metro por segundo en el vacío. Esto se puede resumir con la siguiente fórmula: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

2). El trabajo necesario para mover una carga eléctrica de un Columbio⁴⁵ a través de una tensión (diferencia de potencial) de un voltio, es decir un Voltio* Columbio (W.C).

3). El trabajo necesario para producir un Vatio (Watt) de potencia durante un segundo, es decir, un Vatio por segundo (W.s).

a). Cálculo de energéticos fósiles para el SPTrad (n=78)

a1). Para hacer el cálculo de diesel utilizado para preparación de suelo, se considero en promedio el tractor Ford-5000, que es el que más mencionaron las personas entrevistadas. Para barbechar una ha, este tractor se tarda alrededor de 2.5 h y consume aproximadamente 12 l de diesel. Para rastrear se tarda en promedio una hora/ha y gasta unos 5 l de diesel. Para sembrar o surcar, gasta unos 5 l de diesel y se tarda alrededor de 45 minutos.

Para la preparación de suelo, 54 productores usan tractor para barbecho, 71 usan tractor para rastreo y 52 usan tractor para surcado y/o siembra.

BARBECHO = (54 productores)(12 l/ha) = 648 l diesel/78 = 8.308 l/ prod/ ha

⁴⁵ El Columbio es una unidad del sistema internacional que se define como la cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un amperio de intensidad de corriente eléctrica (1C= 1A.s). Este puede ser positivo o negativo.

$$\text{RASTREO} = (71 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 355 \text{ l diesel} / 78 = 4.551 \text{ l/ prod/ ha}$$

$$\text{SIEMBRA} = (52 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 260 \text{ l diesel} / 78 = 3.333 \text{ l/ prod / ha}$$

$$ef_{prep} = \frac{\text{BARBECHO}}{78} + \frac{\text{RASTREO}}{78} + \frac{\text{SIEMBRA}}{78}$$

$$ef_{prep} = 8.308 + 4.551 + 3.333 = \mathbf{16.192 \text{ l diesel / productor por ha/ 3 actividades}}$$

$$= \mathbf{5.397 \text{ l en promedio por actividad}}$$

a2). Respecto a las labores culturales en este sistema, 1 productor fumiga con tractor, 45 lo usan para escardar, 37 para labrar y 47 para asegunar. Se utilizaron datos del mismo tractor Ford-5000. Para fumigar, los tractoristas tardan alrededor de 15 minutos, y el gasto de diesel es de aproximadamente 1.5 l . Para escarda, labra y segunda, los tractoristas entrevistados mencionaron que el gasto en combustible es similar al rastreo (5 l/ ha).

$$\text{FUMIGAR} = (1 \text{ productor})(1.5 \text{ l/ ha}) = 1.5 \text{ l de diesel} / 78 = 0.02 \text{ l/ prod / ha}$$

$$\text{ESCARDA} = (45 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 225 \text{ l de diesel} / 78 = 2.885 \text{ l/ prod / ha}$$

$$\text{LABRA} = (37 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 185 \text{ l de diesel} / 78 = 2.372 \text{ l/ prod / ha}$$

$$\text{SEGUNDA} = (47 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 235 \text{ l de diesel} / 78 = 3.013 \text{ l/ prod / ha}$$

$$ef_{lab} = \frac{\text{FUMIGAR}}{78} + \frac{\text{ESCARDA}}{78} + \frac{\text{LABRA}}{78} + \frac{\text{SEGUNDA}}{78}$$

$$ef_{lab} = 0.02 + 2.885 + 2.372 + 3.013 = \mathbf{8.29 \text{ l diesel / productor/ ha / 4} = \mathbf{2.073 \text{ l en promedio por actividad.}}$$

a3). Para la cosecha de grano, 18 campesinos usan máquina combinada, 14 usan desgranadora eléctrica⁴⁶ y 32 desgranadora de gasolina. El dato es que en promedio una combinada tarda entre una hora y una hora y media para cosechar una ha, y gasta en promedio 35 l de diesel.

⁴⁶ En el caso de los usuarios de desgranadoras, se considera en este ejercicio el uso electricidad como energético partiendo del supuesto que proviene de energía fósil.

En el caso de la desgranadora eléctrica, su motor es de 2 HP, es de 1.5 KW (gasta 1.5 KWh) y desgrana aproximadamente 1.5 Ton/h. En el SPTrad, el rendimiento medio de grano de maíz entre los dos años de los cuales se tienen datos es de 2,577.6 TMha⁻¹. Mientras que la desgranadora de motor a gasolina es de 4 HP, su gasto aproximado es de 2 l de gasolina/ h y su rendimiento calculado es también de 1.5 Ton/h.

Algunas equivalencias:

$$1 \text{ KWh (kilovatio·hora)} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} = 3,600 \text{ KJ}$$

$$1 \text{ lt diesel} = 8,850 \text{ Kcal}$$

$$1 \text{ lt gasolina} = 32 \text{ MJ}^{47}$$

$$1 \text{ Kcal} = 4,187 \text{ J} = 4.187 \text{ KJ}$$

COMBINADA = (18 productores)(35 l/ ha) = 630 l diesel /78 = (8.077 l diesel por productor/ ha)(8,850 Kcal) = (71,481.45 Kcal) (4.187 KJ)= 299,292.83 KJ = 299.293 MJ por productor/ ha.

DESGRANADORA ELÉCTRICA = 2.5776 **TM ha⁻¹** / 1.5 Ton h = (1.72 h/ ha)(1.5 KWh) = (2.58 KW/ha)(14 productores)/ 78 = (0.46 KW por productor/ ha) (3,600 KJ) = 1,667.08 KJ = 1.667 MJ por productor/ ha.

DESGRANADORA DE GASOLINA = 2.5776 **TM ha⁻¹** / 1.5 Ton h = (1.72 h/ha)(2 l gasolina/h) = (3.44 l gasolina/ha)(32 productores) / 78 = (1.412 l gasolina por productor/ ha) (32 MJ) = 45.16 MJ por productor/ ha.

$ef_{cgran} = \bar{e}^{48} \text{ COMBINADA} + \bar{e} \text{ DESGRANADORA ELÉCTRICA} + \bar{e} \text{ DESGRANADORA DE GASOLINA}$

⁴⁷ MJ = Mega Julios = 1000 KJ

⁴⁸ \bar{e} = energía

$$ef_{cgran} = 299.293 \text{ MJ por productor/ ha} + 1.667 \text{ MJ por productor/ ha} + 45.16 \text{ MJ por productor/ ha} = \mathbf{346.12 \text{ MJ por productor/ ha}}$$

a4). Por último, para la cosecha de zacate (partiendo de que 18 campesinos ya usaron combinada como se menciona antes para grano pero también dejó trillado el zacate), solamente 6 mencionaron que usan máquina para trillar el zacate y 70 empacan su zacate. De este último dato se podría deducir que probablemente 48 empacan sin triturar previamente el zacate. Para la trilla de zacate, de acuerdo a las entrevistas realizadas, el gasto de diesel es de aproximadamente 25 litros en total y para trillar la pastura de una ha se requieren de aproximadamente 1.5 horas, dependiendo de lo seco que esté el zacate y de la alimentación a la máquina. Respecto al empacado, el dato que se tiene, es que el tractor en 2.5 horas empaca alrededor de 150 pacas con un gasto de aproximadamente 30 l de diesel. Cabe señalar que de acuerdo a los datos de campo, el promedio de pacas de zacate en este sistema es de 147 piezas/ ha.

$$\text{TRILLA DE ZACATE} = (6 \text{ productores})(25 \text{ l diesel/ha}) / 78 = 150 \text{ l diesel} / 78 = 1.923 \text{ l de diesel por productor/ ha.}$$

$$\text{EMPACADO DE ZACATE} = (70 \text{ productores})(29.4 \text{ l de diesel para 147 pacas}) / 78 = 26.385 \text{ l de diesel por productor/ ha.}$$

$$ef_{czac} = \text{TRILLA DE ZACATE} + \text{EMPACADO DE ZACATE}$$

$$ef_{czac} = 1.923 + 26.385 = \mathbf{28.308 \text{ l de diesel por productor/ ha}} / 2 = \mathbf{14.154 \text{ l en promedio por actividad.}}$$

b). Cálculo de energéticos fósiles para el SPTAgroind (n=22)

b1). Se consideraron los mismos datos que para el SPTrad respecto al gasto de combustible, al tipo de tractor, combinada y desgranadoras, pero obviamente se tomaron los datos de este sistema productivo para hacer el cálculo. Para **barbechar** una ha, ese tractor **se tarda alrededor de 2.5 h** y consume aproximadamente **12 l** de diesel. **Para rastrear** se tarda en promedio **una hora/ha y gasta unos 5 l** de

diesel. Para sembrar o surcar, gasta unos 5 l de diesel y se tarda alrededor de 45 minutos.

Para la preparación de suelo, 22 productores usan tractor para barbecho, 22 usan tractor para rastreo (y de ellos 12 rastrean dos veces), por tanto se rastrea en equivalente a 34 veces y 21 usan tractor para surcado y/o siembra.

$$\text{BARBECHO} = (22 \text{ productores})(12 \text{ l/ha}) = 264 \text{ l diesel} / 22 = 12 \text{ l/ prod/ ha}$$

$$\text{RASTREO} = (34 \text{ rastreos})(5 \text{ l/ha}) = 170 \text{ l diesel} / 22 = 7.727 \text{ l/ prod/ ha}$$

$$\text{SIEMBRA} = (21 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 105 \text{ l diesel} / 22 = 4.773 \text{ l/ prod / ha}$$

$$ef_{prep} = \frac{\text{BARBECHO}}{22} + \frac{\text{RASTREO}}{22} + \frac{\text{SIEMBRA}}{22}$$

$$ef_{prep} = 12 + 7.727 + 4.773 = \mathbf{24.5 \text{ l diesel / productor por ha/ 3 actividades}}$$

$$= \mathbf{8.167 \text{ l en promedio por actividad.}}$$

b2). Respecto a las labores culturales en este sistema, 2 productores fumigan con tractor, 19 lo usan para escardar, 14 para labrar y 19 para asegundar. Para fumigar, los tractoristas tardan alrededor de **15 minutos**, y el gasto de diesel es de aproximadamente **1.5 l**. Para escarda, labra y segunda, el gasto en combustible es similar al rastreo (**5 l/ ha**).

$$\text{FUMIGAR} = (2 \text{ productores})(1.5 \text{ l/ha}) = 3 \text{ l de diesel} / 22 = 0.13 \text{ l/prod / ha}$$

$$\text{ESCARDA} = (19 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 95 \text{ l de diesel} / 22 = 4.318 \text{ l/ prod / ha}$$

$$\text{LABRA} = (14 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 70 \text{ l de diesel} / 22 = 3.182 \text{ l/ prod / ha}$$

$$\text{SEGUNDA} = (19 \text{ productores})(5 \text{ l/ha}) = 95 \text{ l de diesel} / 22 = 4.318 \text{ l / prod / ha}$$

$$ef_{lab} = \frac{\text{FUMIGAR}}{22} + \frac{\text{ESCARDA}}{22} + \frac{\text{LABRA}}{22} + \frac{\text{SEGUNDA}}{22}$$

$$ef_{lab} = 0.13 + 4.318 + 3.182 + 4.318 = \mathbf{11.948 \text{ l diesel / productor/ ha / 4}}$$

$$= \mathbf{2.987 \text{ l en promedio por actividad.}}$$

b3). Para la cosecha de grano, 12 campesinos usan máquina combinada, 5 usan desgranadora eléctrica y 4 desgranadora de gasolina. Solamente uno desgrana de forma manual. La combinada tarda entre una hora y una hora y media para cosechar una ha, y gasta en promedio 35 l de diesel.

En el caso de la desgranadora eléctrica, su motor es de 2 HP, es de 1.5 KW (gasta 1.5 KWh) y desgrana aproximadamente 1.5 Ton/h . En el SPTAgroind, el rendimiento medio de grano de maíz entre los dos años de los cuales se tienen datos es de 2,794.7 TMha⁻¹. Mientras que la desgranadora de motor a gasolina es de 4 HP, su gasto aproximado es de 2 l de gasolina/ h y su rendimiento calculado es también de 1.5 Ton/h.

COMBINADA = (12 productores)(35 l / ha) = 420 l diesel / 22 = (19.091 l diesel por productor/ ha)(8,850 Kcal) = (168,955.35 Kcal) (4.187 KJ)= 707,416 KJ = 707.41 MJ por productor/ ha.

DESGRANADORA ELÉCTRICA = 2.794.7 TM ha⁻¹ / 1.5 Ton h = (1.86 h/ ha)(1.5 KWh) = (2.79 KW/ha)(5 productores)/ 22 = (0.64 KW por productor/ ha) (3,600 KJ) = 2,304 KJ = 2.304 MJ por productor/ ha.

DESGRANADORA DE GASOLINA = 2.794.7 TM ha⁻¹ / 1.5 Ton h = (1.86 h/ ha)(2 l gasolina/h) = (3.72 l gasolina/ ha)(4 productores) / 22 = (0.676 l gasolina por productor/ ha) (32 MJ) = 21.644 MJ por productor/ ha.

$ef_{cgran} = \bar{e} \text{ COMBINADA} + \bar{e} \text{ DESGRANADORA ELÉCTRICA} + \bar{e} \text{ DESGRANADORA DE GASOLINA}$

$ef_{cgran} = 707.41 \text{ MJ por productor/ ha} + 2.304 \text{ MJ por productor/ ha} + 21.644 \text{ MJ por productor/ ha} = \mathbf{731.358 \text{ MJ por productor/ ha}}$

b4). Para la cosecha de zacate, solamente 2 mencionaron que usan máquina para trillar el zacate y 21 lo empacan. Para la trilla de zacate, el gasto de diesel es de aproximadamente 25 litros en total y para trillar la pastura de una ha se requieren de aproximadamente 1.5 horas. Respecto al empacado, el tractor en 2.5 horas

empaca alrededor de 150 pacas con un gasto de aproximadamente 30 l de diesel. Cabe señalar que de acuerdo a los datos de campo, el promedio de pacas de zacate en este sistema es de 165 piezas/ ha.

TRILLA DE ZACATE = (2 productores)(25 l diesel/ha) / 22 = 50 l diesel/ 22 = 2.273 l de diesel por productor/ ha.

EMPACADO DE ZACATE = (21 productores)(33 l de diesel para 165 pacas) / 22 = 31.5 l de diesel por productor/ ha.

$$ef_{czac} = \text{TRILLA DE ZACATE} + \text{EMPACADO DE ZACATE}$$

$ef_{czac} = 2.273 + 31.5 = 33.773$ l de diesel por productor/ ha / 2 = 16.887l en promedio por actividad.

ANEXO 3. Muestreo de arvenses en los sistemas de producción comparados.

Cuadro A.3.1 Las arvenses encontradas en los sistemas de producción.

Nombre común	Nombre científico
Acahual	<i>Simsia lagascaeformis</i>
Acahualillo	<i>Galinsoga quadriradiata</i>
Apepisco	<i>Jaltomata procumbens</i> J. L.
Atenclaco	<i>Baccharis salicifolia</i>
Azomiate	<i>senecio salignus</i> DC.
Calabacilla	<i>Sicyios deppei</i>
Chicalote	<i>Argemone platyceras</i> L.
Coquito	<i>Cyperus esculentus</i>
Diente de León	<i>Taraxacum officinale</i>
Duraznillo (coronilla)	<i>Solanum rostratum</i> D.
Epazote de zorrillo	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.
Estafiate	<i>Artemisa ludoviciana</i> Nutt. Ssp. <i>mexicana</i>
Hierba del cáncer	<i>Acalipha phleoides</i> Cav.
Jaltomate	<i>Physalis chenopodifolia</i>
Lantejilla	<i>Lepidium virginicum</i> L.
Malva	<i>Malva parviflora</i> L.
Maravilla	<i>Mirabilis jalapa</i> L.
Mazapatla	N.E. ⁴⁹
Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.
Nabo	<i>Brassica rapa</i> L.
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i> L.
Queltonil	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
Quiebra platos	<i>Zephyranthes verecunda</i>
Rabanillo	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Rocilla	<i>Bidens pilosa</i> L.
Tianguis pepetla	<i>Althernanthera caracasana</i> HBK
Zacatón	<i>Muhlenbergia macroura</i>

Fuente: Elaboración propia con datos de recorrido de campo con informantes (sep- nov 2010).

Cabe mencionar que las arvenses enlistadas en el cuadro anterior, se encontraron no solamente junto al cultivo del maíz en las parcelas muestreadas,

⁴⁹ N. E.= No encontrado

también algunas de estas se localizaron en los bordos o cercas de los terrenos de cultivo.

En general, la visión es diferente entre los productores de cada sistema productivo respecto a estas plantas, pues mientras para los productores del SPTrad son alimento para sus animales (*Simsia lagascaeformis*, *Cyperus esculentus*, *Brassica rapa* L., *Raphanus raphanistrum*, *Bidens pilosa* L., etc.), y algunas de ellas lo son para la familia, como la *Malva parviflora* L., el *Chenopodium album* L., o el *Amaranthus hybridus* L., entre otras, para los productores del SPTAgroind son malezas que compiten y le restan rendimiento al cultivo principal.

Cabe mencionar, que igualmente existen productores de ambos sistemas que opinan lo contrario, por ejemplo, hay productores del SPTAgroind, que aún comen quelites o malvas que colectan en sus terrenos, mientras que algunos del SPTrad, consideran las arvenses como “malas hierbas”.

Los datos obtenidos de las arvenses, se recolectaron en campo de manera separada, es decir, se realizaron recorridos de campo con productores del SPTAgroind y aparte con algunos del SPTrad. Con el apoyo de los comisariados ejidales, se contactó a los agricultores que en ese momento tenían posibilidad de salir a mostrar sus terrenos. En total se visitaron 8 parcelas de productores del SPTrad y 6 parcelas del SPTAgroind distribuidas en la zona de estudio.

En cada terreno de cultivo se tomaron entre 5 y 8 muestreos⁵⁰ en lugares al azar distribuidos en el interior de la parcela. Cada muestra consistió en contar y medir al interior de un metro cuadrado la cantidad de arvenses de cada especie de acuerdo a su nombre común. Se sacaron promedios de la cantidad de arvenses por cada parcela, con el objeto de contar con datos representativos para conjuntarlos dentro del sistema productivo.

⁵⁰ El número de los muestreos se realizó dependiendo del tamaño de la parcela, por ejemplo en parcelas de una hectárea, se tomaron 5 muestras, mientras en parcelas de 3 ha se tomaron 8 muestras.

En el siguiente cuadro (A.3.2) se muestran enlistadas en promedio, las arvenses que se encontraron en cada una de las 8 parcelas del SPTrad.

Cuadro A.3. 2 Cantidad de arvenses en el SPTrad.

Productor Arvenses	1		2		3		4		5		6		7		8	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Acahual	28	35	4	6	12	34	7	18	8	12	9	22	3	11	8	19
Acahualillo	21	26	7	10	9	26	7	18	22	32	5	12	-	-	3	7
Apepisco	2	2	-	-	1	3	-	-	2	3	1	2	-	-	1	2
Atenclaco	-	-	-	-	1	3	4	10	5	7	1	2	-	-	1	2
Calabacilla	2	2	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	2	7	-	-
Coquito	2	2	7	10	3	9	8	21	-	-	6	15	14	50	4	10
Duraznillo	-	-	5	7	1	3	2	5	3	4	-	-	-	-	1	2
Epazote de zorrillo	-	-	3	4	-	-	1	3	-	-	-	-	4	14	1	2
Jaltomate	1	1	2	3	-	-	1	3	-	-	2	5	1	4	-	-
Malva	3	4	10	14	-	-	-	-	8	12	1	2	-	-	1	2
Mozoquelite	-	-	2	3	-	-	4	10	-	-	2	5	-	-	3	7
Nabo	5	6	4	6	-	-	2	5	4	6	-	-	-	-	3	7
Quelite cenizo	1	1	2	3	2	6	-	-	4	6	2	5	-	-	-	-
Queltonil	6	8	18	25	4	11	2	5	12	17	8	20	4	14	9	21
Rabanillo	3	4	4	6	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	4	10
Rocilla	7	9	3	4	2	6	1	3	-	-	2	5	-	-	3	7
TOTAL	81	100	72	100	35	100	39	100	69	100	41	100	28	100	42	100
16 Arvenses con al menos una planta por parcela en promedio																

n= Número de arvenses; %= porcentaje que representan en base al total

■ Primera más abundante. ■ Segunda más abundante

Fuente: Elaboración propia con datos de campo con informantes (sep- nov 2010).

Se observa en el cuadro anterior, que las arvenses que más frecuentemente se encontraron en los terrenos del SPTrad, son el acahual (*Simsia lagascaeformis*) y el queltonil (*Amaranthus hybridus* L.), además de que son de las plantas arvenses que más se utilizan, la primera para alimentar ganado menor (ovejas, cabras, cerdos, pollos, etc.), y la segunda para el consumo de la familia. No obstante que algunas otras hierbas como el coquito (*Cyperus esculentus*), son comunes en

lugares donde han aplicado herbicidas para hoja ancha, y al no tener tanta competencia su población aumenta.

En el cuadro A.3.2, se muestran enlistadas las arvenses que se encontraron en las 6 parcelas del SPTAgroind. Se observa que la planta que más se encontró fue el coquito (*Cyperus esculentus*), seguido del acahual (*Simsia lagascaeformis*). Cabe mencionar que se encontraron tallos de arvenses en los que se observaron deformaciones, caída de hojas y deshidratación, provocado esto por la acción de algún herbicida, esto en 4 de las 6 parcelas.

Cuadro A.3. 3 Cantidad de arvenses en el SPTAgroind.

Productor Arvenses	1		2		3		4		5		6	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Acahual	-	-	4	19	3	14	-	-	6	19	-	-
Acahualillo	-	-	3	14	-	-	-	-	1	3	2	33
Atenclaco	-	-	1	5	-	-	-	-	2	6	-	-
Calabacilla	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-
Coquito	14	93	5	24	4	18	9	56	4	13	-	-
Duraznillo	-	-	-	-	1	5	-	-	1	3	-	-
Jaltomate	-	-	1	5	-	-	-	-	1	3	-	-
Lentejilla	1	7	-	-	3	14	4	25	-	-	1	17
Malva	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	-	-
Mozoquelite	-	-	1	5	-	-	-	-	2	6	-	-
Nabo	-	-	2	10	-	-	-	-	3	10	2	33
Quelite cenizo	-	-	-	-	1	5	-	-	1	3	1	17
Queltonil	-	-	1	5	4	18	-	-	4	13	-	-
Rabanillo	-	-	2	10	2	9	1	6	1	3	-	-
Rocilla	-	-	1	5	3	14	2	13	2	6	-	-
TOTAL	15	100	21	100	22	100	16	100	31	100	6	100

8 Arvenses con al menos una planta por parcela en promedio

n= Número de arvenses; %= porcentaje que representan en base al total



Primera más abundante.



Segunda más abundante

Fuente: Elaboración propia con datos de campo con informantes (sep- nov 2010).

ANEXO 4. Valores asignados para cada uno de los subindicadores, indicadores y ámbitos de la sustentabilidad de acuerdo a los integrantes del Consejo particular.

Se consideró como parte del análisis multicriterio el darle un peso específico a cada uno de los subindicadores e indicadores, así como a los tres ámbitos de la sustentabilidad. Con esto se pretendió no partir del supuesto en que todos los subindicadores tienen la misma importancia dentro del indicador, o que no todos los indicadores tienen el mismo peso para evaluar cada uno de los ámbitos y finalmente no necesariamente tienen el mismo peso los ámbitos dentro de la sustentabilidad. Se entrevistó a los integrantes del consejo particular (por la razón de que ellos han estado familiarizados con el trabajo de evaluación de indicadores de sustentabilidad). De los datos obtenidos (cuadro A.4.4), se promediaron y se ponderaron con los datos obtenidos de la medición y monitoreo como se muestra en los siguientes cuadros.

Cuadro A.4.1 Valoración multicriterio media de indicadores, realizada por integrantes del consejo particular, para el ámbito **ambiental**.

INDICADORES AMBIENTALES	VALOR MEDIO %	VALOR PONDERADO	
		SPTRad	SPTAgroind
1). Biomasa ⁵¹	20	12.8	14.0
3). Energía fósil	15	15.0	12.8
4). Agrobiodiversidad	24	15.6	17.5
5). Prácticas de conservación de recursos naturales	26	11.8	11.8
18). Dependencia de insumos externos	15	8.4	1.8
SUMA INDICADORES AMBIENTALES	100	63.6	57.9

Fuente: Elaboración propia con datos complementarios de trabajo de campo enero de 2012.

⁵¹ Para las ponderaciones se consideró por ejemplo en este indicador, 100% del óptimo equivale 20% del criterio dentro de lo ambiental, por lo tanto en el caso del SPTAgroind cuyo valor es de 70, su valor ponderado calculado es $(70)(20) / 100$.

Cuadro A.4.2 Valoración multicriterio media de indicadores, realizada por integrantes del consejo particular, para el ámbito **social**.

INDICADORES SOCIALES	VALOR MEDIO %	VALOR PONDERADO	
		SPTRad	SPTAgroind
6). Nuevas prácticas de manejo	13.6	0.8	3.7
7). Capacitación técnica	9.4	0.2	0.6
9). Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales	17.2	11.7	6.7
10). Ética en el manejo de recursos naturales	19.2	13.4	11.3
11). Adaptación a políticas agrícolas gubernamentales	7.2	5.1	4.2
12). Nivel de seguridad alimentaria	18	18	12.4
13). Distribución de tierra	9	3.7	4.5
16). Migración	6.4	4.6	4.1
SUMA INDICADORES SOCIALES	100	57.5	47.5

Fuente: Elaboración propia con datos complementarios de trabajo de campo enero de 2012.

Cuadro A.4.3 Valoración multicriterio media de indicadores, realizada por integrantes del consejo particular, para el ámbito **económico**.

INDICADORES ECONÓMICOS	VALOR MEDIO %	VALOR PONDERADO	
		SPTRad	SPTAgroind
2). Beneficio:Costo	24.8	23.4	24.8
8). Balance de oferta y demanda	15.8	15.8	15.8
14). Distribución de maquinaria y equipo	11.8	9.0	7.8
15). Distribución ingreso agrícola/maíz	24.8	16.6	17.6
17). Ingreso de la UDC	22.8	6.4	9.7
SUMA INDICADORES ECONÓMICOS	100	71.2	75.7

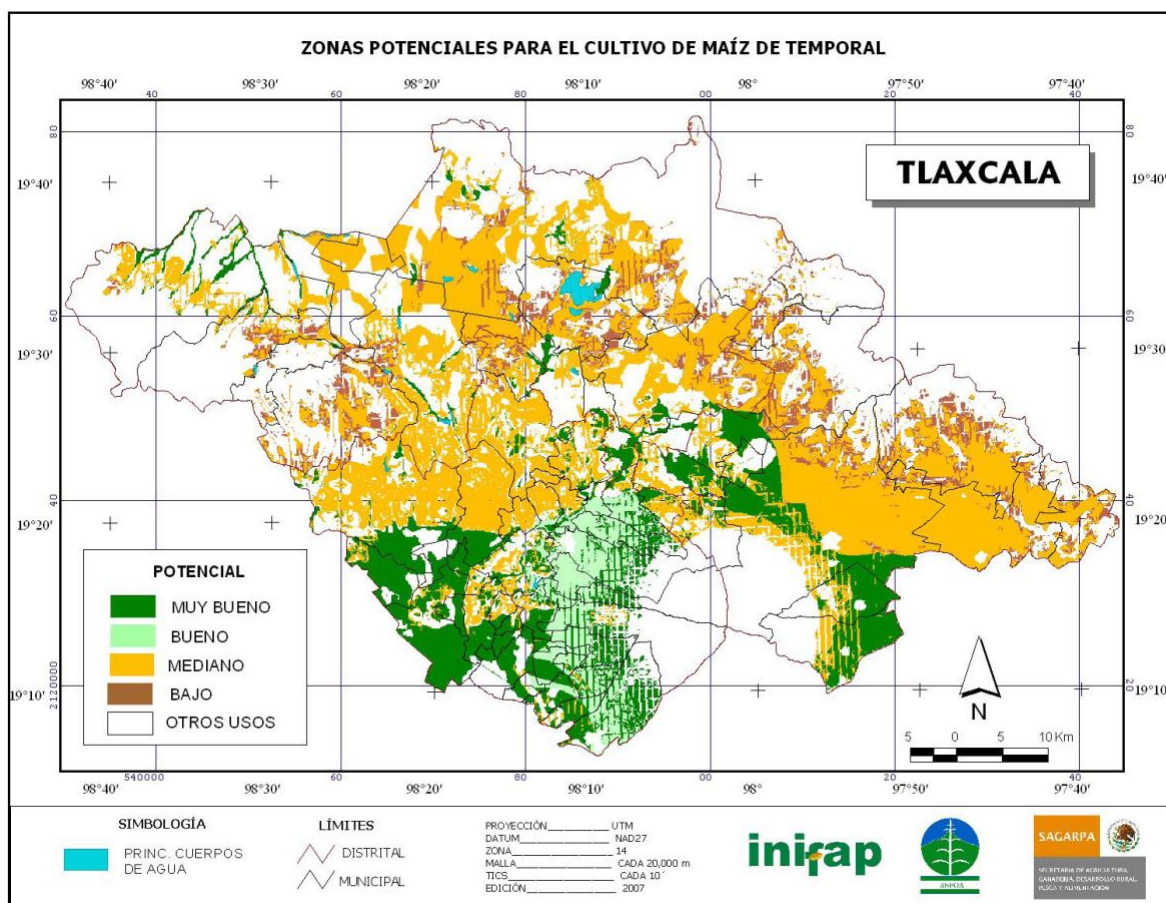
Fuente: Elaboración propia con datos complementarios de trabajo de campo enero de 2012.

A.4.4. Resultados obtenidos en la evaluación de los indicadores de sustentabilidad.

INDICADORES	ÓPTIMO	SPTtrad	SPTAgroind
1. Cantidad de biomasa seca cultivada (grano y zacate).	100	64	70
2. Relación beneficio /costo.	100	94.2	100
3. Cantidad de energía fósil/ producto.	100	100	86.6
4. Agrobiodiversidad.	100	64.7	78.2
5. Prácticas de conservación de los recursos naturales.	100	47	48
6. Nuevas prácticas de manejo del cultivo	100	5.2	27.2
7. Capacitación técnica e intercambio de experiencias.	100	2.8	6.3
8. Balance de oferta y demanda de grano en la zona/ sistema.	100	100	100
9. Uso y transmisión de algunas prácticas tradicionales.	100	68.4	39
10. Ética en el manejo de recursos naturales.	100	70.5	59.1
11. Adaptación a las políticas agrícolas gubernamentales.	100	71	59
12. Nivel de seguridad alimentaria respecto a maíz.	100	100	58
13. Distribución de la tierra.	100	41	50
14. Distribución de maquinaria y equipo.	100	76	66
15. Distribución del ingreso (agrícola por maíz).	100	67	71
16. Migración	100	72.8	65.2
17. Ingreso en la UDC.	100	8	21
18. Dependencia de insumos externos	100	56	13.1

Elaboración propia con datos de campo febrero- julio 2011.
SPTtrad (n=78) SPTAgroind (n=22).

ANEXO 5. La región de estudio se ubica como zona de mediano potencial de acuerdo a INIFAP.



Fuente: INIFAP, 2009:26

ANEXO 6. Actividades que recomienda el INIFAP para el cultivo de maíz en la zona de estudio.



MAÍZ BAJO HUMEDAD RESIDUAL Y TEMPORAL EN EL
DDR 165 HUAMANTLA
B) TEMPORAL EN MEDIANO POTENCIAL PRODUCTIVO




PREPARACIÓN DEL TERRENO

Barbecho post-cosecha
 Rastra en abril




ÉPOCA DE SIEMBRA Y VARIEDADES

ABRIL				MAYO
15	20	25	30	5
A-721, H-33, H-50, H-48, H-40, Promesa, Cóndor				
AS-820, Z-60, Gavilán				









MÉTODO DE SIEMBRA Y DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA

Surcos a 85 cm de distancia
 4 semillas por metro lineal
 Población 47 mil plantas por hectáreas






FERTILIZACIÓN 100-60-00 (N - P - K)

En fertilizante comercial es equivalente a:
 217 kg/ha de Urea
 130 kg/ha de Superfosfato de Calcio Triple

Fuente: INIFAP, 2009:41