



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas



**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
DE BAJOS INGRESOS EN EL ESTADO
DE DURANGO, MÉXICO**

T E S I S

**Que como requisito parcial
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
EN ZONAS ÁRIDAS**

PRESENTA:

VICTOR GONZÁLEZ LOZANO



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

Bermejillo, Durango, México. Junio, 2011



**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGRÍCOL DE BAJOS INGRESOS EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO**

Tesis realizada por **Victor González Lozano** bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ÁRIDAS**

Co-Director:



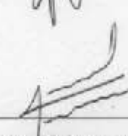
Dr. Bernardo López Ariza

Co-Director:



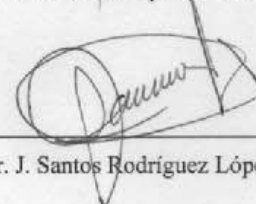
Dr. Martín Martínez Salvador

Asesor:



Dr. Jesús Guadalupe Arreola Avila

Asesor:



Dr. J. Santos Rodríguez López

DEDICATORIAS

“Hijo mío, conságrate al estudio desde tu juventud, y hasta cuando tengas blancos tus cabellos progresaras en la sabiduría” (Siracides 6, 18). “El temor del señor es la raíz de la sabiduría; su ramaje se llama sabiduría” (Siracides 1, 20). “Muéstrate sociable en cuanto puedas, y déjate aconsejar por los sabios” (Siracides 9, 14). “Den gracias al Señor, pues él es bueno, pues su bondad perdura para siempre” (Salmo 118, 1)

Dedico el presente trabajo a todos aquellos seres que de una u otra forma han influido en mi formación profesional y humana.

A mis padres Dominga y Cayetano, por su amor y apoyo, donde quiera que se encuentren.

A mi esposa Mercedes, por su amor y comprensión.

A mis hijos Alejandra, Victoria, Andrés y mi nieta Arumy, por su amor y fuente de mi inspiración.

A mis hermanos Catalina, Carlos, Natividad, Rosario y Guadalupe, por su cariño y apoyo.

A mis sobrinos Cesar, Diana, Caty, Sixto, Gelo, Carla, Bárbara, Carla Elisa, Juan Carlos, Miry, Jesús, Victor, Naomi y Emily, por todo sus cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el financiamiento otorgado durante dos años y a la **Coordinación de Posgrado de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo** por las atenciones recibidas para cumplir de buena manera mis estudios de maestría.

Al **Dr. Bernardo López Ariza, Dr. Martín Martínez Salvador, Dr. J. Guadalupe Arreola Avila y Dr. J. Santos Rodríguez López** por su valioso apoyo, comentarios y observaciones atinadas, para el buen término de la presente investigación.

Al **Programa de Colaboración Michigan State University – Universidad Autónoma Chapingo TIES** bajo el auspicio de **United States Agency for International Development (USAID)** y **Higher Education for Development (HED)**, así como al **Programa de Becas Mixtas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**, por haberme permitido realizar una estancia profesional en Student Organic Farm del Horticulture Department de la Michigan State University.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por permitirme realizar una nueva etapa en mi formación profesional y humana.

A la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, por su apoyo incondicional, a través de maestros y personal administrativo.

Al Ing. José Santana Méndez Rivera y al MC. Gerardo Esquivel Arriaga por su participación en la colecta de información de campo.

A mis compañeros: Norma, Jairo y Luis Carlos.

RESUMEN

Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción agrícola de bajos ingresos en el estado de Durango, México

La evaluación de la sustentabilidad debe permitir tomar mejores decisiones de las prácticas agropecuarias sobre aspectos ambientales, económicos y sociales. Reorientar los sistemas agrícolas mediante indicadores de sustentabilidad busca reducir la pobreza y la sobreexplotación de los recursos naturales. El propósito principal de la investigación es analizar marcos que pudieran ser útiles para evaluar la sustentabilidad en condiciones de producción agrícola de subsistencia para identificar los puntos críticos e indicadores. La metodología utilizada es de tipo cualitativo combinando investigación documental, entrevistas, observaciones y mediciones directas en campo para caracterizar los sistemas de producción. De los principales resultados se tiene que los marcos seleccionados son: "Evaluación de la Sustentabilidad Mediante Indicadores" y "Método de Indicadores de Sustentabilidad de la Granja" para ser aplicados a sistemas de producción agrícola de bajos ingresos. Se identificaron 24 puntos críticos y se propusieron 41 indicadores para medir la sustentabilidad. Aun cuando existen dimensiones espaciales y temporales específicas para los sistemas de producción evaluados, se considera que pueden ser aplicables a otros sistemas de producción agrícola de tipo ejidal o de subsistencia, bajo condiciones ambientales, económicas y sociales similares.

Palabras clave: Desarrollo sustentable, indicadores, agricultura sustentable, desarrollo rural sustentable, marcos de desarrollo sustentable.

ABSTRACT

Evaluation of sustainability of Low-income agricultural production systems in the State of Durango, Mexico

The evaluation of sustainability should enable better farm management decision-making concerning environmental, economic and social aspects. Reorienting agricultural systems using sustainability indicators is an attempt to reduce poverty and overexploitation of natural resources. The main purpose of this work is to analyze frameworks that might be useful to assess sustainability in terms of subsistence agricultural production to identify critical points and indicators. The qualitative methodology used is a combination of documental research, interviews, direct observations and field measurements to characterize the production systems. Based on the main results, the selected frameworks are: "Sustainability Assessment Using Indicators" and the "Farm Sustainability Indicator Method" to be applied to low-income agricultural production systems. In total, 24 critical points were identified and 41 indicators were proposed to measure sustainability. Although there are specific spatial and temporal dimensions to the production systems evaluated, it is considered that they may be applicable to other agricultural production systems like "the ejido" or any other subsistence type, under similar environmental, economic and social conditions.

Key words: sustainable development, indicators, sustainable agriculture, sustainable rural development, sustainable development frameworks.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 DESARROLLO SUSTENTABLE	4
2.1.1 DEFINICIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE	5
2.1.2 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SUSTENTABLE	7
2.2 DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	8
2.2.1 IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO SOBRE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE	9
2.2.2 ECONOMÍA DE LAS COMUNIDADES RURALES	11
2.2.3 CAPITAL SOCIAL.....	12
2.2.4 INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO RURAL	13
2.2.5 LA SUSTENTABILIDAD EN MÉXICO.....	15
2.3 AGRICULTURA SUSTENTABLE	17
2.3.1 ELEMENTOS DE LA SUSTENTABILIDAD.....	19
2.3.2 ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES SUSTENTABLES	20
2.3.3 CONCEPTO DE AGRICULTURA SUSTENTABLE.....	21
2.3.4 ESTRATEGIAS PARA LA AGRICULTURA SUSTENTABLE.....	23
2.3.4.1 Agricultura orgánica	24
2.3.4.2 Sistemas agrícolas integrados.....	26
2.3.4.3 Agricultura urbana.....	28
2.3.4.4 Agricultura multifuncional.....	29
2.4 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD.....	30
2.4.1 MARCOS CONCEPTUALES PARA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD.....	32

2.4.2 ÍNDICES DE SUSTENTABILIDAD	33
2.4.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	38
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1 INVESTIGACIÓN DE TIPO DOCUMENTAL	42
3.1.1 FORMAS QUE ADOPTA LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	42
3.1.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	43
3.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS.....	43
3.2.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL ESTUDIO	43
3.2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN EMPLEADO.....	48
3.2.3 INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	49
3.2.4 MUESTREO.....	51
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1 MARCOS METODOLÓGICOS PARA MEDIR LA SUSTENTABILIDAD	54
4.1.1 MARCO DE EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD MEDIANTE INDICADORES .	54
4.1.2 MÉTODO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE LA GRANJA.....	57
4.1.3 MARCO INTERNACIONAL PARA EVALUAR EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA TIERRA	61
4.1.4 METODOLOGÍA ADAPTATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD Y SALUD DEL ECOSISTEMA	62
4.1.5 MARCO PARA EVALUACIÓN DE LA TIERRA	64
4.1.6 INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	66
4.1.7 MANEJO DE LA RESILIENCIA EN SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS	67
4.1.8 MARCO PRESIÓN – ESTADO - RESPUESTA	68
4.1.9 MARCOS BASADOS EN ASUNTO O TEMA	69
4.1.10 MARCOS DE CAPITAL	70

4.1.11 MARCOS DE CONTABILIDAD.....	70
4.1.12 MARCO DE COMPORTAMIENTOS SUSTENTABLES	71
4.1.13 GOBIERNO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE	72
4.2 PUNTOS CRÍTICOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	72
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	72
4.2.2 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	77
4.2.3 FITOSANIDAD	78
4.2.4 PUNTOS CRÍTICOS	78
4.3 INDICADORES PARA MEDIR LA SUSTENTABILIDAD	79
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1 CONCLUSIONES	83
5.2 RECOMENDACIONES	84
VI. LITERATURA CITADA.....	85
VII. APÉNDICE.....	96
APÉNDICE A: INSTRUMENTOS PARA COLECTA DE INFORMACIÓN.....	96
CUADRO 5. ENCUESTA PARA CARACTERIZAR LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	96
CUADRO 6. EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	99
CUADRO 7. EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO - FITOSANIDAD	100

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Los 19 indicadores en la escala de sustentabilidad agroecológica	58
Cuadro 2. Los 16 indicadores en la escala de sustentabilidad socio-territorial.....	59
Cuadro 3. Los 6 indicadores en la escala de la sustentabilidad económica	60
Cuadro 4. Conjunto de indicadores seleccionados, según puntos críticos.....	81
Cuadro 5. Encuesta para caracterizar los sistemas de producción	96
Cuadro 6. Evaluación del proceso productivo.....	99
Cuadro 7. Evaluación del proceso productivo - Fitosanidad	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación del área de estudio, ejido Bermejillo.....	45
Figura 2. Delimitación del área de estudio, ejido Abasolo.	46
Figura 3. Delimitación del área de estudio, ejidos Villa Unión y Orizaba.	47
Figura 4. Marco MESMIS: conexión atributos e indicadores.....	56
Figura 5. Marco internacional para evaluar el manejo sustentable de la tierra	62
Figura 6. Metodología adaptativa para la sustentabilidad y salud del ecosistema. ...	64
Figura 7. Marco para evaluación de la tierra FAO	66
Figura 8. Manejo de la resiliencia en sistemas socio-ecológicos	67
Figura 9. Marco presión – estado – respuesta	69
Figura 10. Puntos críticos en sistema de producción de chile.....	79

I. INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Sustentable (DS) es un concepto que estipula que el desarrollo económico de una sociedad debe considerar aspectos sociales y ambientales. Sus objetivos principales son una distribución equitativa de los beneficios generados y un aprovechamiento racional de los recursos naturales, de tal manera que también sean disfrutados por las generaciones futuras (Escobar, 2007). El impulso a la sustentabilidad responde a un movimiento global que no puede ser ignorado, pero mucha gente se pregunta si esfuerzos efectivos serán implementados a tiempo para evitar la crisis mundial. Si tales esfuerzos todavía dependen en gran medida de expertos y gobierno al hacer la mayoría del trabajo duro por el resto de la sociedad, entonces la transformación necesaria es improbable que ocurra. Algunas personas participan en su comunidad, reciclan e intentan elevar nuestra conciencia de las dificultades que enfrentamos, pero sin un programa a desarrollar (Hay, 2005).

Existe una creciente necesidad de desarrollar métodos para evaluar el desempeño de sistemas socio ambiental para guiar acciones y políticas para el manejo sustentable de recursos naturales (Galván–Miyoshi *et al.*, 2008). Mantener la riqueza nacional de un país a través del tiempo, implica ser más eficientes en cada sistema de producción, que involucre manejo de recursos naturales. La evaluación de la sustentabilidad de tales sistemas, es de gran importancia para responsables políticos, productores y sociedad en general. Determinar los puntos críticos que restringen o favorecen su desarrollo potencial, permite la formulación e impulso de prácticas de manejo sustentables. El contar con elementos de juicio bien fundamentados permite desarrollar estrategias que correspondan a

situaciones específicas, que mejoren realmente los sistemas productivos, y en consecuencia los medios de subsistencia de los productores. Satisfacer las necesidades fundamentales de la población sin afectar la capacidad de las siguientes generaciones, requiere un enfoque de sistema, de tal manera que se armonice con la capacidad de carga del medio ambiente. Medir la sustentabilidad de los sistemas productivos, es complejo. Se requiere de la participación de un grupo interdisciplinario de expertos, dado que existe gran cantidad de factores involucrados, agrupados en aspectos sociales, económicos y ambientales.

Se han venido desarrollando una serie de metodologías como son: A Framework for Land Evaluation (FAO, 1976); An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management (Smyth and Dumanski, 1993); The MESMIS Evaluation Framework (Maser *et al.*, 1999); Indicator of Sustainable Agricultural Practices (Rigby *et al.*, 2001); Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health (Waltner *et al.*, 2002); Resilience Management in Social-ecological Systems (Walker *et al.*, 2002); e Indicators of Farm Sustainability (Zahm *et al.*, 2008).

Los sistemas de producción en la agricultura son procesos complejos para ser entendida por medio de medidas simples o modelos. El propósito de los indicadores es simplificar el sistema a fin de hacer este accesible a los usuarios, en la forma de una herramienta de ayuda en el diagnóstico o toma de decisiones. El uso de indicadores se convertirá en obsoleto cuando sea fácil hacer todas las medidas necesitadas en forma directa o cuando se tengan modelos disponibles que simulen el funcionamiento de agroecosistemas con suficiente confiabilidad, y cuando la aplicación de éstos, en particular la adquisición de información

concerniente a variables de entrada y parámetros sea técnica y financieramente posible. (Girardin *et al.*, 1999). El propósito principal de la investigación es analizar los marcos que pudieran ser útiles para evaluar la sustentabilidad en condiciones de producción agrícola de subsistencia, para identificar los puntos críticos e indicadores.

Por lo anterior, los objetivos propuestos son:

1.1 Objetivos

- Seleccionar un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad en sistemas de producción agrícolas de productores de bajos ingresos.
- Identificar puntos críticos que afectan los sistemas de producción agrícola de productores de bajos ingresos en el estado de Durango.
- Proponer un conjunto de indicadores para medir la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícolas de productores de bajos ingresos.

1.2 Preguntas de investigación

Con el objeto de guiar el desarrollo de la investigación se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Cuál marco metodológico es aplicable para medir la sustentabilidad en los sistemas de producción agrícolas de bajos ingresos?
- ¿Cuáles son los puntos críticos que limitan el desempeño sustentable de los sistemas de producción agrícolas?
- ¿Cuáles son los indicadores que pudieran medir la sustentabilidad en sistemas de producción de subsistencia?

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Desarrollo sustentable

Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han planteado al desarrollo sustentable como un nuevo paradigma. Sin embargo, existe una percepción incompleta de los problemas de pobreza y degradación ambiental. Prevalece una confusión sobre el papel del desarrollo económico, el concepto de sustentabilidad y de participación. Estas debilidades pueden conducir a deficiencias y contradicciones en políticas en el contexto del comercio internacional, agricultura, y silvicultura (Lélé, 1991). El Concepto de DS fue dado a la luz en el curso de discusiones sobre determinar los canones de política internacional para la protección del medio ambiente. Fue ideado por políticos, hombres de negocios y economistas, en la búsqueda de soluciones radicales a la problemática ambiental. Se presentó por filósofos y ambientalistas a comienzos de los 1970's (Papuzin'ski, 2008).

Los problemas ambientales de hoy no serán resueltos solo por medios técnicos, si no consideran los aspectos sociales y económicos. Tres dimensiones son generalmente reconocidas en el DS: ecológica, social y económica. Sin embargo, las bases para ellas es la reflexión moral respecto a responsabilidad de la humanidad para la naturaleza. Tal vez se deba también incluir las dimensiones técnica, legal y política. El principio relativamente simple del DS ha dado lugar a la formulación de estrategias de acción compleja relacionadas a las varias dimensiones de la actividad humana. Estas estrategias no siempre han sido susceptibles de implementación en la realidad, y algunas de las que han sido llevadas a cabo no operan apropiadamente. En esencia, el principio del DS es

ético de responsabilidad diferencial, es decir no se puede requerir lo mismo de los pobres como relación a los ricos (Pawtowski, 2008).

2.1.1 Definición del desarrollo sustentable

Una variedad de puntos de vista, una gama de métodos y una diversidad de problema de fondos son entremezcladas para el DS. Al mismo tiempo, hay un terreno común para cuantificar el concepto de DS, el cual pudiera ser definido empleando componentes cuantitativos ambientales, económicos y sociales en el tiempo (Rassafi *et al.*, 2006).

A partir de la Conferencia de Rio en 1992, el termino sustentabilidad, se refiere a la capacidad de satisfacer nuestras propias necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. La Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas lo define como “una aproximación integrada a la toma de decisiones y elaboración de políticas, en la que la protección ambiental y el crecimiento económico de largo plazo no son incompatibles, sino complementarios...”. Según la Ley General del Equilibrio Ecologico y Protección al Ambiente (LGEEPA), “es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas...” (Nieto, 1999a). El DS puede ser definido como el proceso mediante el cual todas las necesidades materiales y espirituales de individuos y comunidades son permanentemente reunidas, mejorando a la vez, los recursos socio-ambientales en que se basa el sustento.

En sentido amplio, la sustentabilidad se define como el mantenimiento continuo de una variedad de objetivos deseados en el tiempo, haciendo sustentable un concepto dinámico que debe basarse en un sistema de valores humanos. En el contexto de la agricultura campesina, sustentabilidad significa lograr Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (SMRN) productivos, estables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos de autogestión entre los beneficiarios (Maserá *et al.*, 1999).

El concepto de DS está en peligro de convertirse en todo; se extiende en muchas direcciones e incluye muchos objetivos de poca orientación para los responsables políticos. Según el Informe Brundtland, el DS ante todo busca tres objetivos principales: salvaguardar la sustentabilidad ecológica en el largo plazo, satisfacer las necesidades humanas básicas y promover la equidad intrageneracional e intergeneracional. Los demás objetivos del DS como respeto al valor intrínseco de la naturaleza, animar la participación pública y mejorar las aspiraciones de la gente para una calidad de vida mejorada, deben ser subordinados como característica adicionales (Holden and Kinnerud, 2007).

Se han definido políticas y prácticas como sustentables, aun cuando no lo son. El DS se reduce a un desarrollo económico sin importar el deterioro ambiental. Pero también se emplea para describir procesos realmente sustentables donde se incorpora conceptos como: equidad, oportunidad de empleo, acceso a bienes de producción, gasto social, igualdad de género, buen gobierno y sociedad civil activa (Cortes, 2007). El concepto de DS significa diferentes cosas para diferente gente en diferentes contextos, conduciendo a versiones de sustentabilidad fuertes y débiles. Un cierto nivel de consenso es necesario para poner en práctica la

sustentabilidad, que tiene un amplio y multifuncional significado, y cada organización y persona necesita aplicarlo a su propia situación (Klostermann and Cramer, 2006)

2.1.2 Objetivos del desarrollo sustentable

De acuerdo a Masera et al. (1999), los objetivos generales del DS son: (1) asegurar satisfacer las necesidades humanas esenciales, (2) promover la diversidad cultural y la pluralidad, (3) reducir la desigualdad entre individuos, regiones y naciones, (4) preservar y aumentar la base de recursos naturales existentes, (5) mejorar la posibilidad de adaptación a perturbaciones naturales y antropogenicas, (6) desarrollo eficiente y uso de tecnología de bajo recurso adaptada a condiciones locales, (7) generar estructuras de producción, distribución y consumo que proporcionen los bienes y servicios necesarios, y (8) promover el empleo total y trabajo significativo.

El DS significa diferentes retos para diferentes países y grupos de personas. El reto para los países desarrollados es sobre todo un asunto de reducir la huella ecológica per cápita en orden a salvaguardar la sustentabilidad ecológica en el largo plazo. Para la mayoría de los países en desarrollo, DS significa mejorar los estándares de vida para sus habitantes. Básicamente, hay tres enfoques disponibles para los países desarrollados para lograr el DS: eficiencia, alteración y reducción. La idoneidad de cada uno depende de los desarrollos tecnológicos futuros, del grado de alteraciones futuras de los patrones de consumo presentes y del crecimiento económico futuro. Según los principios Americanos para el DS, se deben incrementar los empleos, la productividad, los salarios, el capital, el ahorro,

los beneficios, la información, el conocimiento, y la educación; y disminuir la contaminación, los desechos y la pobreza (PCSD, 1996).

2.2 Desarrollo rural sustentable

La profunda crisis del sector alimentos y agrícola, asociada con el desarrollo de riesgos a la salud, pérdida ambiental, sobreproducción de productos de baja calidad y declinación del número de productores y trabajadores de la granja, continua y hace al sector agrícola un sector individual, sobre subsidiado y no atractivo. Sin embargo, desde una perspectiva del DS, el sector agrícola no puede ser relegado y dejado en un estado de negación pública. Su papel social, económico y físico es un elemento central en alcanzar una sociedad más sustentable (Marsden *et al.*, 2001). El DS no ha funcionado como concepto unificador para ayudar a los diferentes actores a superar sus diferencias y trabajar sobre soluciones ganar-ganar. La agenda de sustentabilidad parece haber intensificado una diferencia ya dormida de intereses y perspectivas, con discurso utilitario, agro-ruralista y el hedonista (consideración del placer como fin de la vida) cada uno incorporando su propia perspectiva de sustentabilidad. Los discursos hedonista y utilitario en particular aspiran a una Agricultura Sustentable (AS) sobre diferentes escalas y con argumentos opuestos, lo que tiene consecuencias para la posibilidad de reunir las partes interesadas trabajando hacia la AS (Hermans *et al.*, 2010).

El campo está sometido a muchos cambios sociales, económicos y ambientales como resultado de la migración y abandono de tierras agrícolas. Esta tendencia conducida en parte por la amplia disparidad de niveles de ingreso entre habitantes

de zonas rurales y urbanas (Bell *et al.*, 2009). Las trayectorias de desarrollo de las comunidades son explicadas rutinariamente mediante referencias a la historia económica, déficit de capital humano, o la estructura de mercados laborales locales. El papel de la cultura local en entender el desarrollo de la comunidad o en interpretar investigación empírica ha recibido menos atención (Brennan *et al.*, 2009).

2.2.1 Importancia del conocimiento sobre desarrollo rural sustentable

La cultura juega un papel independiente importante en la formación de debate y acción de la comunidad. Enmarcar la comunidad como un campo inter-accional enfatiza las oportunidades creadas cuando la gente quien comparte intereses se reúne para abordar problemas locales. La interacción y cultura local son partes esenciales de la comunidad y desarrollo de la comunidad. Reconociendo la singularidad de la comunidad y la cultura local ayuda en la interpretación de datos de estudio y clarifica las trayectorias del desarrollo (Brennan *et al.*, 2009).

La falta de datos o información empírica, inseguridad sobre conocimiento científico, y disputas sobre cómo manejar conocimiento emergen como preocupaciones centrales cuando se estudian cambios en desarrollo rural (DR) bajo la influencia de los discursos de sustentabilidad. El entendimiento del DS encontrado en las prácticas de desarrollo rural es más diverso y pluralista y menos estandarizado que en los programas políticos que guían este, y los profesionales son también críticos de algunas premisas de estos programas. De las formas e ideas del conocimiento introduciendo prácticas de DR emerge un modelo de DRS que es menos jerárquico y hegemónico que aquellos en programas políticos y

viene más de los grupos objetivo, beneficiarios y poblaciones locales que los actores en el proceso político y discursos científicos (Brcuckmeier y Tovey, 2008). La idea y práctica del DS puede construirse sobre el conocimiento local como un recurso para generar actividad y estandarizar bienes y servicios locales, buscando en los potenciales de proyectos de sustentabilidad para el DR futuro, los tipos de conocimiento usados en proyectos y sus fuentes sociales, dinámicas y disponibilidad social. A nivel de política pública el complejo conocimiento-poder es un importante factor de la toma de decisiones en política rural y para desarrollar una crítica de la política rural por su atención inadecuada a la interconexión entre conocimiento, poder e interés (Csurgó *et al.*, 2008). Las políticas de DR deben fomentar la interacción entre los diferentes actores rurales en lugar de apuntar a proporcionar mejor educación para conocimiento de gestión (Kelemen *et al.*, 2008).

El DS está actualmente siendo aplicado al DR, empleando diferentes formas de conocimiento para su ejecución. La distribución de diferentes formas de conocimiento y su evaluación son relacionadas a la forma y estructura de la sociedad civil local. Los tipos de conocimiento que son más prevalecientes en protección de la naturaleza y manejo de la biodiversidad son principalmente científicos y, grado limitado, conocimiento de gestión, con la ganancia posterior en importancia. En contraste, el conocimiento local como sistema de conocimiento arraigado en prácticas locales de uso de recursos se ha convertido en un rasgo raro del campo (Siebert *et al.*, 2008).

2.2.2 Economía de las comunidades rurales

Para la humanidad la mayor parte de los ingresos proviene de actividades no agrícolas y gran parte de los hogares han diversificado sus fuentes de ingreso. Sin embargo, las fuentes de ingreso agrícola siguen siendo críticamente importantes para los medios de subsistencia en todos los países (Davis *et al.*, 2010). La diversificación es una constante en cada economía, donde la agricultura por si sola raramente proporciona suficiente ingreso. La educación, tamaño del hogar e ingreso fueron predictores significativos de diversificación. Mejorando las capacidades de la población rural a través de la capacidad de construcción, crédito y desarrollo de base amplia incrementara la participación en ingreso no agrícola y mejorara la inversión en la agricultura (Fabusoro *et al.*, 2010).

Los tomadores de decisiones tienen altas expectativas por la economía rural no agrícola (ERNA). Dando acciones de alto ingreso, desarrollando empleo, y frecuentemente requerimientos bajos de capital, ellos ven la ERNA como una vía potencial para eliminar la pobreza del medio rural. Para que el pobre se beneficie del DR no agrícola, los tomadores de decisiones deben estimular economías rurales sostenidas, con el desarrollo robusto del ingreso no agrícola, no simplemente empleo de baja productividad. Por lo tanto, el pobre debe ganar acceso al desarrollo de nichos de mercado. El trabajo fluido de mercados proporciona un importante puente para conectar al pobre rural al desarrollo de oportunidades no agrícolas (Haggblade *et al.*, 2010). En muchas áreas rurales, donde hay una dependencia económica histórica sobre industrias primarias y recursos naturales brutos, rasgos principales de la eco-economía pudieran ser vistos como agricultura multifuncional y silvicultura, junto con otras empresas

basadas en la tierra y servicio, mas incrustado en el territorio local. Usando el termino eco-economía establece un énfasis sobre la calibración de comportamiento y practicas micro-económicas que, sumadas, pueden potencialmente reordenar cadenas de producción-consumo y capturar el valor local y regional entre espacios rurales y urbanos (Kitchen and Marsden, 2009).

2.2.3 Capital social

El capital social es el activo más crítico que la gente rural necesita para poder construir medios de subsistencia sustentables; es inherente a los tipos de relación que permiten acceso, y es así un precursor crítico para que el acceso sea posible. El capital social es probablemente el menos tangible. Los procesos a través de los cuales es construido son poco entendidos. Como el capital social puede ser construido a fin de mejorar la calidad y sustentabilidad de medios de subsistencia merece mucho más atención (Bebbington, 1999). Los pueblos pequeños son a menudo representados como lugares con muchas relaciones interpersonales y confianza generalizada o alto capital social. El capital social es un recurso que los pueblos pueden usar para resolver problemas y mejorar la calidad local de vida (Besser, 2009).

Un rango de facetas de capital económico y humano, incluyendo los tres conductores claves de productividad (habilidades, inversión y empresa), factores especiales (periférico y accesibilidad), y otros factores (estructura económica, infraestructura de gobierno, y salud ocupacional), son determinantes significativos del desempeño económico en áreas rurales (Agarwal *et al.*, 2009). Los agricultores acuden a diferentes subconjuntos de conocidos cuando buscan

información sobre diferentes problemas agrícolas, apoyando la visión que la identidad no puede ser la principal determinante de tales decisiones (Santos y Barrett, 2010). Dentro del contexto de la participación rural cívica, tres diferentes tipos de confianza son descritos: confianza personal, confianza del sistema y confianza instrumental. Cada uno tiene dos componentes, una justificación y un acto de fe. Estos varían en proporción de acuerdo al grado de conocimiento poseído. Cambios en la toma de decisiones del dominio público han cambiado el énfasis de diferentes tipos de confianza. En usar construcciones de capital social para explorar toma de decisiones rurales, la vinculación de capital social es vista para cohesionar alrededor de nociones de confianza personal, puenteando el capital social alrededor de la confianza del sistema e impugnando capital social alrededor de la confianza instrumental (Curry, 2010).

Hoy el concepto de gobierno es internacionalmente usado para tratar el DR, reflejando un reconocimiento del cambio de papel del estado (a todos los niveles) y la mayor propensión para los sectores público, privado y voluntario a interactuar a escalas múltiples en contextos de poder difundidos junto con intentos para movilizar los actores locales (Shucksmith, 2010).

2.2.4 Investigación en desarrollo rural

La definición de investigación rural es algo no clara y la multidisciplinariedad de esta parece dar un manejo libre para realizar muchos tipos de investigación bajo el título. Las necesidades y demanda para la investigación son bastantes prácticas y están mayormente conectadas a la creación de nuevas oportunidades de trabajo fuera de la producción primaria y desarrollo de los pueblos vía

propuestas dadas por los investigadores. La investigación rural es altamente apreciada en programas y entre actores del campo, aunque el papel real dado a la investigación permanece no claro en la mayoría de los casos (Muilu, 2010).

Ruralidad es un término complejo y controvertido, con nociones y contemplaciones múltiples entre llamadas al pluralismo teórico (Carter and Hollinsworth, 2009). Es común entender el gobierno del espacio rural como el resultado de un conflicto entre algunos protectores románticos de un pasado perdido por un lado, y la gente quien se preocupa sobre crear valores económicos por otro lado. Sin embargo, el poder formar el medio rural no debe solo ser buscado por la lucha abierta entre protectores y desarrolladores, sino también debe ser analizado a nivel de discurso, en el juego entre discursos sobre cómo tratar con lo rural. La ruralidad toma un significado diferente en una alternativa al discurso modernista, enfatizando la autonomía local y regional (Cruickshank, 2009).

La sociología de traducción ofrece una herramienta más efectiva con la cual capturar la complejidad de las dinámicas sociales implicadas en una iniciativa de desarrollo rural (DR). Analiza el proceso de identidad y construcción de red vinculada a contextos de contingente y definiciones de problemas característicos de una iniciativa de desarrollo (Magnani and Struffi, 2009). Movilidades, vulnerabilidades y sustentabilidades representan tres procesos claves y potencialmente divergentes actualmente afectando la Europa rural. Juntos establecen algunos retos claves y potenciales para la ciencia social rural crítica. La ciencia social rural y ambiental necesita poner seria atención al desarrollo de modelos complejos y socio-ecológicos más alternativos de DR. El dominio rural, como un importante y exclusivo depositario de relaciones socio-ecológicas y eco-

económicas para la población urbana y comunidades rurales, se convierte un sitio central de contestación y desarrollo. Es un espacio social para fijeza y sustentabilidad tan bien como de movilidad y vulnerabilidad (Marsden, 2009).

La interrelación entre género y clase en espacios rurales ha recibido poca atención. Mientras los académicos se han centrado sobre las implicaciones para clases de procesos como gentrificación, agricultura y restructuración rural, estos análisis han permanecido largamente sin género. Similarmente, estudios rurales feministas han raramente explorado subjetivamente género y clase (Bryant and Pini, 2009).

Recurriendo a las crisis política y económica en la agricultura que se encuentra tras las demandas de los responsables políticos por mas enfoques interdisciplinarios, para resolver problemas. Existen diferentes teorías de sistemas en las ciencias agrícolas que demandan adoptar la interdisciplinariedad y cerrar una supuesta brecha entre las ciencias naturales y sociales. El debate entre enfoques de sistemas duro y suave en la ciencia agrícola, fuertemente influencia el diseño de programas de investigación integrada, conduce a la conclusión que ni el enfoque, ya sea separado o integrado, proporciona hasta el momento un marco convincente para una ciencia agrícola interdisciplinaria (Jansen, 2009).

2.2.5 La Sustentabilidad en México

El aumento de ingresos de la mano de obra calificada, las diferencias regionales en el impacto de la liberalización comercial y cambios sectoriales en el empleo son factores importantes que explican las tendencias, en desigualdad y pobreza, en México (Popli, 2010). La inversión que realiza México, respecto al presupuesto

federal y PIB, en recuperación de recursos naturales es mínima, considerando el desarrollo económico generado y su degradación. Lo anterior pone en evidencia que México no cumple los postulados del DS (Escobar, 2007).

Las condiciones adecuadas para la implementación exitosa de iniciativas de sustentabilidad regional no están presentes. Bajos niveles de conciencia e incertidumbre de datos, falta de conductores externos, de capacidad, tiempo, interés, financiamiento y entrenamiento son las principales barreras que evitan su éxito. Gobierno Mexicano, trabajadores, líderes industriales, universidades y sociedad pudieran asumir sus propios papeles, donde el primero y propietarios tienen más responsabilidad en alcanzar un sistema de producción sustentable (Velázquez *et al.*, 2008). En hogares productores de café en el Sur de México, aunque los ingresos de tierra y mano de obra entre productores comercio justo/café orgánico son más altos que para productores convencionales, las diferencias en rendimiento son más importantes que las primas en precio. Además, la inversión en educación y oportunidades de trabajo fuera del café dominan aquellas del comercio justo/café orgánico. Es importante un enfoque integrado que mejore la productividad y precios y apoye otras rutas para mejorar sus ingresos (Barham *et al.*, 2011). Una simple aplicación del Análisis Basado en Empleo (ABE) y Análisis Costo Beneficio (ACB) a actividades de agricultura alternativa en Yucatán, indico que, mientras los ranchos ganaderos tienen una relación costo-beneficio más alta, tanto la agricultura tradicional y la mejorada proporcionan más apoyo a la población y mayores contribuciones a la sustentabilidad (Taylor, 2001).

El DRS se define como: “El mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio” (Cámara de Diputados, 2001). El programa de titulación de tierras ejidales en México, proporciono mayor seguridad de tenencia a terratenientes; sin embargo, la legalización de transacciones ha generado inesperadamente un mercado informal de tierras, resultando en inseguridad de tenencia para los compradores. Lo anterior no es un asunto de falla técnica, tarifas fuera de alcance, sino a procesos diferenciados de aplicación de políticas por funcionarios administrativos, en relación a reconocer instituciones locales vigentes y manejo de información local (Bouquet, 2009).

En México la LGEEPA y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), son mero discurso político del DS. Y los conceptos de DRS, Recursos Naturales, Servicios Ambientales, Preservación y Conservación, son imprecisos e inconsistentes. El marco jurídico ambiental y su sustento constitucional, en México, se ha logrado por una serie de convenios, tratados y acuerdos internacionales (Jiménez, 2007).

2.3 Agricultura sustentable

Todas las definiciones sobre agricultura sustentable (AS) implican mejoramiento, conservación de la fertilidad, y productividad del suelo. Incluyen estrategias de manejo, satisfacción de necesidades humanas, viabilidad económica, adaptabilidad social, minimización del impacto, protección y

mejoramiento del medio ambiental, y durabilidad del sistema en el largo plazo (Maserà *et al.*, 1999). La AS integra las ciencias biológica, química, física, ecológica, económica y social en una forma comprensiva para desarrollar nuevas prácticas agrícolas que sean seguras y no degraden nuestro medio ambiente. Los sistemas agrícolas son sustentables si sobre un periodo largo de tiempo, son económicamente viables, ambientalmente seguros y socialmente equitativos (Lichtfouse, *et al.*, 2009).

El movimiento de la AS comenzó hace más de 20 años y a la fecha no ha transformado el sistema alimentario al grado que se esperaba (Ikerd, 2010). Hasta ahora, los asuntos sociales han sido resueltos en forma individual. Aplicar un remedio a un solo elemento del sistema no trabajará debido a que inducirá impactos negativos sobre otros elementos al final. Solo soluciones que consideren el sistema como un todo y sus conexiones tendrá una oportunidad de tener éxito. El enfoque individual no trata la fuente del problema, solo trata las consecuencias negativas. Aquí una solución obvia es identificar las fuentes de problema y anticipar problemas potenciales futuros (Lichtfouse, 2009). El manejo sustentable se define como aquel sistema que alcanzan un alto nivel de productividad mediante el uso eficiente y sinérgico de recursos naturales y económicos; mantiene la producción fiable, estable y resiliente; promueve el uso renovable, restauración y conservación de recursos locales; integra adecuadamente diversidad temporal y geográfica del medio ambiente natural con actividades económicas, e incorpora mecanismos de distribución de riesgos; proporciona flexibilidad para adaptarse a nuevas circunstancias económicas y biofísicas; distribuye en forma equitativa, costos y beneficios entre los interesados;

promueve un nivel aceptable de autosuficiencia para controlar y responder a cambios ejercidos desde el exterior, manteniendo intacta su identidad y valores (Masera *et al.*, 1999).

2.3.1 Elementos de la sustentabilidad

Para poner énfasis en la sustentabilidad ecológica a largo plazo, más que en la productividad a corto plazo, el sistema debe: reducir el uso de energía y recursos; emplear métodos de producción que restablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes a la estabilidad de la comunidad; fomentar la producción local de alimentos; reducir costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores; y comprender que hay dos funciones en el ecosistema que se deben realizar en campos agrícolas, la biodiversidad de microorganismos, plantas y animales, y el reciclado de nutrientes y materia orgánica. Desde el punto de vista de manejo, los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluyen: cubierta vegetal como una medida eficaz de conservación del agua y suelo usando prácticas de labranza cero, uso de mulch y cultivos de cobertura; suministro continuo de materia orgánica y promoción de la actividad biótica del suelo; mecanismos de reciclaje de nutrientes con el uso de rotación de cultivos, sistemas mixtos cultivo/ganado, agroforestería y cultivos intercalados basados en leguminosas; regulación de plagas mediante el aumento de la actividad biológica de los agentes de control. El uso de una o más, estrategias alternativas de diversificación, posibilitan mejorar y complementar interacciones entre componentes de los agroecosistemas, resultando uno o más de los siguientes efectos: cubierta vegetal continua; producción constante de alimentos; cierre de ciclos de nutrientes y uso eficaz de los recursos locales;

conservación del suelo y agua, y protección contra el viento; control biológico de plagas; aumento de la capacidad multiuso del sistema; y producción sostenida de cultivos (Altieri, 1999).

2.3.2 Atributos de los sistemas de manejo de recursos naturales sustentables

Los agroecosistemas requieren fuentes auxiliares de energía, su diversidad puede ser muy reducida, las plantas y animales dominantes son seleccionados artificialmente y sus controles son en su mayoría externos. Lo anterior marca un punto de partida para la comprensión de la agricultura desde un enfoque de los sistemas ecológicos, pero no abarca la diversidad y complejidad de muchos agroecosistemas que se desarrollan en las sociedades no occidentales, como los trópicos húmedos. La falta de atención a las determinantes sociales de la agricultura resulta en un modelo de poder explicativo limitado (Hecht, 1999).

Pilares básicos del manejo sustentable de la tierra (MST) son: productividad, la ganancia del MST puede extenderse más allá de rendimientos agrícola y no agrícola para incluir objetivos de beneficios de protección y estética de uso de la tierra; seguridad, balance entre el uso de la tierra y condiciones ambientales prevalecientes; protección, la cantidad y calidad de suelo y agua deben ser salvaguardadas, así como conservación de la diversidad genética de plantas o animales; viabilidad de los usos locales de la tierra; aceptabilidad, el impacto social de los métodos de uso de la tierra debe ser aceptado (FAO, 1993).

Entre los atributos más importantes para que un sistema sea sustentable están: disponibilidad de recursos económicos, tecnológicos y naturales, a través del tiempo; adaptabilidad y flexibilidad, capacidad de los organismos para adaptarse a

un rango de circunstancias ambientales; robustez, resiliencia, y estabilidad, capacidad de los agroecosistemas para mantener cierto grado de permanencia frente a variadas e inevitables perturbaciones; capacidad de respuesta, el sistema afronta cambios de origen externo o interno; autosuficiencia, grado variable de autonomía sobre su propio funcionamiento y de control sobre su ambiente y el de otros sistemas; y empoderamiento, capacidad del sistema para innovar e inducir cambio, dentro y fuera de sus fronteras (GIDSA, 1995). El Marco para la Evaluación de la Sustentabilidad Mediante Indicadores (MESMIS) propone siete atributos básicos para la sustentabilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, fiabilidad, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia (Masera *et al.*, 1999).

La resiliencia y estabilidad, no son estrictamente determinados por factores biótico o ambiental. La caída en precios del mercado o cambios en la tenencia de la tierra, pueden destruir los agroecosistemas tanto como una sequía, explosiones de plagas o disminución de nutrientes del suelo, Decisiones que asignan energía y recursos materiales aumentan la resiliencia y recuperación de un ecosistema dañado. El resultado de la interacción entre características endógenas, biológico ambientales, y factores exógenos, socio económicos, generan la estructura particular del agroecosistema (Hecht, 1999).

2.3.3 Concepto de agricultura sustentable

La AS es una respuesta a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociados con la agricultura moderna. Propone la reducción o eliminación de agroquímicos a través de cambios en el manejo, que aseguren la adecuada nutrición y protección de las plantas a través de fuentes de nutrientes

orgánicos y un manejo integrado de plagas (Altieri, 2002). Los sistemas de AS contribuyen al bienestar en el largo plazo al proporcionar alimento, bienes y servicios en formas económicamente viables, ambientalmente sanas y socialmente aceptables (OECD, 2003). La AS alcanza la integración de ciclos y controles biológicos; protege y renueva la fertilidad del suelo y la base del recurso natural; optimiza el manejo y uso de recursos sobre la granja; reduce el uso de recursos no renovables e insumos de producción comprados; proporciona un ingreso a la granja adecuado y seguro; promueve oportunidad en agricultura familiar y comunidades de granjas; y minimiza impactos adversos sobre salud, seguridad, vida silvestre, calidad de agua y medio ambiente (WKKF, 2003). El papel de los recursos genéticos como bloques de construcción para la AS es amenazado debido, entre otras cosas, la “diversidad perversa” de resultados de intervenciones de desarrollo impulsadas por políticos. En Etiopía, respecto a la producción de café, los tomadores de decisiones tendrán que considerar los factores relevantes y tratar con las compensaciones para priorizar y realizar intervenciones sobre conservación de la granja y adopción de variedades para la AS (Wale, 2010).

En Dakota del Norte, los tres factores clasificatorios más importantes, para adoptar la agricultura orgánica, fueron razones de ética ambiental, orientación de la producción y orientación agrícola (Stofferahn, 2009). Mientras que otro estudio indica, que la elección del tipo de sistema de producción es parcialmente una preferencia de estilo de vida influenciado por factores económicos y ambientales. Los factores que contribuyen a la transición a una producción sustentable son: estrategias de comercialización agresivas, contratos colectivamente negociados sobre producción y comercialización, disposición a intentar cultivos y productos

nuevos y no probados, educación y acceso a información y expertos (Sassenrath *et al.*, 2010). Los maestros de agricultura no incluyen mucho sobre AS en sus planes de estudio. Mas investigaciones sobre barreras a la inclusión de la AS ayudaría a explicar lo requerido para mejorar su instrucción (Muma *et al.*, 2010).

El debate sobre sistemas agrícolas a menudo se caracteriza en términos del contraste entre agricultura intensiva y sistemas orgánicos, Si embargo existe un rango de sistemas entre estas categorías, como los sistemas de agricultura integrada (OECD, 2003). Desde la agricultura intensiva convencional hasta la AO, tienen el potencial para ser localmente sustentables. No hay un sistema único que pueda ser identificado como sustentable, y ninguna ruta única a la sustentabilidad (OECD, 2001).

2.3.4 Estrategias para la agricultura sustentable

Algunas de las estrategias para alcanzar prácticas más sustentables son: la estrategia de sustitución, la estrategia agroecológica y la estrategia global. La estrategia de sustitución consiste en, por ejemplo, que los químicos tóxicos y fertilizantes minerales (NPK) sean reemplazados por compuestos menos contaminantes, menos persistentes y menos consumidores de energía (Lichtfouse *et al.*, 2009). La Agroecología incorpora la idea de una agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en su sostenibilidad ecológica (Hecht, 1999). La idea agroecológica es desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía. Un campo agrícola es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos naturales pueden ocurrir: reciclaje de nutrientes,

interacciones predador/presa, competencia/simbiosis y cambios sucesionales (Altieri, 2002). La Agroecología se define como el estudio de todo el sistema alimentario, que abarca las ciencias naturales y sociales, y enfatiza el pensamiento de sistemas y principios ecológicos (Francis *et al.*, 2003). Según la declaración de la reunión de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) y la Asociación de Agroecología de Brasil (ABA), las consecuencias de la agricultura convencional son: pobreza, hambre, degradación ambiental, cambio climático, y la crisis energética y financiera. Plantean a la Agroecología, como la fundación científica y metodológica para la transición a un nuevo paradigma de desarrollo. Granjas pequeñas, como fuente de conocimiento tradicional, agrobiodiversidad y estrategias para mantener la seguridad y soberanía alimentaria, son su fundamento social y productivo (Ferguson and Morales, 2010).

2.3.4.1 Agricultura orgánica

La AO es una metodología que apoya el medio ambiente, minimizando el uso de insumos externos, evitando el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos. Un sistema de producción orgánico es diseñado para: animar la diversidad biológica dentro del sistema como un todo; incrementar la actividad biológica del suelo; mantener la fertilidad del suelo en el largo plazo; reciclar desechos de origen vegetal y animal; depender sobre recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados; promover el uso saludable del suelo, agua y aire; manejo de productos agrícolas con énfasis sobre métodos de procesamiento cuidadosos

para mantener la integridad orgánica y cualidades vitales del producto en todas las etapas (FAO y WHO, 2007).

En el Reino Unido, las condiciones de mercado ofrecen oportunidades en beneficios significativos de valor agregado sobre la producción convencional de leche (Banks and Marsden, 2001). En países en desarrollo, los sistemas de AO alcanzan igual o incluso rendimientos más altos, comparado a las practicas convencionales (Scialabba and Müller-Lindenlauf, 2010). Los niveles de ingreso de la AO están sobre el promedio comparable al ingreso generado sobre granjas convencionales (Häring *et al.*, 2001). Los sistemas orgánicos producen menos emisiones por unidad de área y unidad de producción. También tienen un potencial mayor en secuestación de carbono, con la posible excepción del sistema de cero labranza. Los sistemas orgánicos demuestran mayor eficiencia de energía por unidad de superficie y de producción comparado a operaciones convencionales (MacRae *et al.*, 2010). La eficiencia de energía no renovable es más alta en AO, dado que su consumo es más bajo (Alonso y Guzmán, 2010). Al aplicar exclusivamente estiércoles orgánicos, la eutrofización de lagos y aguas costeras, es resuelto automáticamente al ser adaptados a la naturaleza y causar menos lixiviación de nutrientes (Bergström *et al.*, 2008).

El impacto real de la AO, particularmente en medio ambiente, depende de las prácticas de manejo (OECD, 2003). La rotación de cultivos significa variedad y la variedad da estabilidad a los sistemas biológicos (Coleman, 1995). Los abonos verdes consisten en incorporar al suelo un cultivo desarrollado específicamente para ello (Kuepper and Gegner, 2004). El estiércol, como una enmienda del suelo, mejora el contenido de N mineral si es manejado correctamente (Markewich *et*

al., 2010). La composta bien hecha tiene beneficios sobre el crecimiento de las plantas muy por encima de su simple análisis de nutrientes y es un factor activo en suprimir enfermedades de plantas e incrementar su resistencia a las plagas (Coleman, 1995). Integrar dos o más cultivos mutuamente benéficos en estrecha proximidad incrementa la biodiversidad (Kuepper and Gegner, 2004). Los productores orgánicos son dependientes sobre métodos alternativos de control de insectos basados en biología (Lohr and Park, 2002). Según la Teoría de la Predisposición, la planta hospedera debe primero ser negativamente predispuesta por condiciones desfavorables antes que la plaga prevalezca (Coleman, 1995). En sistemas orgánicos, un rango amplio de pesticidas naturales es permitido (Kuepper and Gegner, 2004). Farmscaping es un enfoque ecológico de la granja para manejar plagas (Dufour, 2000); casa estética con función, y trata intencionalmente regresar la granja a la naturaleza (Singh, 2004). Los sistemas de labranza reducida potencialmente proporcionan beneficios ambientales y económicos, aunque requiere un estándar más alto de manejo (Ingram, 2010). Mulching, implica esparcir grandes cantidades de materiales orgánicos, paja, heno viejo, astillas de madera, etc., sobre el suelo desnudo y entre plantas de cultivo (Kuepper and Gegner, 2004).

2.3.4.2 Sistemas agrícolas integrados

Los sistemas agrícolas integrados (SAI) abarcan elementos tanto de sistemas agrícolas convencionales como orgánicos. Implica el uso de recursos localmente disponibles, como alimento, desechos y otros productos de subsistemas internos, y un alto nivel de reciclado de nutrientes al grado máximo posible, así como

reducción de desechos, mejoramiento general de la eficiencia en el uso de recursos. El uso de químicos sintéticos para fertilizantes y control de plagas se limita al máximo grado posible, pero no se excluye completamente (OECD, 2003). La iniciativa de SAI prevé que agricultores, comunidades rurales y consumidores son mejor servidos por un SAI. Combina preservar el medio ambiente; proteger la salud de agricultores, sus familias, vecinos y consumidores; proporcionar un ingreso decente y alta calidad de vida a familias de la granja; mantener comunidades rurales; y producir alimento abundante, nutritivo, y asequible (WKKE, 2003).

La investigación agrícola futura necesitara integrar cada vez más los métodos ecológico, fisiológico y molecular, para entender los cultivos agrícolas *in situ* y su interacción con el medio ambiente así como organismos impactando sobre su salud y productividad en el largo plazo. La necesidad de integración cada vez más implicara estrategias de mejoramiento de los cultivos para la mayoría de los sistemas agrícolas, como: la posibilidad de emplear la actividad alelopática para suprimir malezas como alternativa al control químico; y el creciente interés en la producción ambientalmente amigable y sustentable de cultivos energéticos perenes en tierra agrícola (Weih *et al.*, 2008).

La tendencia hacia la especialización de cultivos y tamaño incrementado de la granja en los sistemas agrícolas de EU ha tenido impactos económicos y ambientales negativos. En granjas grandes especializadas, una cantidad significativa de mano de obra estacional es subutilizada. La integración de cultivos alternativos suplementarios en una rotación existente maíz-soya tiene la capacidad de hacer uso de la mano de obra subutilizada y el potencial para

incrementar la redituabilidad de la granja y mejorar la sustentabilidad agronómica y ambiental (Hoagland *et al.*, 2010).

2.3.4.3 Agricultura urbana

Ha habido mucho debate social, político y académico sobre el desarrollo de alimento en años recientes. Estos debates se han reflejados en el aumento del interés académico respecto a la capacidad de las ciudades para producir suficiente alimento para alimentar sus habitantes. A la fecha, la investigación ha tendido a evitar o incluso a ignorar el alimento que es producido dentro de áreas urbanas y las implicaciones políticas de este uso de la tierra. Dado que la agricultura urbana (AU) es extensivamente practicada, las implicaciones políticas de uso de la tierra merece más atención tanto por funcionarios como por investigadores (Howe, 2003). La AU incluye acuicultura, ganado y plantas. Los cultivos más comunes son vegetales de hoja, particularmente en el Sur-este de Asia y África. Estas industrias de vegetales tienen cadenas cortas de comercialización con precios diferenciales más bajos entre agricultores y consumidores que las cadenas grandes. Algunos de los retos de los agricultores son: producir productos de alta calidad en áreas densamente pobladas y dentro de un ambiente contaminado; acceso a los principales insumos agrícolas, como fertilizantes y agua; limitación de su impacto negativo sobre el medio ambiente; y mantener sus actividades multifuncionales como limpieza y apertura al espacio urbano. La AU puede rehusar desechos de la ciudad, pero no es suficiente para alcanzar rendimientos altos, y hay todavía riesgo de producir productos inseguros (Bon *et al.*, 2009). Fuentes alternativas de materia orgánica (lodos depurados) para horticultura peri-

urbana son necesarios en Sahel para reducir la competencia sobre recursos finitos entre el sistema tradicional y una producción más moderna. Dado que la horticultura peri-urbana es mucho más redituable que la producción tradicional de cultivos, mas inversión en enmienda orgánica comprada pudiera ser posible para mantener los nutrientes requeridos mientras se deja el estiércol de patio para el sistema tradicional (Hayashi *et al.*, 2010).

La AU es a menudo tolerada por los gobiernos, pero raramente animada. Los agricultores urbanos deben ser más determinantes en promover su agricultura y proponer servicios a los habitantes urbanos y autoridades de la ciudad, incluyendo preservación de paisaje e inclusión social. La promoción de las funciones múltiples es su principal reto para el futuro. Por lo tanto, hay una necesidad creciente por documentación del éxito de la integración de la AU en el desarrollo urbano, y sobre las condiciones necesarias para su sustentabilidad social, económica y ambiental (Bon *et al.*, 2009).

2.3.4.4 Agricultura multifuncional

La agricultura multifuncional (AMF) mejora la calidad y cantidad de beneficios proporcionados por la agricultura a la sociedad, mediante la producción conjunta de productos agrícolas y una gama de servicios ecológicos. En países desarrollados, nuevos diseños de agroecosistemas para AMF están apareciendo rápidamente, pero sus adopciones son limitadas. Una estrategia heurística permitiría incrementar la adopción de AMF a través del desarrollo de nuevas empresas que permitan a productores beneficiarse de productos agrícolas y servicios ecológicos. Tales empresas pueden surgir a través de la

retroalimentación entre los sistemas social y biofísico operando a través de un rango de escalas. La retroalimentación dependerá de la innovación coordinada entre actores económicos en un rango de actores sociales interdependientes, apoyados por nuevos subsistemas que producen conocimiento agroecológico en un sitio específico, y mediante el cambio que abarca el supersistema de opinión y política pública (Jordan y Warner, 2010).

Jordan y Warner (2010) ofrecen un marco para acelerar el proceso de adopción a través de la retroalimentación entre los sistemas social y biofísico operando a través de un rango de escalas. Ellos proponen una mezcla integrada de innovación económica, conocimiento agroecológico en un sitio específico para rediseñar los paisajes, y el cambio creado mediante opinión pública fuerte y política ilustrada. Su propuesta es una mezcla de esperanza de Agroecología, DS, y ciencia del cambio de la tierra (Gliessman, 2010).

Las prácticas agroecológicas han sido cada vez más reconocidas como las principales alternativas de desarrollo que pudieran asegurar las necesidades básicas de la población rural al tiempo que mejoran las capacidades ecológicas de la tierra y sus bienes de subsistencia. El concepto de AMF se propone para ayudar a resolver las limitaciones existentes en la Agroecología y superar el abismo convencional entre investigación ecológica y realidades sociales en un desarrollo basado en la Agroecología (Amekawa *et al.*, 2010).

2.4 Evaluación de la sustentabilidad

Uno de los retos más grandes que enfrenta el discurso sobre DS, en particular la agricultura sustentable (AS), es el diseño e implementación de un marco operativo

que, de manera precisa y efectiva evalúe la sustentabilidad de diferentes proyectos, tecnologías o agro-ecosistemas (Masera *et al.*, 1999). Es prioritario el desarrollo de enfoques que articulen la evaluación de sustentabilidad de los SMRN a diferentes escalas de análisis. La teoría de sistemas se ha consolidado como un enfoque que permite una visión integral, interdisciplinaria y multiescalar para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas complejos. Los modelos de simulación permiten abstraer y entender el desempeño de diferentes alternativas en diferentes unidades de paisaje, y conocer el efecto de determinantes biofísicas o socioeconómicas (López-Ridaura, 2008). Empleando un modelo mecanicista para evaluar el impacto de innovaciones agroecológicas como rotación de cultivos, barbecho mejorado, cultivos intercalados, variedades resistentes a plagas y un sistema orgánico integrado, se encontró una variación considerable de acuerdo al tipo de granja, naturaleza de las innovaciones agroecológicas, y el criterio considerado y horizonte temporal de la evaluación (Blazy *et al.*, 2010). Debido a su naturaleza compleja, multifuncional, la sustentabilidad agrícola es a menudo evaluada con indicadores numéricos, que hacen las comparaciones agregadas difíciles. Al aplicar un método de análisis conjunto para seleccionar atributos económicos, sociales y ecológicos percibidos como importantes por diferentes interesados y evaluar su impacto relativo sobre la medición de la sustentabilidad general; representa un marco flexible que pudiera ser adoptado por una variedad de aplicaciones específicas y permite comparaciones entre varios grupos de interesados basados en la percepción de la sustentabilidad agrícola (Sydorovych and Wossink., 2008).

En Latinoamérica desde los 80's ha habido un movimiento agroecológico que promueve agroecosistemas sustentables (Astier y Hollands, 2007). La Agroecología guía el desarrollo de agroecosistemas que aprovechen los efectos de integrar biodiversidad de plantas y animales. El resultado es mejorar la sustentabilidad económica y ecológica, con un sistema de manejo sobre la base local de recursos y con una estructura operacional acorde a las condiciones ambientales y socioeconómicas existentes (Altieri, 2002). La producción agroecológica va orientada al pequeño agricultor familiar con pocos recursos de capital, cuyos objetivos en común son reducir costos y aumentar beneficios, sostener la productividad en el mediano y largo plazo. Conservar y/o regenerar los recursos de suelo, agua y biodiversidad (Masera *et al.*, 1999).

Existen varios casos de estudio en Latinoamérica, donde se ha evaluado la sustentabilidad de SMRN: Evaluación de la Sostenibilidad del Sistema de Algodón Orgánico en la Zona del Trópico Húmedo del Perú San Martín, Tarapoto (Gomero y Velásquez, 2007). Evaluación de la Sustentabilidad de Dos Sistemas de Producción Ovina en Comunidades Tzotziles (Alemán *et al.*, 2007). La Sustentabilidad que Viene de Lejos, una Evaluación Multidisciplinaria e Intercultural de la Agricultura Campesina de los Mayas en Xohuayán, Yucatán (Moya, 2007).

2.4.1 Marcos conceptuales para evaluación de la sustentabilidad

Los marcos de evaluación son propuestas metodológicas flexibles que guían valoraciones. Parten de objetivos generales aplicables a diferentes situaciones y sistemas de manejo, y que sirven de guía para derivar indicadores (Galván-

Miyoshi *et al.*, 2008). Los marcos conceptuales para Indicadores de Desarrollo Sustentable (IDS) pueden ser teóricamente bien justificados, transparentes y con directrices claramente definidas; o ser reglas obscuras e implícitas basadas en diferentes supuestos y conocimientos, dentro de diferentes contextos y tradiciones. Monitorear y evaluar el uso de indicadores y aprender de ello es tan importante como el desarrollo de trabajos para mejorar la capacidad de un marco en representar en forma objetiva la realidad (Lyytimäki and Rosenström, 2008).

2.4.2 Índices de sustentabilidad

Los índices de sustentabilidad (IS) son un gran reto en cuanto a diseño e implementación, de indicadores transversales o sinérgicos, que permitan acceso rápido a un significado mayor e incorporen aspectos económicos, sociales y ambientales (Quiroga, 2007). Los IS se emplean principalmente para elevar la conciencia pública y recibir atención notable en los medios de comunicación. Más que ofrecer una visión comprensiva del DS, se centran en la dimensión ambiental y dirección de recursos (UN, 2007). La ventaja de los IS es que no es necesario tenerlos en unidades de medida equivalentes, aunque hay que estandarizarlos. Son empleados en la comparación de sistemas de producción, prácticas de manejo, proyectos, tecnologías y unidades administrativas. Algunas técnicas para su construcción son el análisis de componentes principales, regresiones múltiples y métodos multicriterio (Galván-Miyoshi, 2008). Sus dificultades metodológicas más críticas son un marco analítico pobre y la falta de una unidad común para la agregación. Algunos miden directamente el estado del medio ambiente y otros usan aproximaciones como indicadores de presión o respuesta o una mezcla de ambos (Blanc *et al.*, 2008). A pesar de los esfuerzos para obtener un índice que

adecuadamente representen la sustentabilidad de una región, en la actualidad todavía no existe un índice completamente satisfactorio. Todos necesitan ser mejorados (Siche *et al.*, 2008).

La huella ecológica (HE) es un índice sobre productividad biológica del planeta, su distribución geográfica y la cantidad de ella que en promedio corresponde a cada habitante, desarrollado a partir de los acuerdos de la Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Cada uno de los habitantes del planeta ocupan en promedio 1.7 has de tierra productiva, solo 10 países (de 52 investigados) tienen una huella menor, y según datos de 1977, 33 países tienen un déficit importante, consumiendo más recursos naturales de los que poseen, entre ellos México. Los cálculos de la HE se basan en la medición de la mayoría de recursos que consumimos y la mayor parte de desechos que generamos, y su conversión en áreas biológicamente productivas (Nieto, 1999b). La lógica de la HE demuestra que los humanos deben aprender a vivir dentro de la capacidad de carga del planeta, y encontrar una forma para vivir confortable, satisfaciendo vivir mediante el uso de no más de 2 has por persona. La HE puede ser usada para inspirar reducciones en el impacto ambiental de los individuos y empoderarlos para adaptar estilos de vida más sustentables (Sutcliffe *et al.*, 2008).

El Índice de Sustentabilidad Ambiental referencia la capacidad de las naciones para proteger el medio ambiente durante las próximas décadas. Integra 76 conjuntos de datos – dotación de recursos naturales, niveles de contaminación, esfuerzos de manejo ambiental, y la capacidad de una sociedad para mejorar su desempeño ambiental - en 21 indicadores de sustentabilidad ambiental. Estos indicadores permiten la comparación a través de una serie de asuntos como:

sistemas ambientales, reducción del estrés ambiental, reducción de la vulnerabilidad humana al estrés ambiental, capacidad social e institucional para responder a los retos ambientales, y administración Global (YCELP, 2005). Un nuevo índice compuesto para la sustentabilidad ambiental fue desarrollado por la UE, para evaluar la sustentabilidad regional Europea para tomadores de decisiones relacionados al mejoramiento de la sustentabilidad regional. Los indicadores son expresados de acuerdo a un marco coherente emitido del enfoque “fuerza motriz-presión-estado-impacto-respuesta” con un innovativo esquema de peso derivado de la evaluación del impacto de la salud humana basado sobre la discapacidad de años de vida ajustados (Blanc *et al.*, 2008).

El Índice de Desempeño Ambiental 2010 (IDA) clasifica a 163 países respecto a 25 indicadores de desempeño a través de diez categorías políticas cubriendo tanto la salud pública ambiental y vitalidad del ecosistema. Estos indicadores proporcionan una evaluación nacional de cómo los países están cerca de establecer objetivos de política ambiental. La metodología de proximidad al objetivo facilita las comparaciones entre países, y el análisis de cómo la comunidad mundial está haciendo colectivamente en cada asunto político particular. El IDA revela severas lagunas en datos, deficiencias en consistencia metodológica y falta de un proceso sistemático para verificar las cifras reportadas por los gobiernos. El IDA hace palpable la necesidad de una mejor recolección de datos, análisis, revisión y verificación (YCELP, 2010).

El Ahorro Genuino (AG) evalúa la sustentabilidad de una economía. El AG representa “... el valor del cambio neto en el rango entero de activos que son importantes para el desarrollo: activos producidos, recursos naturales, calidad

ambiental, recursos humanos, y activos extranjeros”. Las cifras de AG deducen el valor del agotamiento de los recursos naturales, deducen los daños de contaminación, incluyendo la pérdida de bienestar en forma de enfermedad humana y salud. Tratan el gasto actual sobre educación como un ahorro, más que como consumo. Deduce la deuda extranjera neta y suma las transferencias oficiales netas (Everett and Wilks, 1999). En el contexto de evaluación del DS, sin embargo, la distribución del ingreso y el cambio de bienestar per cápita son dimensiones significativas que el modelo de AG ha ignorado. Ya que, tras una tasa positiva de AG, un país todavía enfrenta factores como inequidad del ingreso actual y desarrollo de la población, que pudiera minar el bienestar sustentable. Al ajustar el marco de AG para las anteriores reflexiones y probar su aplicación en el Reino Unido y Taiwán entre 1970 y 1980, se encontró que el primero tiene tasas AG mas depreciadas y perdidas de bienestar sustentable mayores que el segundo (Lin, 2007).

El Sistema de Indicadores de Progreso Genuino de Cuenta de Bienestar Sustentable (IPG), mide y maneja la riqueza total de comunidades y naciones. La cuenta IPG rinde una evaluación comprensiva del bienestar total de una sociedad, su economía, y el ambiente natural. Considera las condiciones físicas de bienestar que contribuyen a una alta calidad de vida y un estilo de vida sustentable. Datos de series de tiempo sin refinar del gobierno, agencias estadísticas y otras fuentes refutables son usados para construir las cuentas. Incluyen condiciones de salud personal, cohesión social, capital intelectual, prosperidad económica, y la sustentabilidad de capital natural y salud del medio ambiente (Anielski, 2001).

Hay una tendencia a construir juegos de indicadores de cuestiones específicas del DS. En el plano nacional, son más usados por los ministerios u ONGs para dar seguimiento de implementación política e informar al público. A nivel internacional, se incluyen indicadores de biodiversidad, indicadores de energía de DS, o indicadores de turismo sustentable. Usados correctamente, son excelentes medios de atraer la atención de los medios, levantar la sensibilidad del público y material pedagógico suplementario para la enseñanza (UN, 2007).

El Índice del Planeta Vivo (IPV) es diseñado para realizar un seguimiento del estado de la biodiversidad mundial. Registra las tendencias en el tiempo de un gran número de poblaciones de especies. Se basa en las tendencias de casi 5000 poblaciones de 1686 especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces en todo el mundo. Posteriormente se promedian los cambios en la población de cada especie y se presentan en relación a 1970, año al que se le asigna un valor de 1.0. El IPV ha descendido casi 30 % durante los últimos 35 años (Latham *et al.*, 2008).

El producto interno bruto (PIB) puede ser usado como un índice de sustentabilidad si es estimado dentro de un marco de análisis costo beneficio basado en perspectivas de elección social. La sustentabilidad depende de un sistema socio-económico y ambiental saludable y funcional (SEA). El desarrollo económico puede dañar el sistema SEA a través de la degradación de recursos, sobreexplotación y contaminación. Los ajustes incluyen costos sociales y ambientales causados por el desarrollo económico tales como contaminación del agua, agotamiento de recursos no renovables, y deforestación. Usando a Tailandia como caso de estudio por un periodo de 25 años, los resultados muestran una divergencia en términos de PIB per cápita y la cifra del PIB ajustado al SEA per

cápita. Con los crecientes costos ambientales y sociales del desarrollo económico, sin las debidas consideraciones ambientales y sociales, el bienestar social presente y futura sustentabilidad, se ven amenazados (Islam and Clarke, 2005).

2.4.3 Indicadores de sustentabilidad

Los indicadores son herramientas útiles en la formulación de políticas, evaluación de estrategias y gestión ambiental; fortalecen decisiones informadas, y la participación ciudadana, para impulsar a los países al DS (Quiroga, 2007). El objeto de estudio y la escala de medición determinan el conjunto de indicadores más adecuado. Cada forma de medición y monitoreo implica características específicas: inversión en tiempo, infraestructura y recursos humanos, unidad de medición y público objetivo. Los diversos métodos accesibles incluyen: revisión bibliográfica, mediciones directas, modelos de simulación, encuestas, entrevistas formales e informales y técnicas grupales (Astier y González, 2008).

En el desarrollo de un sistema de indicadores locales para dos ciudades Alemanas, se particularizo y contextualizo el modelo de DS, bajo una nueva forma de conceptualizar la sustentabilidad. Áreas con problemas locales fueron identificadas en un enfoque de abajo hacia arriba por personal de la autoridad local. Estas áreas se contrastaron con un conjunto de reglas de sustentabilidad, sistemáticamente derivadas de una norma básica de sustentabilidad como requisitos mínimos para el DS. Los indicadores se especificaron en la interface entre áreas con problemas y reglas de sustentabilidad. Se espera que los indicadores proporcionen información sobre si la ciudad se acerca o aleja de la perspectiva del DS en sus áreas problema (Hartmuth *et al.*, 2008). El énfasis en el

aprendizaje sugiere que los indicadores también tienen que ser juzgados y evaluados en un enfoque participativo. Los diferentes usos y el desarrollo de indicadores están íntimamente conectados. Al mantener esta conexión se asegura que los IDS permanecen sobresalientes, creíbles y legítimos en un mundo cambiante (Hildén and Rosenström, 2008).

Los indicadores ambientales (IA) permiten objetivizar las principales tendencias de las dinámicas ambientales y realizar su evaluación. Dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo, desde la singularidad o desde un determinado número de fenómenos constitutivos de la complejidad ambiental (Quiroga, 2007). Para las autoridades ambientales las Evaluaciones de Desempeño Ambiental (EDA) proporcionan los medios para legitimizar políticas específicas y adquiere un estatus más alto en la toma de decisiones del gobierno. El marco EDA abarca la complejidad, pluralidad de valores y el carácter integrado del DS mucho mejor que el marco estrictamente basado en sectores, aplicado en encuestas económicas (Lehtonen, 2008).

Los IDS son herramientas que constituyen un sistema de señales que permiten evaluar el progreso de los países hacia el DS. Apoyan el trabajo de diseño y evaluación de la política pública, fortalecen decisiones informadas y la participación ciudadana (Quiroga, 2001). Los IDS, corresponden al desarrollo realizado desde el enfoque multidimensional del DS, liderado por la CDS de la ONU. Este enfoque presenta indicadores económicos, sociales, ambientales e institucionales en forma no transversal o sinérgica, ni abordan más de una dimensión del DS en forma simultánea (Quiroga, 2007). Coelho *et al.*, (2010) propone un marco conceptual para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad

regional, basado en una serie de pasos interactivos y dinámicos. La participación pública es un componente esencial, como la de los interesados locales de todos los municipios de la región. Presenta un enfoque específico a la interacción entre conjuntos de IDS a diferentes escalas. El marco permite un informe consistente del desempeño de la sustentabilidad regional a nivel nacional, lo que permite identificar asimetrías interregionales. Y al establecer un conjunto común de IDS a escala local, logra visualizar asimetrías intra-regionales.

Los servicios urbanos como energía, agua, desechos o transporte son ligados a una variedad de debates de sustentabilidad y pueden a menudo ser asociados con objetivos tangibles claros. Al seleccionar indicadores dentro de un marco de servicio orientado, se espera que un subconjunto manejable de asuntos de sustentabilidad se pueda tratar, en lugar de luchar con visiones ambiguas o demasiado ambiciosas del DS. La experiencia ganada en estos nichos pequeños de indicadores pudiera proporcionar un escalón para evaluaciones más elaboradas del DS urbano (Keirstead and Leach, 2008).

En años recientes, el concepto de indicadores de sustentabilidad se ha convertido en prominente en la ciencia agrícola. La idea es que características particulares de recursos sean monitoreados y registrados, con la intención que esta información sirva como una ayuda en la toma de decisiones por agricultores y/o responsables políticos. A continuación se presentan algunos criterios para elegir entre regiones, entre granjas/sitios, entre problemas de manejo de recursos y entre indicadores alternativos para algún problema de manejo dado. También se indica si el criterio es deseable, altamente deseable o esencial para una elección a ser hecha. Criterios para elegir entre regiones: presencia de un problema de manejo de

recursos (esencial), alto grado de amenaza al recurso dentro de la región (deseable) y gran escala de la amenaza dentro de la región (deseable). Criterios para escoger entre granjas/sitios: la granja es representativa del distrito y el agricultor es respetado por otros productores (deseable para propósitos de extensión), presencia de un problema de manejo de recursos (esencial), alto grado de amenaza al recurso (deseable), y datos del contexto probables a estar disponibles. Criterios para escoger entre problemas de manejo de recursos: En al menos algunas situaciones, vale la pena ajustar manejo y política para tratar el problema (esencial), la recompensa es algo sensible a la opción de manejo a fin de que agricultores se beneficien de su adopción (esencial), la recompensa no es tan sensible a la opción de manejo que es evidente si la opción debe ser adoptada (esencial), alto grado de amenaza al recurso (deseable), gran escala de la amenaza al recurso (deseable). Criterios para escoger entre indicadores: alta incertidumbre sobre el nivel del indicador (deseable), baja incertidumbre sobre las conexiones entre el indicador, prácticas de manejo y producción (altamente deseable), el indicador puede ser medido fiable y precisamente (deseable), bajo costo de monitoreo del indicador (deseable) (Pannell and Glenn, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo son descritos los métodos y procedimientos empleados para la implementación de la investigación. El capítulo se divide en tres secciones: Investigación documental, desarrollo del trabajo en campo y análisis de la información. En la primera sección se presenta la metodología para evaluar los marcos de evaluación de la sustentabilidad, considerada de tipo cualitativo y documental. En la sección dos, se describe la metodología empleada para el trabajo en campo (instrumentos para coleccionar información) para poder determinar los puntos críticos, que limitan o mejoran el desarrollo sustentable de los sistemas de producción. En la última sección, se detalla el procedimiento para el análisis de información obtenida y determinar los indicadores.

3.1 Investigación de tipo documental

La investigación documental se caracteriza por el empleo predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información. Generalmente se le identifica con el manejo de mensajes registrados en la forma de manuscritos impresos, por lo que se le asocia normalmente con la investigación archivista y bibliográfica. El concepto de documento, sin embargo, es más amplio. Cubre también fotocopias, micropelículas, microfichas, diapositivas, planos, discos, cintas y bases electrónicas de datos, entre otros (Garza, 2007).

3.1.1 Formas que adopta la investigación documental

Son muy diversas las formas que adopta un trabajo de investigación documental y dependen de la ocasión para la cual se requiere el trabajo. Los más usuales son: (1) Monografías. Estudios profundos de un tema. (2) Ensayos.

Estudios argumentativos. (3) Informes. Resumen de investigaciones parciales o avances de investigación. (4) Estadísticas. Revisión de información en graficas e información numérica y la interpretación de datos demográficos que se revisen con el fin de enriquecer la investigación propuesta. (5) Investigación. Búsqueda de respuestas a preguntas específicas. (6) Memorias. Síntesis de las actividades realizadas en determinado periodo. (7) Trabajos didácticos. Enfoque personal sobre métodos o doctrinas pedagógicas. (8) Anales, historia, historiografía, historias de vida. Sistematización de acontecimientos, hechos, relato de acontecimientos e interrogación filosófica de causas. (9) Estudio de caso. Se limita al estudio exhaustivo de un solo individuo, sin interés alguno en la generalización, resaltando sus particularidades (Tena y Rivas-Torres, 2007).

3.1.2 Implementación de la investigación documental

La investigación documental implementada en el presente trabajo, busca la respuesta a la pregunta específica: ¿Cuáles son los marcos metodológicos aplicables para medir la sustentabilidad en sistemas de producción agrícola? Para contestar la anterior pregunta se recurrió a libros en forma física, libros a través de internet y artículos en forma digital a través de Michigan State University en Estados Unidos. Las consultas de información fueron partiendo de temas generales a temas cada vez más específicos.

3.2 Determinación de puntos críticos

3.2.1 Delimitación temporal y espacial del estudio

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano 2010. El trabajo de campo fue realizado del 15 de marzo al 25 de junio. La investigación se desarrolló

en cuatro localidades, en el estado de Durango: Bermejillo, en el municipio de Mapimí; Abasolo en el municipio de Rodeo; y Orizaba y Villa Unión en el municipio de Poanas.

La superficie de tierra del ejido Bermejillo se encuentra distribuida en dos polígonos. Las parcelas propiedad de los productores en estudio, se encuentran dentro del polígono de mayor superficie, comprendido entre los paralelos 25° 50' 15" y 25° 54' 5" de latitud norte y los meridianos 103°35'45" y 103°40'59" de longitud oeste (Figura 1). El ejido Bermejillo, posee un régimen de precipitación anual promedio de 261.6 mm; y una temperatura mensual promedio de 21.08 °C, según cálculos propios considerando datos de la estación meteorológica numero 10009-38 Lerdo, Durango. Su clima es del tipo BWhw que corresponde a muy seco semicalido. Posee tres tipos de suelo que son: xerosol háplico mas yermosol lúvico mas yermosol háplico, de textura media y sódico; yermosol háplico mas yermosol luvico mas regosol calcarico, textura media y petrocalcico; y solonchak ortico más regosol calcarico, de textura media y sódico, este ultimo corresponde al área donde se encuentran ubicadas las parcelas de estudio.

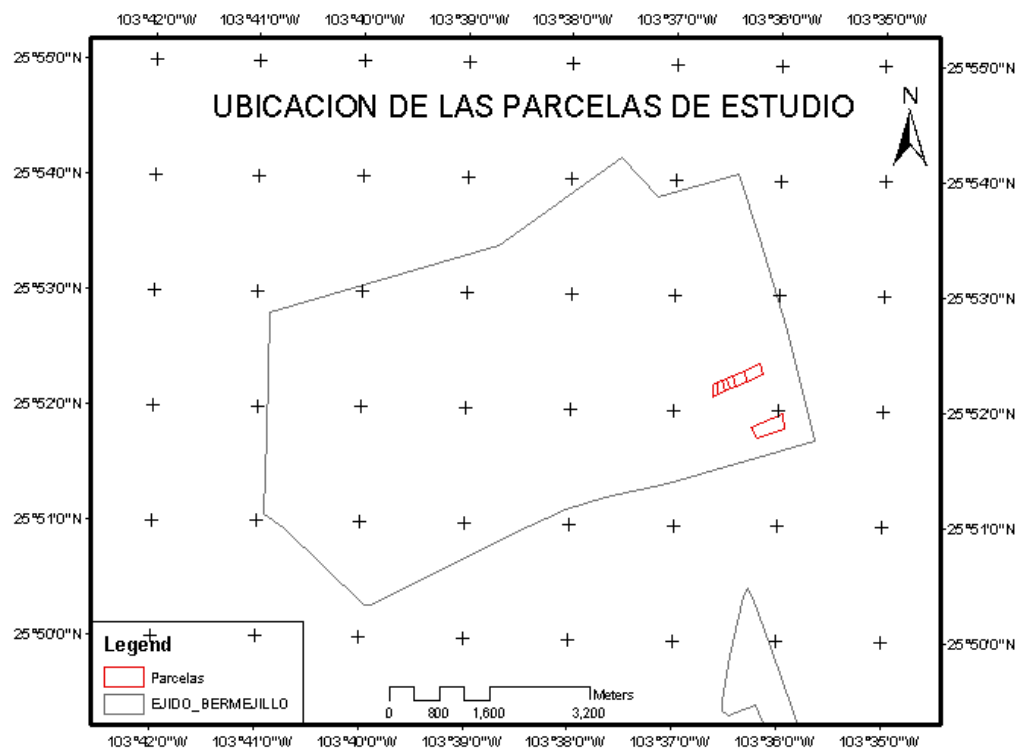


Figura 1. Delimitación del área de estudio, ejido Bermejillo.

La superficie de tierra del ejido Abasolo se encuentra distribuida en un solo polígono, ubicado entre los paralelos 25° 15' 24" y 25° 21' 15" de latitud norte y los meridianos 104° 35' 5" y 104° 42' 3" de longitud oeste (Figura 2). El ejido Abasolo, tiene un régimen de pp anual promedio de 415.1 mm y una temperatura mensual promedio de 19.93 °C, según cálculos considerando los datos de la estación meteorológica numero 10098-42 Rodeo, Durango. El tipo de suelo correspondiente es leptosol. Su clima es del tipo BSohw, para una región árida, cálida, con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

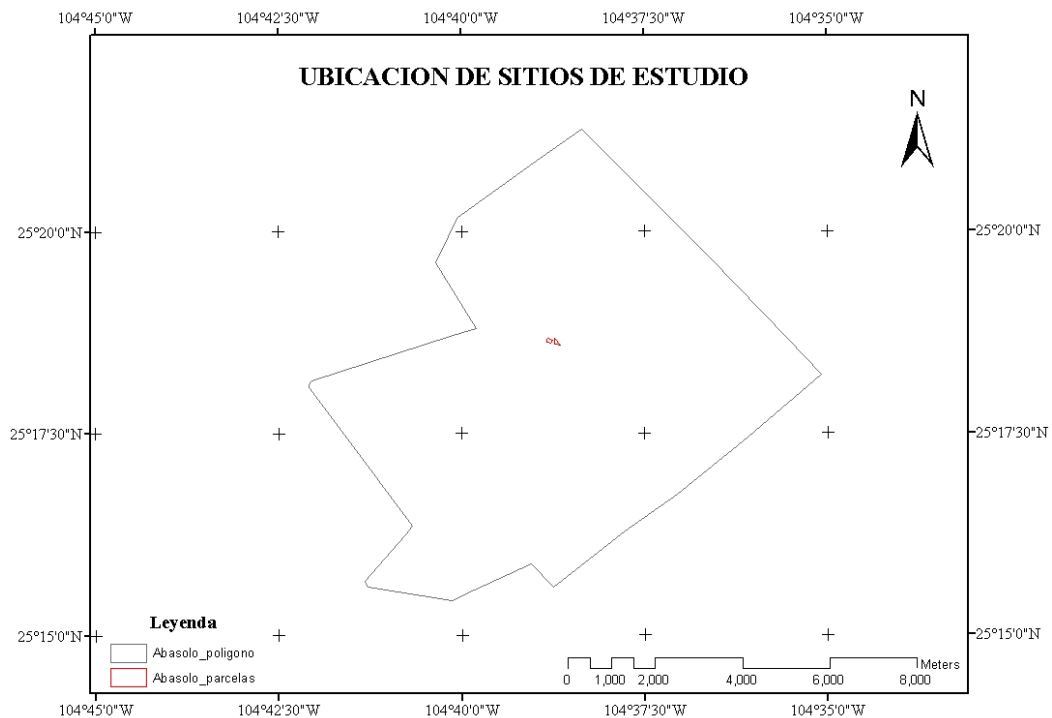


Figura 2. Delimitación del área de estudio, ejido Abasolo.

La superficie de tierra del ejido Villa Unión se encuentra distribuida en tres polígonos; y la del ejido Orizaba en uno solo. Ambos ejidos son colindantes, encontrándose Villa Unión al norte de Orizaba. Considerando el polígono de mayor superficie del ejido Villa Unión y el del ejido Orizaba, como uno solo, éste se localiza entre los paralelos $23^{\circ} 53' 29''$ y $24^{\circ} 1' 56''$ de latitud norte y los meridianos $104^{\circ} 1' 56''$ y $104^{\circ} 9' 47''$ de longitud oeste (Figura 3). Su régimen de pp anual promedio es de 488.9 mm y su temperatura mensual promedio de 17.22°C , según cálculos considerando los datos de la estación meteorológica numero 10047-40 Narciso, Mendoza, Durango. El tipo de suelo correspondiente es del tipo kastañozem luvico. Su clima es BS1kw, que caracteriza a una región semiárida, templada, con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

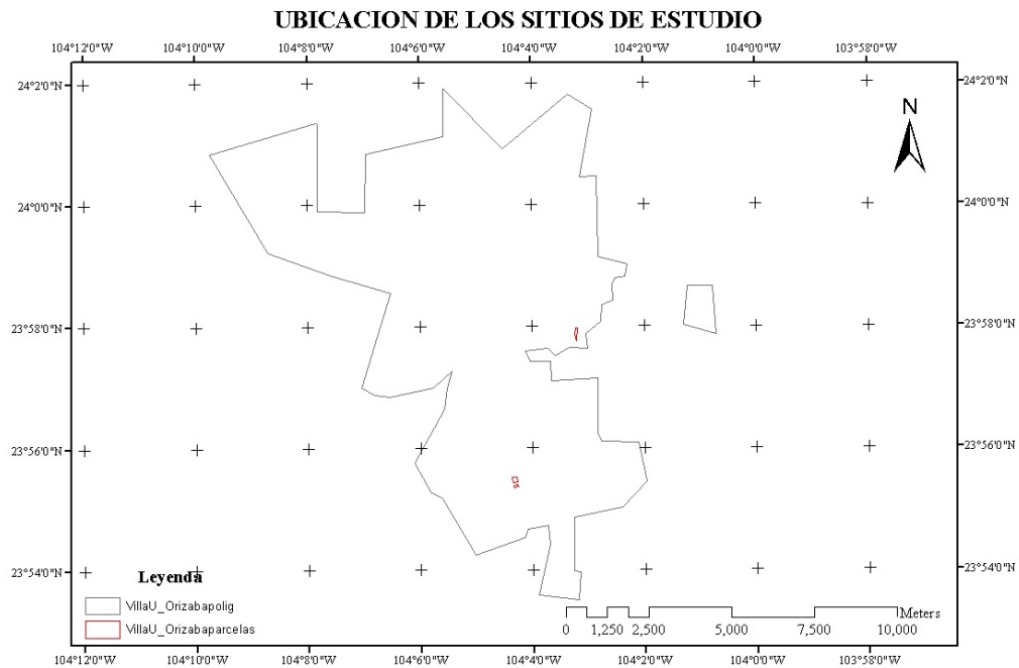


Figura 3. Delimitación del área de estudio, ejidos Villa Unión y Orizaba.

Los polígonos correspondientes a cada uno de los ejidos, donde se encuentran las parcelas de estudio, fueron obtenidos mediante impresión de pantalla, de la página oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), <http://www.inegi.org.mx/>, según información del Registro Agrario Nacional (RAN). Las imágenes obtenidas fueron guardadas en formato .jpg, con el software “Paint Shop Pro 9”, georeferenciadas y trabajadas en el software de Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en ingles) ArcGIS-ArcMap. Los datos de las estaciones meteorológicas, para el cálculo de la precipitación y temperatura, se obtuvieron usando el Software ERIC III. Los datos sobre clima, fueron obtenidos mediante la generación de mapas de suelo y clima, para cada uno de los municipios. Se empleó información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), mediante el software ArcGIS-ArcMap. Las parcelas en estudio fueron georeferenciadas a través de GPS.

3.2.2 Método de investigación empleado

Actualmente se dispone de una gran variedad de métodos específicos cada uno de los cuales parte de diferentes premisas y persigue propósitos distintos. Cada método se basa en una comprensión específica de su objeto (Flick, 2007). Existen diferentes tipos de investigación y según la naturaleza de la información que se recoge para responder al problema investigativo, estas pueden ejecutarse bajo dos paradigmas, investigación cuantitativa o cualitativa (Domínguez, 2007).

En el presente trabajo de investigación, se empleó el método de investigación cualitativa, donde los objetos de estudio fueron proceso productivo del cultivo de chile, características socioeconómicas y culturales de los productores, y condición general de las plantas de chile.

La investigación cualitativa, es cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación. Algunos de los datos pueden cuantificarse, con censos o información sobre los antecedentes de las personas u objetos estudiados, pero el grueso del análisis es interpretativo. Es un proceso no matemático de interpretación, realizado con el propósito de descubrir conceptos y relaciones en los datos brutos y luego organizarlos en un esquema explicativo teórico (Strauss y Corbin, 2002). La investigación cualitativa estudia los contextos estructurales y situacionales, tratando de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cualitativa cuenta con varias técnicas para la obtención de datos, como son: la observación, la entrevista, la revisión de documentos o análisis documental, el estudio de caso, los grupos focales y los cuestionarios (Domínguez, 2007).

3.2.3 Instrumentos para la obtención de la información

La entrevista es una técnica para obtener datos que consiste en un dialogo entre dos personas. El entrevistador “investigador” y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información del entrevistado, persona entendida en la materia de la investigación. La entrevista ha sido utilizada en psicología, sociología y educación, como técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo sería muy difícil conseguir (Puente, s. f.).

La observación es el procedimiento empírico básico. Tanto la medición cuanto el experimento suponen observación, mientras que ésta se realiza sin precisión cuantitativa y sin cambiar deliberadamente los valores de ciertas variables. El objeto de la observación es, naturalmente, un hecho actual; el producto de un acto de observación es un dato, o sea, una proposición singular o existencial que expresa algunos rasgos del resultado de la acción de observar (Bunge, 2004). La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo, ya que permite al investigador obtener el mayor numero de datos. Observar científicamente significa observar con un objetivo claro, definido y preciso. El investigador sabe que es lo que desea observar y para que (Puente, s. f.).

La obtención de la información, en este trabajo de investigación, se llevo a cabo a través de entrevistas, observaciones, medición de densidades de población, determinación de etapas fenológicas y cuantificación de daño por plagas y enfermedades. Se estructuraron tres instrumentos para coleccionar información, contruidos a partir de información recopilada de la guía para la asistencia técnica agrícola para la producción de chile en el Valle del Guadiana (INIFAP, 1986) y marcos metodológicos para evaluar la sustentabilidad. El primero,

“caracterización de los sistemas de producción”, con el objetivo de caracterizar las prácticas de manejo y situación socio-económica de los productores; y fue desarrollado a manera de entrevista con cada uno de los productores seleccionados. El segundo, “arraigo”, permitió captar la problemática al momento del arraigo de las plántulas de chile al terreno definitivo; y fue cubierto a través de la observación directa de las plantas, incluyendo mediciones. El tercero, “fitosanidad”, con el que se detectaron problemas fitosanitarios; y consistió en observaciones directas de las etapas fenológicas de las plantas y mediciones respecto a problemas fitosanitarios.

El primer instrumento (ver Cuadro 3, apéndice A), fue aplicado a un total de 12 productores en el periodo del 1 al 30 de marzo, conformado por los siguientes puntos principales: datos generales del productor y predio, material genético, preparación de almácigos, uso de charolas, preparación del suelo, plantación y fertilización, labores culturales, riegos, fitosanidad, cosecha, seguros y crédito, socioeconómica y cultura, y observaciones y comentarios. El segundo instrumento (ver Cuadro 4, apéndice A), fue aplicado a ocho predios, entre el 3 de mayo y el 25 de junio. Los principales elementos considerados en la estructuración del instrumento fueron: datos generales del productor, ubicación del predio, plantación, muestreos de población de plantas, fertilización, labores culturales, riegos, fitosanidad, y observaciones y/o comentarios. El tercer instrumento (ver Cuadro 5, apéndice A), fue aplicado a ocho predios entre el 14 y 25 de junio. Tal formato consistió principalmente de: datos generales del productor; muestreo de plagas y enfermedades: número y altura de planta, etapa fenológica, plaga,

enfermedad y nivel de daño; aplicación de plaguicidas; riegos; fertilización; y labores culturales.

3.2.4 Muestreo

El muestreo es una parte esencial del método científico para poder llevar a cabo la investigación. El muestreo representativo, tiene múltiples ventajas de tipo económico y práctico, ya que en lugar de investigar el total de la población, se investiga una parte de ella. Proporciona los datos en forma más oportuna, eficiente y exacta, debido a que el encuestar a toda la población puede ocasionar fatiga y prácticas que tienden a distorsionar la información. El muestreo es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte de la población, denominada muestra (Münch y Ángeles, 2007). La cuestión del muestreo aparece en puntos diferentes en el proceso de investigación. En un estudio de entrevista, se relaciona con la decisión sobre qué persona entrevistar y de que grupos deben provenir. Surge además junto a la decisión sobre cuál de las entrevistas debe recibir un tratamiento más minucioso, es decir, cual se ha de transcribir e interpretar. Durante la interpretación de los datos, se debe decidir sobre las partes de un texto que deben seleccionarse para la interpretación en general y para interpretaciones detalladas particulares (Flick, 2007).

El muestreo no probabilístico se basa en el criterio del investigador. Las unidades de muestreo no se seleccionan por procedimientos al azar; se utilizan por razones de costo. Los principales métodos de muestreo no probabilístico son: a). Muestreo decisional. Los investigadores utilizan su criterio para seleccionar los

elementos de una muestra; b). Muestreo de cuota. Se hace una clasificación de la población bajo estudio y se utilizan estas categorías previamente fijadas para obtener un número predeterminado de elementos en cada categoría; c). Muestreo basado en expertos. Los elementos se eligen con base en la opinión de personas con autoridad y suficientemente informadas acerca de la población bajo estudio; d). Muestreos casuales o fáciles de estudiar. Consiste en investigar a cualquier grupo de personas que son de fácil acceso (Münch y Ángeles, 2007).

El muestreo empleado para recabar la información preestablecida, consistió de un muestreo no probabilístico de tipo casual. Las entrevistas iniciaron, en cada localidad, con un productor preseleccionado por conocimiento de una tercera persona. Una vez terminada la entrevista con el primer productor, este nos recomendó el siguiente productor y así sucesivamente. Los encuentros con los productores se llevaron a cabo algunas veces en sus hogares, pero principalmente en sus predios de producción. Para la determinación de las densidades de población de las plantas, se realizaron entre 5 y 10 puntos de muestreo por cada una de las parcelas seleccionadas por su cercanía y fácil acceso. Los puntos de muestreo consistieron de tres metros de longitud cada uno; y fueron distribuidos a lo largo y ancho de las parcelas. En la cuantificación de problemas fitosanitarios, el tamaño de muestra consistió de entre 5 y 20 plantas por cada parcela. En esta evaluación, las plantas fueron seleccionadas al azar en toda la parcela en turno.

3.3 Análisis de la información

El análisis de datos es la manipulación de hechos y números para lograr obtener información pertinente que ayudara al investigador a tomar una decisión

apropiada. La idea principal de cualquier estudio es lograr cierta información válida y confiable (Namakforoosh, 2005). El análisis cualitativo, es un conjunto de manipulaciones, transformaciones, operaciones, reflexiones que realizamos sobre los datos con el fin de extraer significados que permitan comprender la situación objeto de estudio. Es una revisión sistemática de la información que permite discriminar componentes, establecer relaciones entre estos componentes, para generar “modelos interpretativos conceptuales” o “modelos analíticos” que aportan una interpretación sobre la realidad estudiada (Rebolledo, s. f.).

La información obtenida a través de las entrevistas, las observaciones y mediciones, fué organizada y sistematizada. Se caracterizó el proceso de producción de Chile, la condición socioeconómica y cultural de los productores, la problemática al momento del arraigo y de fitosanidad. Se tomaron en cuenta solo algunos aspectos de la metodología MESMIS (Figura 4), dado que no se le dio un enfoque participativo, ni interdisciplinario al proceso de investigación. Se determinaron un conjunto de 24 puntos críticos (Figura. 8), que afectan de manera positiva o negativa el desempeño del proceso productivo de Chile. Una vez establecidos los puntos críticos, se establecieron 41 indicadores (Cuadro 1), que en un momento dado permitirán medir el grado de sustentabilidad de los sistemas de producción considerados y otros en condiciones similares.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados del trabajo, el cual se organiza en tres secciones: Marcos metodológicos, puntos críticos de los sistemas de producción e indicadores de sustentabilidad. En la primera sección se presentan 13 marcos metodológicos encontrados mediante investigación de tipo documental, para medir la sustentabilidad. Los marcos son enumerados de acuerdo al grado de aplicabilidad a los sistemas de producción de bajos ingresos o de subsistencia. En la segunda sección se describen los procesos de producción bajo análisis, tomando como referencia el cultivo de chile, características de su establecimiento y fitosanidad, basados en un tipo de investigación cualitativa implementada a través de encuestas aplicadas directamente en campo. Se identificaron 24 puntos críticos que pudieran limitar o mejorar el desarrollo sustentable de los sistemas de producción. En la última sección, se presentan los 41 indicadores identificados en el desarrollo de la investigación.

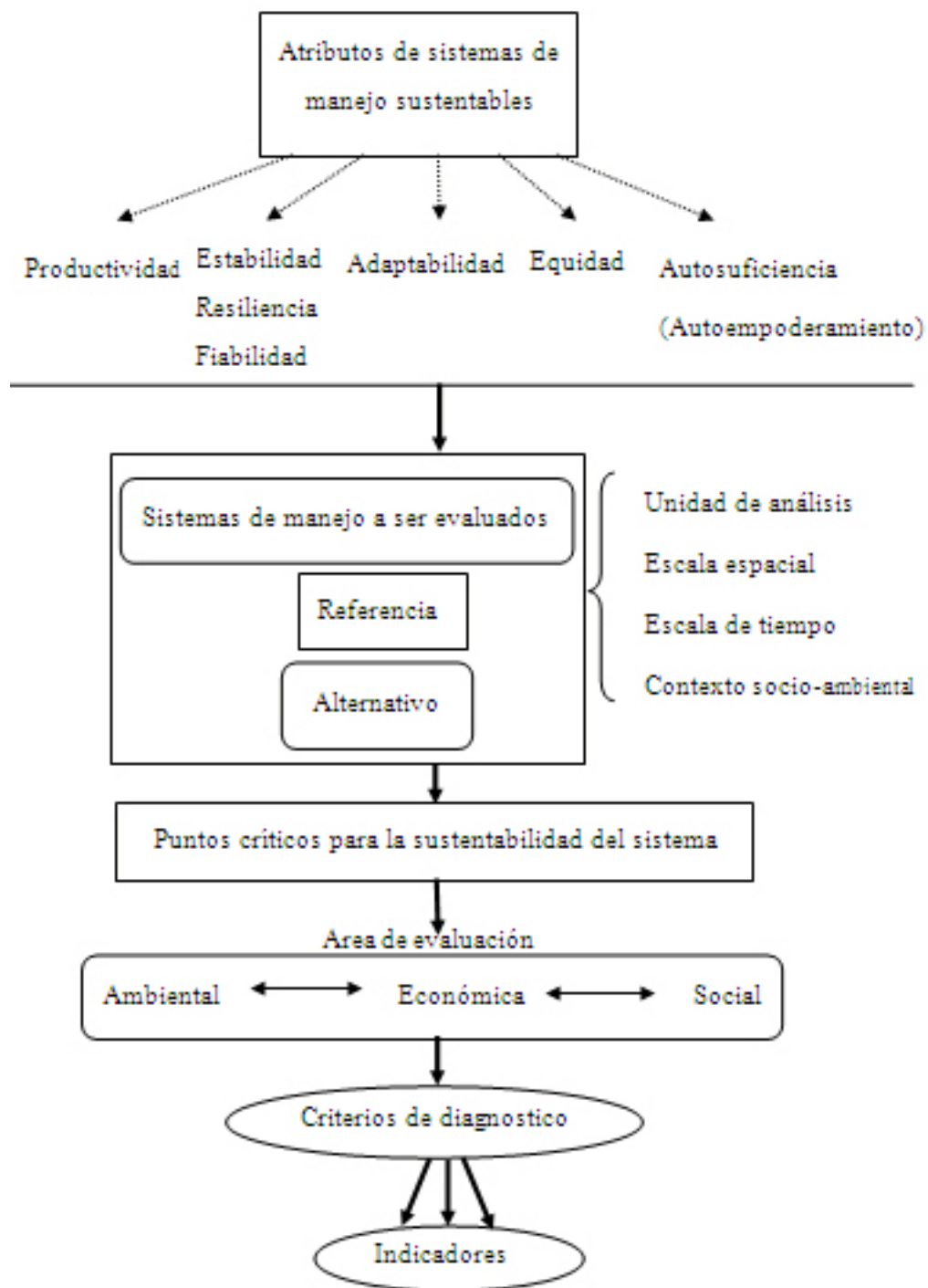
4.1 Marcos metodológicos para medir la sustentabilidad

4.1.1 Marco de evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores

El marco de evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores (MESMIS) es una metodología en la evaluación de la sustentabilidad y manejo de recursos naturales en el contexto de sistemas campesinos (Speelman *et al.*, 2008). La sustentabilidad, se define sobre la base de cinco atributos generales de los SMRN: productividad, estabilidad- fiabilidad-resiliencia, adaptabilidad, equidad, y autonomía. Su evaluación sólo es válida en el contexto de sistemas específicos en una zona geográfica y en un contexto social y político dado, en una escala espacial

y tiempo definidas. Se realiza una comparación simultánea de sistemas de manejo alternativos con un sistema de referencia. O se compara la evolución de un sistema sencillo a través del tiempo. El ciclo de evaluación MESMIS comprende varias etapas (Figura 4). Definición del SMRN a evaluar; obtención de puntos críticos; selección, medición y monitoreo de indicadores; presentar e integrar resultados; proponer conclusiones y recomendaciones (Masera *et al.*, 1999). MESMIS, ha seleccionado una lista genérica de criterios de diagnóstico: ganancia, eficiencia, diversidad, conservación, distribución de costos y beneficios, participación, capacidad de cambio e innovación, autosuficiencia y organización (Astier y González, 2008).

Los mapas multicriterio ayudan a priorizar los aspectos más importantes para evaluar un sistema de manejo y centrar el análisis en un conjunto pequeño de indicadores. El método más popular es la gráfica radial o AMIBA (Galván-Miyoshi, 2008) que muestra en términos cualitativos, en qué medida el objetivo ha sido cumplido para cada indicador, y permite una comparación gráfica sencilla pero completa de las ventajas y limitaciones de los sistemas de manejo (Masera *et al.*, 1999).



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

Figura 4. Marco MESMIS: conexión atributos e indicadores

4.1.2 Método indicadores de sustentabilidad de la granja

Este método se basa en un trabajo de investigación conducido desde 1998 y es una forma de dar la expresión práctica al concepto de granjas sustentables. Se basa en 41 indicadores de sustentabilidad cubriendo las tres dimensiones de la sustentabilidad (Cuadro 1). El método es una herramienta de autoevaluación no solo para productores sino también para responsables políticos para apoyar la AS. Vincular el método indicadores de sustentabilidad de la granja (ISG) con la Red de Datos de Cuenta de la Granja es una interesante posibilidad para evaluar el nivel de sustentabilidad de diferentes sistemas agrícolas. No hay un modelo justo de sustentabilidad de la granja, y por lo tanto los indicadores deben ser adaptados a la agricultura local. Aunque ciertos principios son comunes a todos los sistemas de AS, no existe un modelo único de sustentabilidad agrícola. Una extensión del método ISG a otros tipos de agricultura pudiera ser posible siempre y cuando los siguientes puntos sean considerados: adaptar el método al contexto local y agricultura específica; la necesidad de adicionar puntos específicos para tomar mejor en cuenta los vínculos entre asuntos particulares de un paisaje y sus granjas; adaptar el método a aspectos específicos de las granjas (Zahm *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Los 19 indicadores en la escala de sustentabilidad agroecológica

3 componentes	19 indicadores	Valores máximos para cada	
		Indicador	Componente
Diversidad	Diversidad de cultivos anuales y temporales	13	Total máximo de 33 unidades de sustentabilidad
	Diversidad de cultivos perennes	13	
	Diversidad de vegetación asociada	5	
	Diversidad animal	13	
	Mejora y conservación del patrimonio genético	6	
Organización del espacio	Patrones de cultivo	10	Total máximo de 33 unidades de sustentabilidad
	Dimensiones de los campos	6	
	Manejo de materia orgánica	6	
	Zonas de amortiguación ecológica	12	
	Medidas para proteger el patrimonio natural	4	
	Taza de carga animal	5	
	Manejo de las áreas de forraje	3	
Prácticas agrícolas	Fertilización	10	Total máximo de 34 unidades de sustentabilidad
	Proceso del efluente	10	
	Productos pesticidas y veterinarios	10	
	Bienestar animal	3	
	Protección del recurso suelo	5	
	Protección del recurso agua	4	
	Dependencia de energía	8	
	Gran total	100	100

Cuadro 2. Los 16 indicadores en la escala de sustentabilidad socio-territorial

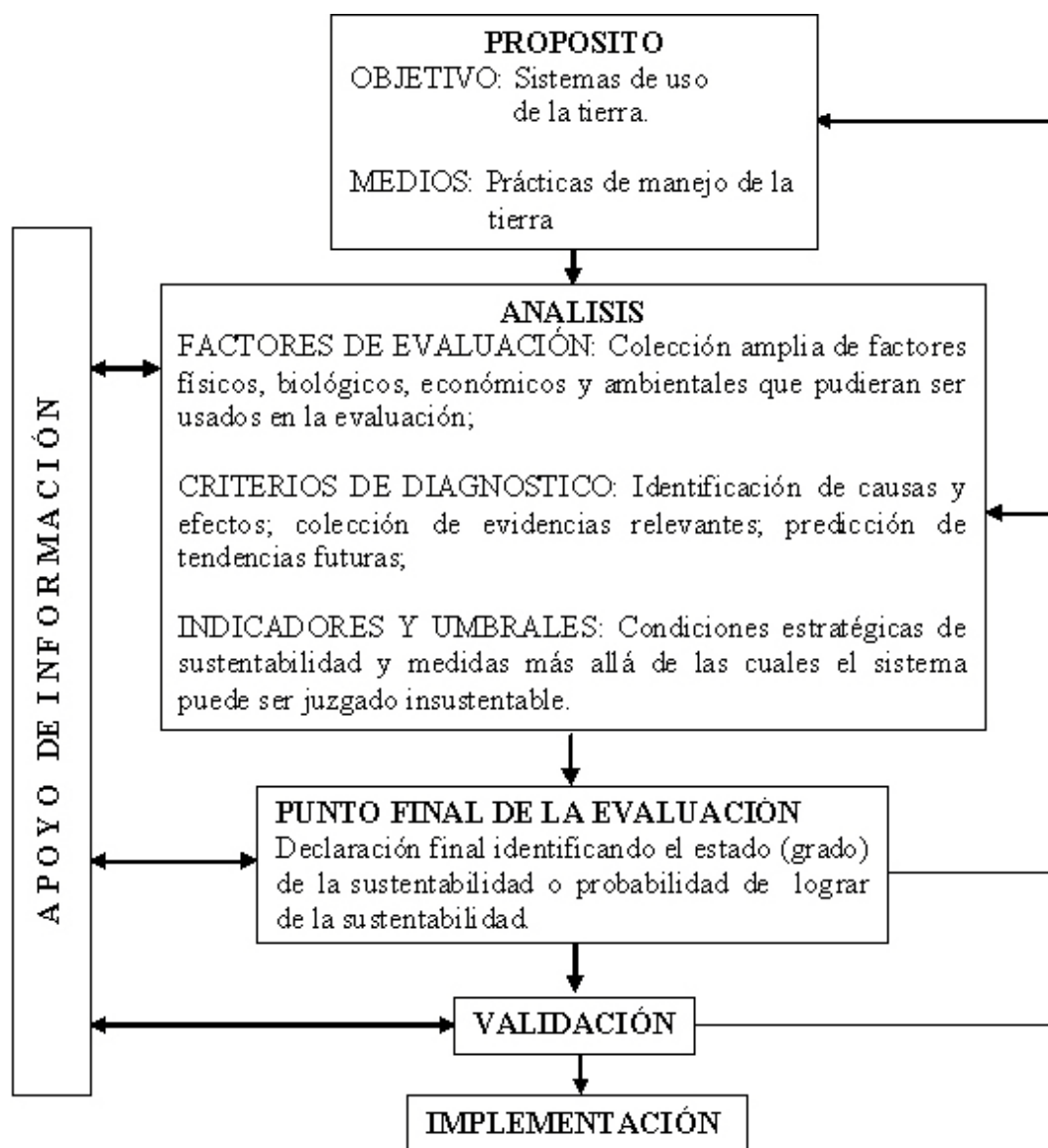
3 componentes		16 indicadores	Valores máximos para cada	
			Indicador	Componente
Calidad de los productor y tierra	Calidad de productos alimenticios producidos	12	Total máximo de 33 unidades de sustentabilidad	
	Mejoramiento del patrimonio de edificios y paisaje	7		
		6		
	Proceso de desechos no orgánicos	4		
	Accesibilidad de espacio	9		
Organización del espacio	Participación social		Total máximo de 33 unidades de sustentabilidad	
	Pequeño comercio	5		
	Servicios, multi actividades	5		
	Contribución al empleo	11		
	Trabajo colectivo	9		
Desarrollo ético y humano	Sustentabilidad probable de la granja	3	Total máximo de 34 unidades de sustentabilidad	
	Contribución al balance mundial alimenticio	10		
	Entrenamiento	7		
	Intensidad de trabajo	7		
	Calidad de vida	6		
	Soledad	3		
	Recepción, higiene y seguridad	6		
	Gran total	100		
			100	

Cuadro 3. Los 6 indicadores en la escala de la sustentabilidad económica

4 componentes		6 indicadores	Valores máximos para cada	
			Indicador	Componente
Viabilidad económica	Ingreso disponible por trabajador comparado con el salario mínimo legal nacional		20	30 unidades
Independencia	Taza de especialización económica		10	25 unidades
	Autonomía financiera		15	
Transferibilidad	Dependencia de subsidios directos e impacto económico indirecto de cuotas de leche y azúcar		10	20 unidades
	Activos totales menos valor de las tierras por unidad de trabajador no asalariado		20	
Eficiencia	Gastos de operación como una proporción del valor total de la producción		25	25 unidades
Gran total			100	100

4.1.3 Marco internacional para evaluar el manejo sustentable de la tierra

El marco trata de conectar la forma de uso de la tierra con las características ambientales que, en conjunto, determinan su sustentabilidad, a través de una serie de etapas pre-determinadas. Consiste de dos etapas principales (Figura 5). La primera etapa define el propósito de la evaluación: identifica el sistema de uso de la tierra considerando su propósito, ubicación, y periodo de tiempo para la sustentabilidad; y define las prácticas de manejo para alcanzar tal objetivo. La segunda etapa define el proceso de análisis: identifica las cualidades, atributos, procesos, limitaciones que afectan la sustentabilidad en el contexto de la evaluación; identifica cómo los factores de evaluación seleccionados impactan sobre la sustentabilidad, a través del análisis de la información disponible; e identifica atributos medibles u observables que, individualmente o en conjunto, miden la sustentabilidad. El marco internacional para evaluar el manejo sustentable de la tierra (FESLM por sus siglas en inglés) comprende dos marcos: el marco maestro, que describe y explica la vía completa de diagnóstico e incluye una lista de factores, criterios, indicadores y umbrales que pueden ser relevantes a la evaluación de sustentabilidad en cualquier circunstancia; y el marco de acción, que investiga la sustentabilidad de un uso específico de la tierra, en un período de tiempo determinado (Smyth and Dumanski, 1993). El FESLM, se basa en el análisis de una vía lógica que, proporciona un procedimiento sistemático para la identificación y desarrollo de indicadores y umbrales de sustentabilidad. Se compara el desempeño de un uso de la tierra dado con los objetivos de los cinco pilares del manejo sustentable de la tierra: productividad, seguridad, protección, viabilidad y aceptabilidad (Smyth y Dumanski, 1995).



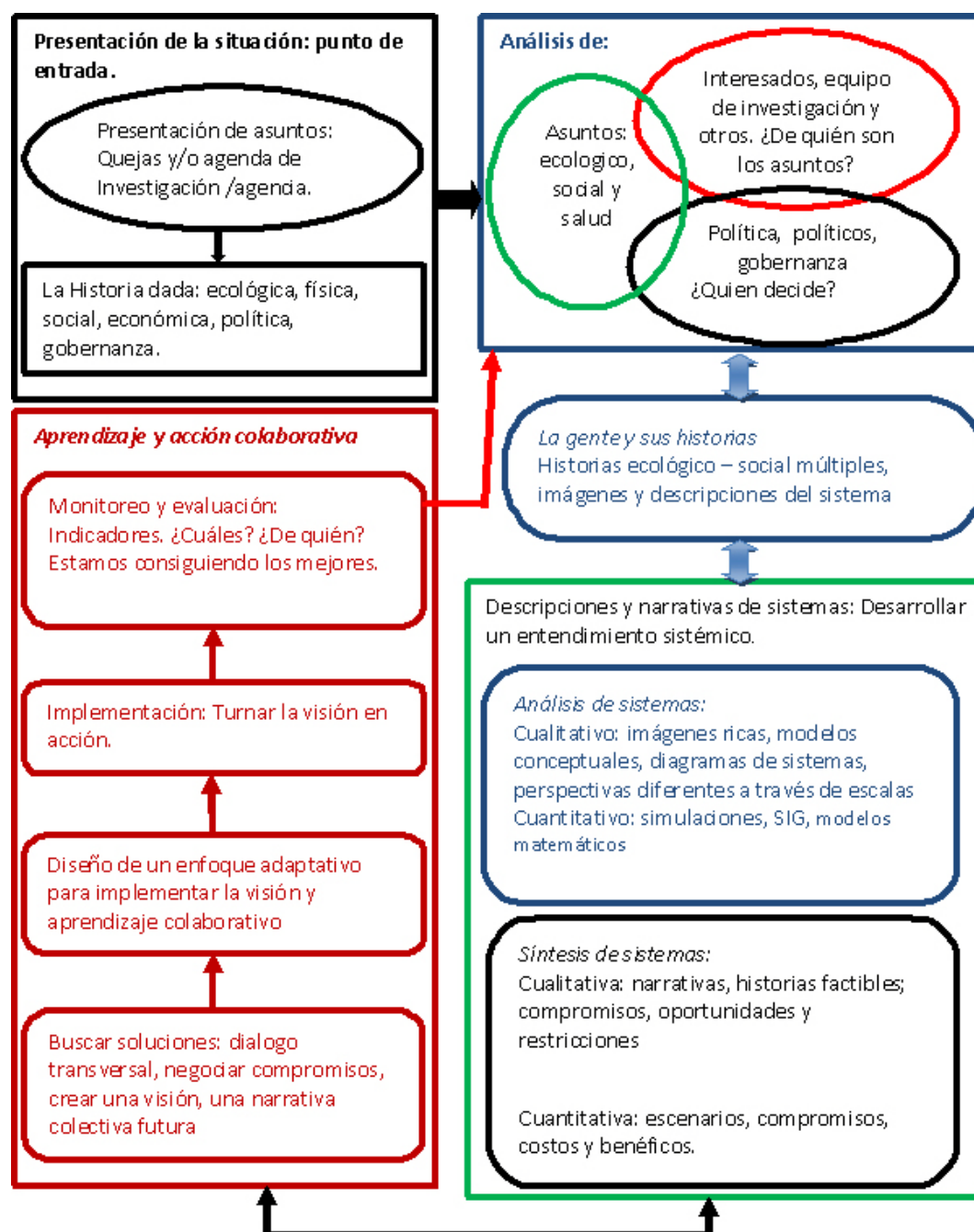
Fuente: Traducido de Smyth y Dumansky, 1993.

Figura 5. Marco internacional para evaluar el manejo sustentable de la tierra

4.1.4 Metodología adaptativa para la sustentabilidad y salud del ecosistema

La metodología adaptativa para la sustentabilidad y salud del ecosistema (AMESH por sus siglas en ingles) está basada en teorías de sistemas adaptativos complejos. Desde un punto de vista práctico, se consideran dos aspectos importantes. Primero, los límites entre investigación y desarrollo, así como entre análisis y acción se construyen, a través de negociación, como parte del proceso.

Segundo, los papeles y responsabilidades de los actores se definen en cada paso. La descripción del sistema socio-ecológico es la primera responsabilidad de los investigadores. Buscar soluciones, implementarlas, su monitoreo y ajuste tiende a ser la primera responsabilidad de los miembros de la comunidad. Desde el inicio se requieren acuerdos y mecanismos institucionales para guiar y controlar el proceso entero, asegurar reglas claras de negociación, formas para implicar los interesados en los tiempos apropiados, medios para dirigir conflictos, y organización suficiente para mantener la participación de interesados hasta que el proceso sea completo. Plataformas colaborativas, como foros específicos, talleres, o reuniones regulares de grupo, son necesarias para facilitar el diálogo entre interesados relevantes y proporcionar el ambiente necesario en el que puedan participar genuinamente en actividades de investigación y desarrollo. El proceso de investigación es comprendido de una variedad de actividades, cada una caracterizada por un conjunto de preguntas de investigación rectoras (Figura 6). Las actividades se agrupan en cinco áreas principales: punto de entrada y descripción inicial; análisis de relaciones entre interesados, asuntos y gobierno; narrativas múltiples y descripciones de sistemas que emergen del análisis previo; análisis y síntesis completo de sistemas; y la traslación de este entendimiento en curso de aprendizaje y acción colaborativa (Waltner *et al*, 2002).



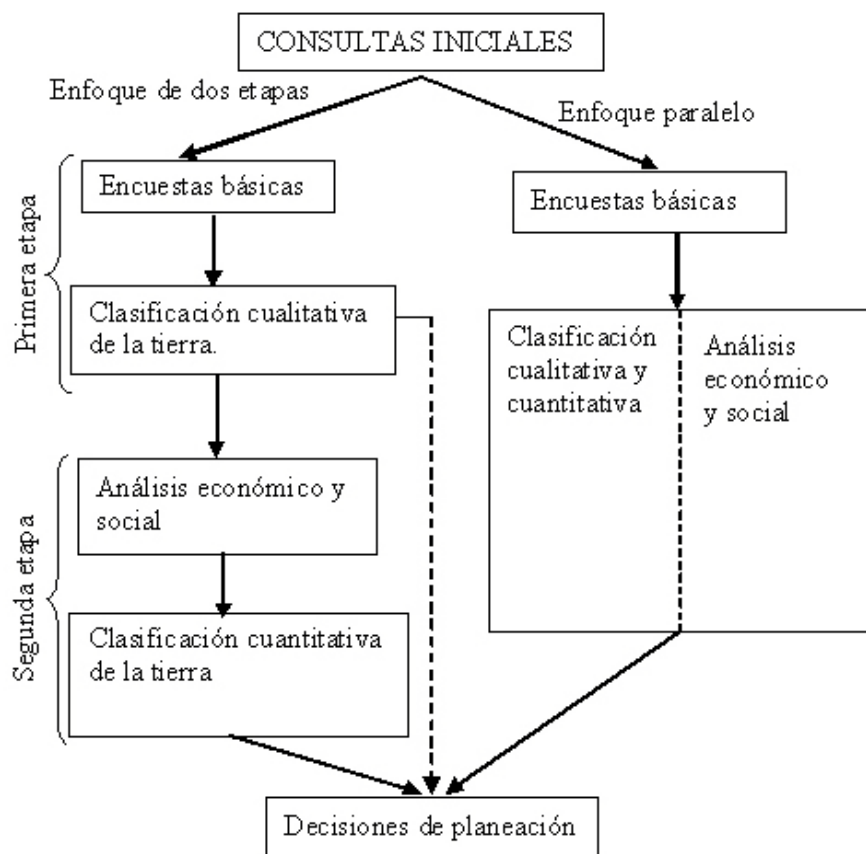
Fuente: Traducido de Waltner *et al.*, 2002

Figura 6. Metodología adaptativa para la sustentabilidad y salud del ecosistema.

4.1.5 Marco para evaluación de la tierra

El marco es un conjunto de principios y conceptos, para construir sistemas de evaluación local, nacional o regional desarrollado por FAO. Establece principios

para la evaluación del suelo, conceptos básicos, una clasificación de aptitud y procedimientos necesarios para llevar a cabo una evaluación de idoneidad del suelo, que pueden ser aplicados en países subdesarrollados o desarrollados. En áreas donde la planificación del desarrollo está siendo aplicada al ambiente natural más o menos inalterado o a tierras densamente pobladas. El marco puede ser usado para construir sistemas aplicables a todos los niveles, evaluaciones a escala nacional, continental, mundial y local. Abarca todos los tipos de uso de la tierra rural: agricultura, producción ganadera, silvicultura, recreación o turismo, conservación de la naturaleza, construcción de carreteras o estructuras pequeñas. Las relaciones de los estudios de recursos y análisis económico y social, y la manera en que los tipos de uso del suelo son formulados, dependen de cuál de los siguientes enfoques sea adoptado (Figura 7): enfoque de dos etapas, donde la primera se centra en una evaluación cualitativa de la tierra, y la segunda en un análisis económico y social; y enfoque paralelo, donde el análisis de las relaciones entre tierra y su uso, es simultáneo al análisis económico y social (FAO, 1976).



Fuente: Traducción de FAO, 1976.

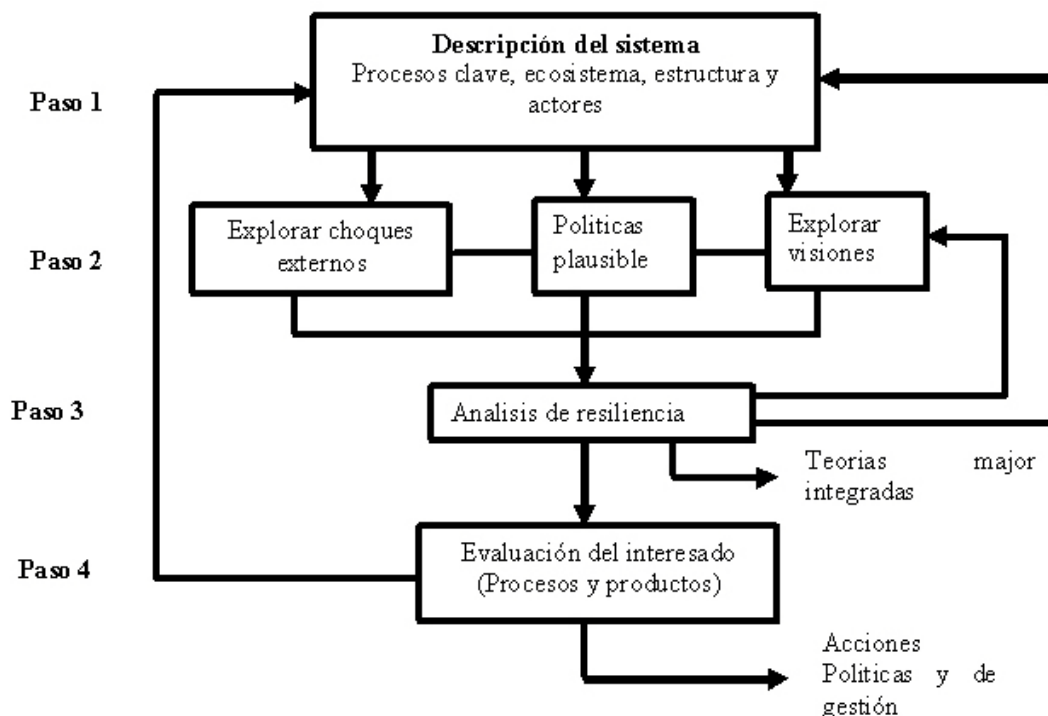
Figura 7. Marco para evaluación de la tierra FAO

4.1.6 Indicador de sustentabilidad de prácticas agrícolas

El indicador de sustentabilidad de prácticas agrícolas (ISPA), se basa en el patrón de uso de insumos, y fue construido con una muestra de 80 productores orgánicos y 157 convencionales en el Reino Unido. La información usada para generar el ISPA para cada granja relaciona cinco aspectos de la producción hortícola en las explotaciones: fuente de semilla, control de plagas/enfermedades y de maleza, mantenimiento de la fertilidad del suelo y manejo del cultivo (Rigby *et al.*, 2001).

4.1.7 Manejo de la resiliencia en sistemas socio-ecológicos

El marco propuesto para analizar la resiliencia socio-ecológica, comprende cuatro pasos principales (Figura 8): se elabora un modelo conceptual del Sistema Socio-Ecológico (SSE), basado en insumos de los interesados, se delimita el problema para obtener información sobre asuntos importantes e impulsores principales; se desarrolla un conjunto limitado de posibles escenarios futuros que incluye el resultado de impulsores externos incontrolables y ambiguos; se exploran las interacciones de los dos conjuntos de información, generados en los pasos 1 y 2, a través de una combinación de métodos de modelación; y se hace una evaluación del proceso entero, por parte del interesado, y las implicaciones de la comprensión emergente para acciones de política y manejo (Walker *et al.*, 2002).



Fuente: Traducido de Walker B., et al, 2002.

Figura 8. Manejo de la resiliencia en sistemas socio-ecológicos

4.1.8 Marco presión – estado - respuesta

El marco PER (Figura 9) se basa en un concepto de causalidad. Las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales. La sociedad responde a los cambios con políticas ambientales, económicas y sectoriales. Se forma un circuito de retroalimentación entre presiones y actividades humanas, que incluye percepción de problemas, formulación de políticas, monitoreo y evaluación. Dentro del marco PER, existen tres tipos amplios de indicadores: indicadores de presiones ambientales, que describen presiones de actividades humanas sobre el medio ambiente, calidad y cantidad de recursos naturales; indicadores de condiciones ambientales, que se refieren a la calidad del medio ambiente y, calidad y cantidad de recursos naturales; indicadores de respuestas de la sociedad, que muestran el grado de respuesta de la sociedad a cambios y preocupaciones ambientales (OECD, 1993). El marco PER no es adecuado para tratar las interdependencias complejas entre indicadores. La clasificación de indicadores en presión, estado o respuesta es menudo ambigua; hay dudas sobre vínculos causales; y no destaca adecuadamente la relación entre indicadores y asuntos políticos (UN, 2007).

progresos en objetivos y metas estipuladas en estrategias de DS nacionales. Permite ajustar nuevas prioridades y objetivos políticos en el tiempo (UN, 2008).

4.1.10 Marcos de capital

El marco de capital reconoce que la riqueza per cápita es más importante que la riqueza total de una sociedad. La tasa de incremento de la riqueza debe ser al menos igual al crecimiento de la población. Al adoptar la perspectiva de capital, el reto del DS se simplifica a si la base de capital total de un país se maneja de manera que se asegure su mantenimiento en el tiempo. La pregunta de si las reservas de capital financiero, producido, natural, humano y social per cápita están creciendo o disminuyendo con el tiempo requiere una respuesta precisa (UN, 2008). El marco de capital tiene muchos desafíos: desacuerdo sobre cómo expresar todas las formas de capital en términos monetarios, problemas de disponibilidad de datos, preguntas sobre la sustitución e integración de equidad intrageneracionales dentro y a través de países. No obstante, el concepto de usar capital para seguir el DS es una herramienta de gran alcance en la toma de decisiones (UN, 2007).

4.1.11 Marcos de contabilidad

Las Cuentas Nacionales (CN) no fueron diseñadas para medir sustentabilidad. Su principal tarea fué ayudar a los políticos a predecir y suavizar los ciclos de negocios. Las CN están desalineadas con los objetivos de sustentabilidad, ya que fueron concebidas antes que el tema de sustentabilidad (Clarke and Islam, 2006). El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) recopila y presenta sistemáticamente datos económicos. Se usa en análisis económicos, adopción de decisiones y

formulación de políticas. La necesidad de una contabilidad integrada de medio ambiente y economía se debe a la importancia crítica que tienen las funciones ambientales en el desempeño económico y bienestar. El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI) complementa el SCN identificando por separado gastos relativos al medio ambiente e incorporando “activos del medio ambiente” y cambios que experimentan las cuentas de oferta, uso y activos del SCN (NU, 2002). El SCAEI amplía la contabilidad nacional a aspectos ambientales a través de un sistema de cuentas satélites. Incluye cuentas expresadas en términos monetarios y físicos. Permite la construcción de una base de datos común donde los IDS en las esferas económicas y ambientales se derivan de una manera consistente (UN, 2007).

4.1.12 Marco de comportamientos sustentables

El marco puede ser habilitado a través del diseño de desarrollos a escala de vecindario. A partir de una revisión de literatura, Williams y Dair (2007), presentaron ocho comportamientos sustentables para implementarse mediante rasgos específicos de diseño de desarrollos de vecindarios: uso de menos energía y agua en el hogar; reciclaje de desechos; mantener y mejorar la biodiversidad y hábitats ecológicamente importantes; hacer menos y más cortos los viajes mediante modos de transporte ineficientes en combustible; hacer viajes esenciales mediante modos de transporte eficientes en combustible; tomar parte en grupos de la comunidad local, tomar decisiones locales y actividades sociales locales formales e informales y uso de servicios, entretenimientos y negocios locales. El marco, se ofrece como herramienta para mas investigación, y es dirigido a profesionales en diseños urbanos, arquitectos y planificadores buscando claridad

en el diseño del comportamiento sustentable en vecindarios (Williams y Dair, 2007).

4.1.13 Gobierno para el desarrollo sustentable

El marco permite cartografiar la evolución de modos de gobierno para el DS y sus procesos e instrumentos acompañantes, o cartografiar varios modos de gobierno para el DS. Se pudiera seguir el DS sobre el tiempo, o identificar las coincidencias y discrepancias de procesos, instrumentos y perspectivas de gobierno sobre DS en varias etapas de la puesta en marcha del proceso. El marco proporciona puntos de palanca para una evolución de los efectos de política sustentable y diseño de posibles soluciones a través de estrategias sustentables. La sustentabilidad no se puede alcanzar sin gobierno debido a su naturaleza, normativa y necesidad de acción colectiva. Muchas perspectivas sobre DS son descritas entre los extremos de la sustentabilidad ecológica y bienestar. La variedad de modos de gobierno puede ser observada entre el gobierno jerárquico y liberal. Es posible que los modos de gobierno para el DS sean más diversos, sin embargo, la tipología es práctica para discutir y abrir una nueva trayectoria en investigar el entendimiento y mejora de la puesta en marcha del DS (Zeijl-Rozema *et al.*, 2008).

4.2 Puntos críticos en los sistemas de producción

4.2.1 Características de los sistemas de producción

Los principales cultivos manejados en los sistemas de producción que consideró el estudio fueron: chile puya, chile ancho, maíz, frijol, avena, trigo, alfalfa, cacahuate, chile jalapeño, chile serrano, sorgo, maíz forrajero, tomatillo,

jitomate, lechuga, cilantro y tomate cherry. Siete de los 12 productores encuestados emplean la tracción mecánica, mientras que los otros cinco utilizan una combinación de tracción mecánica y animal. El chile puya se establece en surco sencillo, con plántulas a raíz desnuda, que se obtienen de almácigos preparados por los mismos productores. La semilla con la que se producen las plántulas es obtenida de su propia cosecha mediante selección, por lo que las variedades son criollas. El chile jalapeño se establece a siembra directa y a tierra venida, en surcos sencillos o doble hilera. La semilla de chile jalapeño se adquiere en Jiménez, Chihuahua, a partir de la primera cosecha del híbrido Autlan. Aunque este tipo de materiales ofrecen buenos rendimientos, en ocasiones presentan variabilidad en frutos respecto a color, tamaño y forma; así como en la uniformidad del tamaño de plantas. Su costo es de 500.0 pesos/kg

Las dimensiones de los almácigos se encuentra entre los rangos de 0.8 a 1.2 m de ancho por 10 a 12 m de largo. La preparación se realiza en los meses de noviembre y diciembre, para sembrarse alrededor del 10 de enero. Cinco de siete productores emplean el mismo suelo como cama de siembra, uno utiliza una mezcla de arena fina con estiércol, y el otro productor siembra sobre una mezcla de hojarasca del cerro con arena. Tres de siete productores desinfectan tanto la cama de siembra, como la semilla, y cuatro no desinfecta la semilla ni la cama de siembra. La siembra se realiza al voleo, previo riego, empleando una densidad de siembra que va de 50 a 150 gr/m². Los principales problemas que enfrentan los siete productores en esta etapa del proceso productivo, es la muerte de plántulas por Damping off, heladas y la dedicación de mucho tiempo. Los almácigos son protegidos contra las heladas con tapaderas hechas de diferentes tipos de

materiales como plástico negro, plástico transparente, zacate, tallos de maíz, tule y costales. La extracción de las plántulas se realiza de los últimos de marzo a los primeros de abril, cuando la plántula alcanza entre 15 y 25 cm de altura.

La preparación del terreno se realiza en forma convencional, ya sea con maquinaria propia ó maquila. El barbecho se lleva a cabo con arado de discos en los meses de noviembre a febrero, a una profundidad que va de los 20 a 60 cm, con un costo de 700 a 1000 pesos/ha. El rastreo es sencillo o doble y tiene un costo de 350 a 800 pesos/ha. Tres de los 12 productores no realizan nivelación de sus terrenos debido a que época de lluvia coincide con el periodo de cosecha, los otros nueve la realiza implementan cada cierto número de años, a un costo de 1600 a 2000 pesos/ha. Los cinco productores de chile jalapeño realizan un paso de escrepa, a un costo de 400 pesos/ha. El surcado se realiza a una separación de 80 a 100 cm, una longitud de 100 a 220 m, una altura de 20 a 50 cm, y un costo de 350 a 700 pesos/ha.

La plantación se efectúa los primeros de abril dependiendo de las condiciones climáticas. La distancia entre plantas va de 35 a 80 cm con dos plantas por punto, alcanzando densidades de población de 31, 250 a 63, 000 plantas/ha. Se emplean entre 10 y 12 m² de almacigo/ha. Para el caso de los cinco productores de chile jalapeño, la siembra se realiza entre el 25 y 28 de marzo, a una distancia entre hileras de 0.5 a 1.0 m, y entre plantas de 25 a 30 cm. La densidad población va de 40, 000 a 50, 000 plantas/ha. Se emplean de 1.5 a 3.5 Kg de semilla/ha.

La formula de fertilización empleada va de (47.5-243)-(46-115)-(0-30) NPK, distribuida entre 1 y 5 aplicaciones. Ocho de los doce productores la realizan a

chorrillo en forma mecánica o manual, y los otros cuatro en forma mateada. La llevan a cabo antes del surcado, durante el surcado, a la plantación o después de la plantación (o siembra), antes del primer riego de auxilio o antes de cada uno de ellos. Los fertilizantes más comunes son el fosfato diamónico (18-46-0), urea (46-00-00, sulfato de amonio (20.5-00-0) y solo uno de los 12 productores emplea el cloruro de potasio. Solo uno de los doce productores aplica estiércol.

Se efectúan entre 3 y 10 cultivos en forma mecánica o tracción animal, con un costo de 200 a 500 pesos/ha. Se llevan a cabo de 3 a 10 limpiezas manuales, con un costo de 200 a 1200 pesos/limpia/ha.

Los siete productores de chile puya aplican de 7 a 10 riegos por gravedad, a un intervalo de 10 a 22 días. Los cinco productores de chile jalapeño, emplean de 4 a 6 riegos por gravedad, a un intervalo de 40 o 45 días entre el riego de siembra y el primer auxilio, y los posteriores a una separación de 15 a 20 días.

Se realizan de 1 a 6 aplicaciones de insecticidas, principalmente contra minador de la hoja, barrenillo del chile, trozadores, falso medidor, pulgón, gusano del cuerno, gusano soldado, gusano del fruto, trips, mosquita blanca, chicharrita y ratas. Los insecticidas más usados son Tamaron, Endosulfan, Lannate, Cipermetrina, Karate, y Kirio. Ocho de los productores emplean fungicidas, hormonas y fertilizantes foliares, mientras que cuatro de ellos no aplican ninguno de estos productos. Realizan de 1 a 3 aplicaciones de fungicidas, principalmente contra secadera, cenicilla y tizón. Los fungicidas más empleados son Ridomil, Tecto, Manzate, Terramicina, Captan y Oxicloruro de Cobre. Utilizan de 1 a 4 aplicaciones de hormonas y/o fertilizantes foliares, como Bayfolan, Agro-k,

Cosmocel, Enraizadores, amarradores de flores, Oxithed, Molibcuaje, fuga y 10-40-10.

Respecto a la cosecha de chile puya, realizan de 2 a 5 cortes/ha/ciclo de produccion, con un rendimiento de 1.5 a 6 toneladas cada uno. El rendimiento total/ha en fresco es de 7.5 a 15 toneladas. Aproximadamente 5 toneladas de chile rojo fresco rinden una tonelada de chile seco. La cosecha se inicia del 10 al 15 de septiembre. El secado del chile puede ser en la mata, al sol o en plantas deshidratadoras. El precio de venta varía de 20 a 40 pesos/kg en seco. Se emplean de 10 a 25 jornales/ha/corte, con un costo de 1200 a 2500 pesos/ha/corte. En el caso de la producción de chile jalapeño, se realizan de 2 a 5 cortes/ha/ciclo de chile verde y 1 de chile rojo, con un rendimiento de 5 a 15 toneladas cada uno. El rendimiento total/ha va de 20 a 45 toneladas. La cosecha se inicia en junio. El precio de venta varía de 2.5 a 5.0 pesos/kg. Se emplean de 12.5 a 75 jornales/ha/corte, con un costo de 2500 a 9000 pesos/ha/corte.

El régimen de tenencia de la tierra de los doce productores es de tipo ejidal, con una dotación promedio de 2 a 6 has. Son productores con entre 28 y 40 años de experiencia en la producción de chile puya. Los productores de chile jalapeño, solo cuentan con 6 años de experiencia. La superficie total de cultivo manejada por productor se encuentra entre 1.6 y 8 ha. Hay solo un productor que llega a manejar hasta 18 ha. Doce productores no cuentan con seguro agrícola, seis no cuentan con seguro social, ocho no cuentan con seguro de vida y siete no cuentan con crédito agrícola. Los cinco productores que poseen crédito lo consiguen a través de cajas populares, cajas solidarias, organizaciones como la triples S y directamente con prestamistas. Cuatro de los productores se consideran con un

nivel de ingreso medio y ocho con un nivel de ingreso bajo. Nueve de los productores están en una situación de endeudamiento. El objetivo de la producción no es de autoconsumo, sino obtener ingresos monetarios que les permitan solventar la mayor parte de los gastos económicos a través del año. Su nivel de estudio va de escuela primaria a licenciatura. Cuatro de los productores poseen con algún tipo de capacitación, mientras que ocho no cuentan con ninguna. No tienen ningún tipo de organización, cada productor realiza sus actividades en forma individual. La adquisición de insumos y venta de su producción se realizan de manera independiente. Los productores de chile jalapeño están organizados en una sociedad de producción de responsabilidad limitada (SPRL), con un contrato para la venta de la producción de hasta 50 ha. La adquisición de insumos la llevan a cabo de manera individual.

4.2.2 Establecimiento del cultivo

El trasplante de chile puya fue realizado entre el 22 de marzo y 15 de abril. Se emplearon entre 10 y 16 m de planta por ha., con un costo de \$200/m. El promedio de plantas por punto fue de 1.82 a 2.3, la distancia promedio entre plantas fue de 44.3 a 51.42, entre hileras de 79.4 a 91.2 cm, y la etapa fenológica promedio fue vegetativa número dos (V_2). A la fecha de la visita los productores de chile puya habían realizado de 0 a 2 aplicaciones de fertilizante, 0 a 2 cultivos, de 0 a 2 limpias y de 1 a 2 riegos de auxilio. Las plagas encontradas fueron al momento de la visita fueron minador de la hoja y trozadores del tallo. Ninguno de los productores había realizado la primera aplicación de insecticidas. Respecto a la cosecha, cuando hay compradores de chile en rojo fresco este por lo general se comercializa a \$8/kg. Cinco toneladas de este tipo de chile rinden una tonelada de

chile seco. Cuando el chile se lleva a la planta deshidratadora, ahí mismo es vendido, ya que no se cuenta con recursos para almacenarlo, tratando de conseguir un mejor precio de venta. Por lo general los productores llevan el primer corte a la planta deshidratadora y el segundo lo secan al sol.

Respecto a los productores de chile jalapeño, el promedio de plantas por punto fue de 1 a 2.23, la distancia promedio entre plantas de 58.064 a 79.42, el ancho promedio de las camas de 155 a 166.6, la distancia promedio entre hileras de 69.28 a 77.6 cm, y la etapa fenológica promedio fue reproductiva número ocho (R₈).

4.2.3 Fitosanidad

En la visita efectuada entre el 14 y 25 de junio, se encontró un daño promedio de leve a fuerte ocasionado por diabrotica y pulga saltona. Se detectó la presencia de trips, minador de la hoja, chicharrita, pulgón saltador, plantas con virosis, y plantas con daño por granizo. En uno de los predios se encontró una infestación de plagas del suelo del 10%. A la fecha de la inspección, de 0 a 1 aplicación de insecticida había sido realizada. La altura promedio de las plantas fue de 25.4 a 54.42 cm, y la etapa fenológica promedio se encontraba entre la reproductiva número cuatro (R₄) y la reproductiva número ocho (R₈). Se habían efectuado de 3 a 4 riegos de auxilio, 1 aplicación de fertilizante, de 3 a 4 cultivos y de 3 a 4 limpiezas.

4.2.4 Puntos críticos

En base a la información recopilada mediante las entrevistas directas a los 12 productores bajo estudio y a los muestreos de plantas implementados en campo,

se detectaron los siguientes 24 puntos críticos (Figura 10): (1) altos costos de inversión, (2) precios altos de insumos, (3) falta de mecanismos para afrontar pérdidas, (4) falta de seguro agrícola, (5) daño por plagas, (6) daño por enfermedades, (7) exceso de humedad, (8) disponibilidad del agua de riego, (9) frecuencia de riego, (10) diversificación de actividades, (11) degradación del suelo, (12) fallas al arraigo, (13) bajo porcentaje de nacencia, (14) diversidad de cultivos, (15) dependencia de financiamiento externo, (16) endeudamiento, (17) falta de asistencia técnica, (18) falta de capacitación, (19) bajo rendimiento, (20) baja calidad, (21) inestabilidad de precios, (22) falta de organización, (23) nivel educativo y (24) ingresos netos bajos.

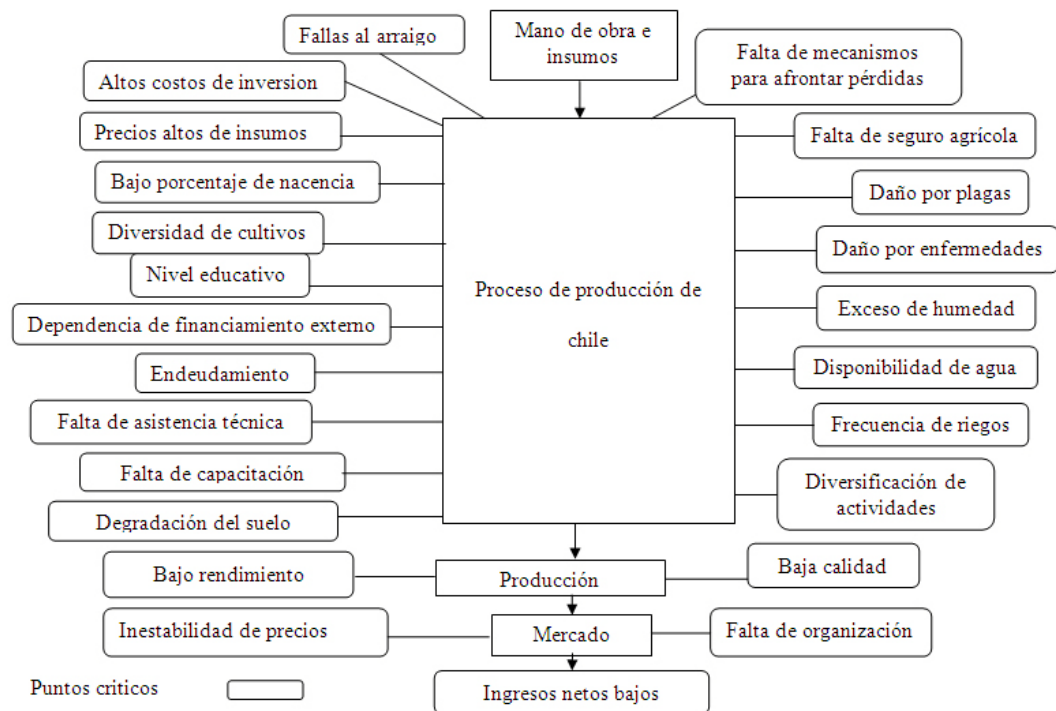


Figura 10. Puntos críticos en sistema de producción de Chile.

4.3 Indicadores para medir la sustentabilidad

Se obtuvo un conjunto de 41 indicadores (Cuadro 4) de acuerdo a los puntos críticos que limitan o mejoran el buen desempeño de los sistemas de producción

de chile: costos de cultivo/ha, costo de producción en \$/tonelada, superficie manejada después de una pérdida dividida entre la superficie manejada antes de la pérdida, costo de insumos externos/costo de insumos totales, monto de la pérdida absorbida por el mismo productor, superficie de cultivo asegurada/superficie total manejada, numero de frutos dañados/numero de frutos muestra, numero de plantas muertas/número de plantas muestra, número de días con falta de piso para cosechar, numero de riegos por ciclo productivo, número de días promedio entre riego y riego, numero de actividades con ingreso económico, numero de hrs que el productor dedica al proceso productivo/total de hrs del ciclo productivo, ingresos netos del cultivo de chile/ingresos netos del total de cultivos manejados, número de opciones para comercializar la producción de chile, porcentaje de materia orgánica del suelo, (costo de semilla, fertilizante, plaguicidas y diesel)/costo de cultivo, precio del diesel en el ciclo anterior/precio del diesel en el ciclo actual, gasto en mano de obra/costo de cultivo, densidad de población, porcentaje de nacencia, numero de cultivos manejados por ciclo de producción, aportación económica del productor/costos de cultivo/ha, superficie de cultivo manejada con crédito/superficie total manejada, ingresos netos, número de visitas de asistencia técnica por ciclo productivo, numero de cursos de capacitación por ciclo productivo, numero de años cultivando chile, número de años escolares, rendimiento en kg/ha, numero de chiles chicos/numero de chiles muestra, peso de chiles chicos/peso de chiles muestra, precio final/precio inicial en \$/kg por ciclo, número de asistencias a reuniones ejidales por ciclo, numero de insumos comprados por gestión ejidal, precio de venta por gestión ejidal menos precio normal de venta, proporción de superficie de cultivo que cuenta con título de

propiedad, ingreso bruto menos costos total de cultivo en \$/ha, ingreso bruto/costo total de cultivo, proporción de ingresos netos destinada al siguiente ciclo de producción.

Cuadro 4. Conjunto de indicadores seleccionados, según puntos críticos.

Puntos críticos	Indicadores
1. Altos costos de inversión	1. Costos de cultivo/ha 2. Costo de producción en \$/tonelada
2. Falta de mecanismos para afrontar pérdidas	3. Superficie manejada después de una pérdida/superficie manejada antes de la pérdida 4. Costo de insumos externos/costo de insumos totales. 5. Monto de la pérdida absorbida por el mismo productor.
3. Falta de seguro agrícola	6. Superficie de cultivo asegurada/superficie total manejada
4. Daño por plagas	7. # de frutos dañados/#de frutos muestra
5. Daño por enfermedades	8. # de plantas muertas/# de plantas muestra
6. Exceso de humedad	9. # de plantas muertas/# de plantas muestra 10. # de días con falta de piso para cosechar
7. Disponibilidad de agua	11. Número de riegos por ciclo productivo
8. Frecuencia de riegos	12. Número de días entre riego y riego
9. Diversificación de actividades	13. # De actividades con ingreso económico. 14. # De hrs que el productor dedica al proceso productivo/Total de hrs del ciclo productivo. 15. Ingresos netos del cultivo de chile/ingresos netos del total de cultivos manejados. 16. Número de opciones de comercializar la producción de chile.
10. Degradación del suelo	17. % de materia orgánica
11. Precios altos de los insumos	18. Costo de semilla, fertilizante, plaguicidas y diesel/costo de cultivo. 19. Precio del diesel en el ciclo anterior/precio del diesel en el ciclo actual. 20. Gasto en mano de obra/costo de cultivo
12. Pérdida de plantas al arraigo	21. Densidad de población
13. Bajo porcentaje de nacencia	22. % de nacencia
14. Diversidad de cultivos	23. # de cultivos manejados/ciclo de producción
15. Dependencia de	24. Aportación económica del productor/costos

financiamiento externo	de cultivo/ha 25. Superficie de cultivo manejada con crédito/superficie total manejada
16. Endeudamiento	26. Ingresos netos
17. Falta de asistencia técnica	27. # de visitas por el personal indicado/ciclo
18. Falta de capacitación	28. # de cursos de capacitación/ciclo 29. # de años cultivando chile
19. Nivel de educación	30. Número de años escolares
20. Bajo rendimiento	31. Rendimiento en kg/ha
21. Baja calidad de la producción	32. # de chiles chicos/# de chiles muestra 33. Peso de chiles chicos/peso de chiles muestra
22. Inestabilidad de precios de venta	34. Precio final/precio inicial en \$/kg/ciclo
23. Falta de organización	35. # de asistencias a reuniones ejidales/ciclo 36. # de insumos comprados por gestión ejidal 37. Precio de venta por gestión ejidal - precio normal de venta. 38. Proporción de superficie de cultivo que cuenta con título de propiedad
24. Ingresos netos bajos	39. Ingreso bruto - Costos total de cultivo en \$/ha 40. Ingresos brutos/costo total de cultivo 41. Proporción de ingresos netos destinada al siguiente ciclo de producción

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El marco de evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores y el método de indicadores de sustentabilidad de la granja, son los más adecuados para ser implementados en sistemas de producción agrícola de subsistencia o de bajos ingresos considerando que tienen las siguientes ventajas: consideran los tres aspectos fundamentales del desarrollo sustentable (ambientales, económicos y sociales), permiten la comparación entre sistema de producción y el análisis a través del tiempo en un mismo sistema. Sus principales desventaja son: la posible subjetividad al determinar los problemas principales de los sistemas de producción, la asignación de valores numéricos a cada uno de los indicadores en forma arbitraria, la necesidad de asignar umbrales a cada uno de los indicadores generados y el limitado número de indicadores de tipo económico y social.

De los 24 puntos críticos y 41 indicadores propuestos en este estudio para medir la sustentabilidad, aun bajo dimensiones espaciales y temporales específicas para los sistemas de producción evaluados, se considera que pueden ser aplicables a otros sistemas de producción agrícola de tipo ejidal y de subsistencia, bajo condiciones ambientales, económicas y sociales similares.

5.2 Recomendaciones

Desarrollar un trabajo de investigación de tipo cuantitativo, aplicando los indicadores propuestos por el presente estudio, considerando un incremento en el número de productores y sistemas de producción bajo análisis.

Implementar un enfoque de tipo participativo, donde los productores se involucren más en el proceso de investigación, de tal manera que los puntos críticos que sean determinados sean los más adecuados y que tengan mayor influencia para mejorar los sistemas de producción.

Generar los umbrales para cada uno de los indicadores propuestos, a través de una investigación de tipo documental y su sometimiento a un equipo interdisciplinario, que conjunte puntos de vista, experiencia y amplio conocimiento del tema.

VI. LITERATURA CITADA

- Agarwal S., Rahman S., and Errington A. 2009. Measuring the determinants of relative economic performance of rural areas. *Journal of Rural Studies* 25, 309-321.
- Amekawa Y., Sseguya H., Onzere S., and Carranza I. 2010. Delineating the multifunctional Role of Agroecological Practices: Toward Sustainable Livelihoods for Smallholder Farmers in Developing Countries. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 2, 202-228.
- Alemán S. T., Nahed T. J. y López M. J. 2007. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades Tzotziles. En: Astier M. y Hollands J. Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica (pp.11-55). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada (GIRA A.C). MUNDI-PRENSA MÉXICO, S.A. DE C.V.
- Alonso A. M. and Guzmán G. J. 2010. Comparison of the Efficiency and Use of Energy in Organic and Conventional Farming in Spanish Agricultural Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 3, 312-338.
<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t792306915>
- Altieri, M. A. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. Nueva York. Obtenido el 2 de octubre de 2010 de: http://www.rap-al.org/articulos_files/AGROECOLOGIA1%5B1%5D.pdf
- Altieri, M. A. 2002. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: Sarandón, S. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas (pp.27-34). Argentina.
- Anielski M. 2001. Measuring the Sustainability of Nations: the Genuine Progress Indicator System de Sustainable Well-Being Accounts. The Fourth Biennial Conference of the Canadian Society for Ecological Economics: Ecological Sustainability of the Global Market Place. Montreal, Quebec.
- Astier M. y González C. 2008. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. En Astier M., Masera O. R., y Galván M. Y., Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (pp. 73-93). Mundi-Prensa. Valencia España.
- Astier M. y Hollands J. 2007. La Evaluación de la Sustentabilidad de Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica. En: Astier M. y Hollands J. Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica (pp.1-10). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada (GIRA A.C). MUNDI-PRENSA MÉXICO, S.A. DE C.V.
- Banks J., and Marsden T. 2001. The Nature of Rural Development: The Organic Potential. *Journal of Environment Policy & Planning* 3, 103-121.
- Barham B. L., Callenes M., Gitter S., Lewis J., and Weber J. 2011. Fair Trade/Organic Coffee, Rural Livelihoods, and the "Agrarian Question": Southern Mexican Coffee Families in Transition. *World Development* 39: 1, 134-145.
- Bebbington A. 1999. Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development* 27: 12, 2021-2044.

- Bell S., Montarzino A., Aspinall P., Peñe Z., and Nikodemus O. 2009. Rural Society, Social Inclusion and Landscape Change in Central and Eastern Europe: A Case Study of Latvia. *Sociologia Ruralis*, 49: 3, 295-326.
- Bergström L., Kirchmann H., Aronsson H., Torstensson G., and Mattsson L. 2008. Use Efficiency and Leaching of Nutrients in Organic and Conventional Cropping Systems in Sweden. In Kirchmann H and Bergström L. *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer Science+Business Media B.V. Uppsala, Sweden.
- Bergström L., Kirchmann H., and Thorvaldsson G. 2008. Widespread Opinions About Organic Agriculture – Are They Supported by Scientific Evidence? In Kirchmann H and Bergström L. *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer Science+Business Media B.V. Uppsala, Sweden.
- Besser T. L. 2009. Changes in small town social capital and civic engagement. *Journal of Rural Studies* 25, 185-193.
- Blanc I., Friot D., Margni M., and Jolliet O. 2008. Towards a New Index for Environmental Sustainability Based on a DALY Weighting Approach. *Sustainable Development* 16, 251-260.
- Blazy J-M., Tixier P., Thomas A., Ozier-Lafontaine H., Salmon F., and Wery J. 2010. BANAD: A farm model for ex ante assessment of agro-ecological innovations and its application to banana farms in Guadeloupe. *Agricultural Systems* 103, 221-232.
- Bon H., Parrot L., and Moustier P. 2009. Sustainable Urban Agriculture in Developing Countries: A Review. In Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke P., Souchère V., and Alberola C. *Sustainable Agriculture* (pp 619-633). Springer Science+Business Media B.V. London New York.
- Bouquet E. 2009. State-Led Land Reform and Local Institutional Change: Land Titles, Land Markets and Tenure Security in Mexican Communities. *World Development* 37: 8, 1390-1399.
- Brennan M. A., Flint C. G., and Luloff A. E. 2009. Bringing Together Local Culture and Rural Development: Findings from Ireland, Pennsylvania and Alaska. *Sociologia Ruralis* 49: 1, 97-112.
- Bruckmeier K., and Tovey H. 2008. Knowledge in Sustainable Rural Development: From Forms of Knowledge to Knowledge Processes. *Sociologia Ruralis* 48: 3, 313-329.
- Bryant L., and Pini B. 2009. Gender, class and rurality: Australian case studies. *Journal of Rural of Rural Studies* 25, 48-57.
- Bunge M. 2004. *La Investigación Científica*. (3a. ed.). Buenos Aires, Argentina. Siglo XXI editores, s. a. de c. v. Obtenido el 17 de febrero de 2011 de: <http://books.google.com.mx/books?id=iDjRhR82JHYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 1988. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México, D. F. Obtenido el 15 de septiembre de 2009 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 2001. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. México, D. F. Obtenido el 3 de noviembre de 2010 de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>
- Carter J., and Hollinsworth D. 2009. Segregation and protectionism: Institutionalised views of Aboriginal rurality. *Journal of Rural Studies*, 25, 414-424.
- Clarke M. and Islam S. M. N. 2006. National Account Measures and Sustainability Objectives: Present Approaches and Future Prospects. *Sustainable Development* 14, 219-233.
- Coleman E. 1995. *The New Organic Grower: A Master's Manual of Tools and Techniques for the Home and Market Gardener*. Second. Edition. Chelsea Green Publishing Company. United States of America.
- Coelho P., Mascarenhas A., Vaz P., Dores A., and Ramos T. B. 2010. A framework for regional sustainability assessment: developing indicators for a Portuguese region. *Sustainable Development* 18, 211–219 (2010)
- Cortes A. 2007. *Desarrollo Sustentable, Pobreza y Calidad de Vida*. Fundación Pro Ciencia, Arte y Cultura de la Universidad Nacional (Fundación UNA). Costa Rica.
- Cruickshank J. A. 2009. A play for rurality – Modernization versus local autonomy. *Journal of Rural Studies* 25, 98-107.
- Csurgó B., Kovách I., and Kučerová E. 2008. Knowledge, Power and Sustainability in Contemporary Rural Europe. *Sociologia Ruralis* 48: 3, 292-312.
- Cumbre de Johannesburgo. 2002. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable, Johannesburgo (Sudáfrica), septiembre del 2002. Obtenido el 18 de septiembre del 2009 de <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/documents.html>
- Curry N. 2010. Differentiating Trust in Rural Decision-making, Drawing on an English Case Study. *Sociologia Ruralis* 50: 2, 121-138.
- Davis B., Winters P., Carletto G., Covarrubias K., Quiñones E. J., Zezza A., Stamoulis K., Azzarri C., and Diguseppe S. 2010. A Cross-Country Coparison of Rural Income Generating Activities. *World Development* 38: 1, 48-63.
- Domínguez Y. S. 2007. El análisis de información y las investigaciones cuantitativas y cualitativas. Obtenido el 17 de febrero de 2011 de: http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol33_3_07/spu20207.htm
- Dufour R., 2000. *Farmscaping to Enhance Biological Control. Pest Management Systems Guide*. ATTRA (Appropriate Technology Transfer for Rural Areas). Obtenido el 21 de octubre de 2010 de: <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/farmscaping.pdf>
- EEA. 2009. *Key Environmental Issues Facing Europe*. European Environment Agency Copenhagen, Denmark.
- Escobar D. J. L. 2007. El Desarrollo Sustentable en México (1980 – 2007). *Revista digital Universitaria*. Volumen 9 Numero 3. UNAM, México.
- Everett G. and Wilks A. 1999. *The World Bank's Genuine Savings Indicator: a Useful Measure of Sustainability?* Londres, Inglaterra.

- Fabusoro E., Omotayo A. M., Apantaku S. O., and Okuneye P. A. 2010. Forms and Determinants of Rural Livelihoods Diversification in Ogun State, Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 4, 417-438.
- FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. Soils Bulletin No. 32. FAO. Rome, Italy.
- FAO and WHO. 2007. Organically Produced Foods. Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods. Codex Alimentarius. Third edition. Roma. Obtenido el 30 de septiembre de de 2010 de: ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Organics/organic_2007e.pdf
- Ferguson B. G. and Morales H. 2010. Latin America Agroecologists Build a Powerful Scientific and Social Movement. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 4, 339-341.
- Flick U. 2007. Introducción a la investigación cualitativa. (2a. ed). Madrid. Ediciones Morata S.L.
- Francis C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C. and Poincelot, R. 2003. Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22: 3, 99-118
- Galván-Miyoshi Y. 2008. Integración de indicadores en la evaluación de sustentabilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio. En Astier M., Masera O. R., y Galván M. Y., Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (pp. 95-117). Mundi-Prensa. Valencia España.
- Galván-Miyoshi Y., Masera O. y López-Ridaaura S., 2008. Las evaluaciones de la sustentabilidad. En Astier M., Masera O. R., y Galván M. Y., Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (pp. 41-57). Mundi-Prensa. Valencia España.
- Garza M. A. 2007. Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales y humanidades. El Colegio de México, Biblioteca Daniel Cosío Villegas. Séptima edición. México, D.F., 380 p.
- Girardin P., Bockstaller Ch. y Van der Werf H. 1999. Indicators: Tools to Evaluate the Environmental Impacts of Farming Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 13: 4, 5 – 21.
- Gliessman S. 2010. Landscape Multifunctionality and Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 5, 465.
- GIDSA. 1995. Semillas para el futuro. Agricultura Sostenible y Recursos Naturales en las Américas. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales Santiago de Chile.
- Gomero O. L. y Velásquez A. H. 2007. Evaluación de la Sustentabilidad del Sistema de Algodón Orgánico en la Zona del Trópico Húmedo del Perú San Martín, Tarapoto. En: Astier M. y Hollands J. Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica (pp.57-84). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada (GIRA A.C). Mundi-Prensa México, S.A. DE C.V.
- Haggblade S., Hazell P., and Reardon T. 2010. The Rural Non-farm Economy: Prospects for Growth and Poverty Reduction. *World Development*, 38: 10, 1429-1441

- Häring A. M., Dabbert S., Offermann F., and Nieberg H. 2001. Benefits of Organic Farming for Society. The European Conference – Organic Food and Farming - Towards Partnership and Action in Europe, Copenhagen, Denmark, 10.-11.05.2001. In: Proceedings of the European Conference – Organic Food and Farming, the Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Obtenido el 28 de septiembre de 2010 de: <http://orgprints.org/2340/>
- Hartmuth G., Huber K., and Rink D. 2008. Operationalization and Contextualization of Sustainability at the Local Level. *Sustainable Development* 16, 261-270.
- Hay R. 2005. Becoming Ecosynchronous, Part 1. The Root Causes of Our Unsustainable Way of life. *Sustainable Development* 13, 311-325.
- Hayashi K., Abdoulaye T., and Wakatsuki T. 2010. Evaluation of the utilization of heated sewage sludge for peri-urban horticulture production in the Sahel of West Africa. *Agricultural Systems* 103, 36-40.
- Hecht S. B. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. En *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad. Nueva York. Obtenido el 2 de octubre de 2010 de: http://www.rap-al.org/articulos_files/AGROECOLOGIA1%5B1%5D.pdf
- Hermans F., Horlings I., Beers P.J., and Mommaas H. 2010. The Contested Redefinition of a Sustainable Countryside: Revisiting Frouws' Rurality Discourses. *Sociologia Ruralis* 50: 1, 46-63.
- Hildén M., and Rosenström U. 2008. The Use of Indicators for Sustainable Development. *Sustainable Development* 16, 237-240.
- Hoagland L., Hodges L., Helmers G. A., Brandle J. R., and Francis A. 2010. Labor Availability in an Integrated Agricultural System. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 5, 532-548.
- Holden E., and Kinnerud K. 2007. The Sustainable Development Area: Satisfying Basic Needs and Safeguarding Ecological Sustainability. *Sustainable Development* 15, 174-187.
- Howe J. 2003. Growing Food in Cities: the Implications for Land-Use Policy. *Journal of Environmental Policy & Planning* Vol. 5, No. 3, 255-268.
- Ikerd J. 2010. The Nature of Sustainable Change. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 3, 241-243.
- Ingram J. 2010. Technical and Social Dimensions of Farmer Learning: An Analysis of the Emergence of Reduced Tillage Systems in England. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 2, 183-201.
- INIFAP. 1986. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del campo agrícola experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México.
- Islam S. M. N., and Clarke M. F. 2005. The Welfare Economics of Measuring Sustainability: a New Approach Based on Social Choice Theory and Systems Analysis. *Sustainable Development* 13, 282-296.

- Jansen K. 2009. Implicit Sociology, Interdisciplinarity and Systems Theories in Agricultural Science. *Sociologia Ruralis* 49: 2, 172-188.
- Jiménez O. J. 2007. El ambiente y el desarrollo rural. Colección legislación y desarrollo rural. Centro de Estudios para el desarrollo rural y la soberanía alimentaria. México.
- Jordan N., and Warner K. D. 2010. Enhancing the Multifunctionality of US Agriculture. *BioScience*, Vol. 60, No.1, 60-66
- Kelemen E., Megyesi B., and Kalamász I. N. 2008. Knowledge Dynamics and Sustainability in Rural Livelihood Strategies: Two Case Studies from Hungary. *Sociologia Ruralis* 48: 3, 257-273.
- Keirstead J., and Matt Leach M. 2008. Bridging the Gaps between Theory and Practice: a Service Niche Approach to Urban Sustainability Indicators. *Sustainable Development* 16, 329-340
- Kitchen L., and Marsden T. 2009. Creating Sustainable Rural Development through Stimulating the Eco-economy: Beyond the Eco-economic Paradox? *Sociologia Ruralis* 49: 3, 273-294.
- Klostermann J. E. M. and Cramer J. 2006. The Contextual Meaning of Sustainable Development: the Case of the Dutch Drinking Water Sector. *Sustainable Development* 14, 268-276.
- Kuepper G., and Gegner L. 2004. Organic Crop Production Overview: Fundamentals of Sustainable Agriculture. US. www.attra.ncat.org
- Latham J., Collen B., McRae L., y Loh J. 2008. El Índice del Planeta Vivo para las especies migratorias: un índice del cambio en la abundancia de las poblaciones. Informe final para la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias. Londres, Inglaterra.
- Lehtonen M. 2008. Mainstreaming Sustainable Development in the OECD through Indicators and Peer Reviews. *Sustainable Development* 16, 241-250.
- Lélé S. M. 1991. Sustainable Development: a Critical Review. *World Development*, Vol. 19, No. 6, pp. 607-621.
- Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke P., Souchère V., Alberola C., and Ménassieu J. 2009. Agronomy for Sustainable Agriculture: A Review. In Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke P., Souchère V., and Alberola C. *Sustainable Agriculture* (pp 1-7). Springer Science+Business Media B.V. London New York.
- Lichtfouse E. 2009. Sustainable Agriculture as a Central Science to Solve Global Society Issues. En Lichtfouse E. *Sustainable Agriculture Reviews*. Volume 1. Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants (pp. 1-3). Springer Science+Business Media B.V. London New York.
- Lin G. T. R. 2007. Empirical Measurement of Sustainable Welfare from the Perspective of Extended Genuine Saving. *Sustainable Development* 15, 188-203.
- López-Ridaura S., 2008. Evaluación multiescalar de la sustentabilidad: retos y avances metodológicos. En Astier M., Masera O. R., y Galván M. Y., *Evaluación de*

- sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (pp. 119-138). Mundi-Prensa. Valencia España.
- Lohr L., and Park T. A. 2002. Choice of insect management portfolios by organic farmers: lessons and comparative analysis. *Ecological Economics* 43, 87-99.
- Lyytimäki J. and Rosenström U. 2008. Skeletons Out of the Closet: Effectiveness of Conceptual Frameworks for Communicating Sustainable Development Indicators. *Sustainable Development* 16, 301–313.
- MacRae R. J., Lynch D., and Martin R. C. 2010. Improving Energy Efficiency and GHG Mitigation Potentials in Canadian Organic Farming Systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 5, 549-580.
- Magnani N., and Struffi L. 2009. Translation sociology and social capital in rural development initiatives. A case study from the Italian Alps. *Journal of Rural Studies* 25, 231-238.
- Markewich H. A., Pell A. N., Mbugua D. M., Cherney D. J. R., van Es H. M., Lehmann J., and Robertson J. B. 2010. Effects of storage methods on chemical composition of manure and manure decomposition in soil in small-scale Kenya systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139, 134-141.
- Marsden T. 2009. Mobilities, Vulnerabilities and Sustainabilities: Exploring Pathways from Denial to Sustainable Rural Development. *Sociologia Ruralis* 49: 2, 113-131.
- Marsden T., Banks J., Renting H., and Van Der Ploeg J. D. 2001. The Road Towards Sustainable Rural Development: Issues of Theory, Policy and Research Practice. *Journal of Environmental Policy & Planning* 3, 75-83.
- Masera O., Astier M., y López R. S. 1999. Sustainability and natural resource Management: The MESMIS Evaluation Framework. Working Document D36. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable A.C.
- Moya G. X., Caamal A., Ku Ku B., Chan X. E., Armendáriz I., Flores J., Moguel J., Noh P. M., Rosales M., Xool D. J. 2007. La Sustentabilidad que viene de lejos: Una evaluación multidisciplinaria e intercultural de la agricultura campesina de los Mayas en Xohuayán, Yucatán. En: Astier M. y Hollands J. Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica (pp.161-202). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada (GIRA A.C). Mundi-Prensa México, S.A. DE C.V.
- Muilu T. 2010. Needs for rural research in the Northern Finland context. *Journal of Rural Studies*, 26, 73-80.
- Muma M., Martin R., Shelley M., and Holmes Jr. L. 2010. Sustainable Agriculture: Teacher Beliefs and Topics Taught. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 4, 439-459.
- Münch L. y Ángeles E. 2007. Métodos y Técnicas de Investigación. (3a. ed). México. Trillas.
- Namakforoosh M. N., 2005. Metodología de la Investigación. (2a. ed.). México. Limusa.
- Nieto C. L. M. 1999a. En torno al criterio de sostenibilidad. Lento análisis, ratificación estancada en México. San Luis Potosí, México.

- Nieto C. L. M., 1999b. La Huella ecológica. ¿Qué tantos recursos naturales tenemos? ¿Qué tantos recursos naturales usamos? Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- UN. 2002. Contabilidad ambiental y económica integrada. Manual de operaciones. Naciones Unidas. Nueva York, US.
- OECD. 1993. Environment Monographs #83. Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris.
- OECD. 2001. Adoption of Technologies for Sustainable Farming Systems: Wageningen Workshop Proceedings. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France.
- OECD. 2003. Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies. Agriculture and Food. Organization for Economic Co-operation and Development. CABI Publishing. UK.
- Pannell D. J., and Glenn N. A. 2000. A framework for the economic evaluation and selection of sustainability indicators in agriculture. *Ecological Economics* 33, 135-149.
- Papuzin'ski A. 2008. The Philosophical Dimension to the Principle of Sustainable Development in the Polish Scientific Literature. *Sustainable Development* 16, 109-116.
- Pawtowski A. 2008. How Many Dimensions Does Sustainable Development Have? *Sustainable Development* 16, 81-90.
- PCSD. 1996. Sustainable America: A New Consensus for the Prosperity, Opportunity and a Healthy Environment for the Future. Washington, D.C.: The President's Council on Sustainable Development. Obtenido el 11 de septiembre del 2010 de http://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/TF_Reports/amer-top.html
- Popli G. K. 2010. Trade Liberalization and the Self-Employed in Mexico. *World Development* 38: 6, 803-813.
- Puente W. s. f. Técnicas de investigación. RRPPnet Portal de Relaciones Públicas. Obtenido el 16 de febrero del 2011 de: <http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>
- Quiroga M. R. 2001. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. CEPAL Serie Manuales 16. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile, Chile.
- Quiroga, M. R. 2007. Indicadores ambientales y de desarrollo sustentable: Avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. División de Estadística y Proyecciones Económicas. CEPAL – ONU. Santiago de Chile.
- Rassafi A. A., Poorzahedy H., and Vaziri M. 2006. An Alternative Definition of Sustainable Development Using Stability and Chaos Theories. *Sustainable Development* 14, 62-71.
- Rebolledo C. A. s. f. El Análisis en Investigación Cualitativa. Organización y Reducción de Información. Obtenido el 17 de febrero 2011 de: <http://www.slideshare.net/produceideas/anlisis-cualitativo>

- Rigby D., Woodhouse P., Young T., and Burton M. 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economic* 39, 463-478.
- Santos P., and Barrett Ch. B. 2010. Identity, Interest and Information Search in a Dynamic Rural Economy. *World Development*, 38: 12, 1788-1796.
- Sassenrath G. F., Halloran J. M., Archer D., Raper R. L., Hendrickson J., Vadas P. and Hanson J. 2010. Drivers Impacting the Adoption of Sustainable Agricultural Management Practices and Production Systems of the Northeast and Southeast United States. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 6, 680 - 702.
- Scialabba N. E-H., and Müller-Lindenlauf M. 2010. Organic agriculture and climate change. *Journal Renewable Agriculture and Food Systems*: 25(2); 158 – 169.
- Shucksmith M. 2010. Disintegrated Rural Development? Neo-endogenous Rural Development, Planning and Place-Shaping in Diffused Power Contexts. *Sociologia Ruralis* 50: 1, 1-14.
- Siche J. R., Agostinho F., Ortega E., and Romeiro A. 2008. Sustainability of Nations by index: Comparative study between Environmental sustainability index, ecological footprint and emergy performance indices. *Ecological Economics* 66, 628-637.
- Siebert R., Laschewski L., and Dosch A. 2008. Knowledge Dynamics in Valorising Local Nature. *Sociologia Ruralis* 48: 3, 223-239.
- Singh A. 2004. Farmscaping: Farming with nature in mind. The Canadian Organic Grower. Obtained the 20 of October de 2010 de: <http://www.cog.ca/our-services/magazine/past-issues-and-articles/>
- Smyth A. J. and Dumanski J. 1993. FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. FAO, Rome, Italy. World Soil Resources Report.
- Smyth A. J. and Dumanski J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science* 75, 401-406
- Speelman E. N., Astier M. y Galván-Miyoshi Y. 2008. Sistematización y análisis de las experiencias de evaluación con el marco MESMIS: lecciones para el futuro. En Astier M., Masera O. R., y Galván M. Y., Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (pp. 25-38). Mundi-Prensa. Valencia España.
- Stofferahn C. W. 2009. Personal, Farm and Value Orientations in Conversion to Organic Farming. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33: 8, 862-884.
- Strauss A. y Corbin J. 2002. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- Sutcliffe M., Hooper P., and Howell R. 2008. Can Eco-Footprinting Analysis Be Used Successfully to Encourage More Sustainable Behaviour at the Household Level? *Sustainable Development* 16, 1-16.
- Sydorovych O., and Wossink A. 2008. The meaning of agricultural sustainability: Evidence from a conjoint choice survey. *Agricultural Systems* 98, 10-20.

- Taylor D. F. 2001. Employment-based analysis: an alternative methodology for project evaluation in developing regions, with an application to agriculture in Yucatan. *Ecological Economics* 36, 249-262.
- Tena S. A. y Rivas-Torres R., 2007. Elaboración de tesinas. Universidad Iberoamericana. Cuarta reimpresión. Plaza y Valdez, S.A. de C.V. México, D.F., (105 p.)
- UN. 2007. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. United Nations. Third Edition. New York. Obtenido el 22 de mayo de 2009 de <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>
- UN. 2008. Measuring Sustainable Development. Report of the Joint UNECE/OECD/Eurostat Working Group on Statistics for Sustainable Development. United Nations. New York and Geneva, 2008.
- Velázquez L., Munguía N., Zavala A., and Navarrete M. Á. 2008. Challenges in Operating Sustainability Initiatives in Northwest Mexico. *Sustainable Development* 16, 401–409.
- Wale E. 2010. How do Farmers Allocate Land for Coffee Trees? Implications for On-Farm Conservation and Seed Technology Adoption in Ethiopia. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34: 3, 270-291.
- Walker B., Carpenter S., Anderies J., Abel N., Cumming G., Janssen M., Lebel L., Norberg J., Peterson G. D., y Pritchard R. 2002. Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach. *Conservation Ecology* (1): 146. <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>
- Waltner D. – Toews, Kay J., Murray T. P., y Neudoerffer C. 2002. Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health (AMESH): An Introduction. Network Ecosystem Sustainability and Health (NESH), www.nesh.ca
- WKKF. 2003. Changing Attitudes, Changing America's Food System: Integrated Farming Systems Initiative Phase 2 Lessons Learned. W.K. Kellogg Foundation. Obtenido el 28 de septiembre de 2010 de: <http://ww2.wkkf.org/default.aspx?tabid=134&CID=-1&CatID=21&NID=212&LanguageID=1>
- Weih M., Didon U. M. E., Rönnberg-Wästljung A.-C., and Björkman C. 2008. Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathic weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops. *Agricultural Systems* 97, 99-107.
- Williams K., and Dair C. 2007. A Framework of Sustainable Behaviours that can be enabled through the Design of Neighbourhood-Scale Development. *Sustainable Development* 15, 160-173.
- YCELP. 2005. Environmental Sustainability Index. Benchmarking National Environmental Stewardship. Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University. Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. US.
- YCELP. 2010. Environmental Performance Index. Summary for Policymakers. Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University. Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. World Economic Forum. US.

- Zahm F., Viaux P., Vilain L., Girardin P., and Mouchet Ch. 2008. Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method – from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. *Sustainable Development* 16, 271-281.
- Zeijl-Rozema A., Cörvers R., Kemp R., and Martens P. 2008. Governance for Sustainable Development: A Framework. *Sustainable Development* 16, 410–421.

VII. APÉNDICE

Apéndice A: Instrumentos para colecta de información

Cuadro 5. Encuesta para caracterizar los sistemas de producción

I.- DATOS DEL PRODUCTOR

Nombre del Productor:		Fecha:
Domicilio:		
Población:	Municipio:	Teléfono:

II.- INFORMACIÓN DEL PREDIO

Nombre del predio:				
Ubicación del predio: Latitud Longitud Altitud msnm				
Tipo de tenencia:	Dotación de Tierra (has):		Cultivos	Superficie/ha:
Ejidal ☐				
Comunal ☐				
Rentada ☐	Superficie (has): Costo/ha:			
Otra ☐			Total:	
Realiza rotación de cultivos: Si ☐ No ☐				
Suministro de agua:	Presa: ☐	Bombeo: ☐	Ambos: ☐	
Dotación de agua (has):				
Costo:				

III.- GENOTIPO EMPLEADO

Tipo de chile: Mirasol ☐ Ancho ☐ Puya ☐ Jalapeño ☐ Serrano ☐ Otro ☐				
Origen de la semilla:	Propia de la cosecha anterior ☐		Certificada ☐	
Costo/Kg:				
Apariencia de la semilla:		% de pureza:	% de germinación:	
Variedad:				

IV.- PREPARACIÓN DE LOS ALMÁCIGOS

Fecha de preparación de los almácigos:		Material de cobertura:	
Forma de preparar los almácigos:			
Dimensiones de los almácigos:		Sustrato empleado:	
Desinfecta cama-siembra: Si ☐ No ☐		Desinfecta semilla: Si ☐ No ☐	
Producto y dosis:		Producto y dosis:	
Fecha de siembra: Forma de sembrar: surcos ☐ voleo ☐ En seco ☐ En húmedo ☐			
Semilla/m ² :	Numero de riegos:	Frecuencia de riegos:	Forma de riego:
Malezas frecuentes:	Control:	# de limpiezas:	
Plagas frecuentes:	Control:	aplicaciones:	

Enfermedades comunes:		Control:
Tipos de fertilizantes:	Dosis:	# de aplicaciones:
Forma de extracción de las plántulas:		
Tamaño de plántulas al plantar:	Grosor:	Desarrollo radicular:
Manejo de plántulas en campo:		

V.- USO DE CHAROLAS

Fecha de siembra:	Origen de las charolas:	Producidas ☐ Compradas ☐
Tamaño de plántulas al plantar:	Grosor:	Desarrollo radicular:
Manejo de charolas en campo:		
Manejo de las plántulas en campo:		
Lugar de compra de las charolas:		
Nota: si la planta en charolas es producida por el productor, hacer las preguntas de inciso anterior (IV).		

VI.- PREPARACIÓN DEL TERRENO

Maquinaria:	Propia ☐	Maquila ☐
Fecha de barbecho:	Profundidad:	Costo/ha:
Rastreo en seco:	Sencillo ☐ Doble ☐	Costo/ha:
Nivelación:	Si ☐ No ☐	Pendiente: Costo/ha:
Escrepa:	Si ☐ No ☐	Costo/ha:
Ancho de surcos:	Longitud:	Altura: Costo/ha:

VII.- PLANTACIÓN (SIEMBRA) Y FERTILIZACIÓN

Fecha de trasplante o siembra:	Años cultivando chile:	
Plantas/punto:	Distancia entre plantas:	Distancia entre surcos:
kg de semilla o m de planta/ha:	Aplica estiércol:	
Tipos de fertilizantes:	# de aplicaciones:	
Dosis:	Fechas:	
Forma:	Costo(\$)/bulto:	

VIII.- LABORES CULTURALES

# de cultivos:	Tracción: Tractor ☐ animal ☐	Fechas:	Costo/ha/cultivo:
# de limpieas:	Jornales/ limpia/ha:	Costo/limpia:	
Fecha de aclareo en siembra directa:	Jornales/ha:	Costo/ha:	

IX.- RIEGOS

Tipo de riego:	Rodado ☐	Goteo ☐	Otro ☐
# de riegos:	Fechas de riegos:		Costo/ha:
Característica:		Laminas:	

X.- FITOSANIDAD

Principales plagas:			
Control biológico ☐	Uso de insecticidas ☐ Ambos ☐		
Insecticidas principales:		Dosis:	
Empleo de aguilón ☐	Mochila ☐	Ambos ☐	Otros ☐

# de aplicaciones:	Costo/ha/insecticidas:	Costo/ha/ aplicación:
Organismos benéficos:	# de liberaciones/ciclo:	Costo/ha/liberación:
Principales enfermedades:		
Fungicidas principales:	Dosis:	
# de aplicaciones:	Costo/ha/fungicidas:	Costo/ha/aplicación:
Hormonas y fertilizantes foliares principales:		
Dosis:	# de aplicaciones:	
Costo/ha/Hormonas y Fertilizantes foliares:	Costo/ha/ aplicación:	

XI.- COSECHA

Calidad:	# de cortes:	Rendimiento/corte:	Rendimiento total:
Precio/kg/corte:	Fecha de primer corte:		
# de jornales/ha/corte:	Costo de mano de obra/ha/corte:		

XII.- SEGUROS Y CRÉDITOS

Seguro agrícola ☐	Seguro de vida ☐	Seguro social ☐	Seguro popular ☐	Otro ☐
Crédito bancario ☐	Unión de crédito ☐	Prestamista ☐	Caja solidaria ☐	Otro ☐
Monto del crédito:	Tasa de interés:			

XIV.- ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Nivel de ingreso:	Bajo ☐	Medio ☐	Alto ☐
Objetivo de la producción:	Subsistencia ☐	Comercio ☐	Mixta ☐
Ingresos externos al sistema:	Si ☐	¿De dónde?	No ☐
# de participantes en la unidad de producción:			
Realiza otras actividades:			
Tipo de organización:	SPRL ☐	SSS ☐	Otra ☐
Comercialización de su cosecha:	Individual ☐	En grupo ☐	Otra ☐
Adquisición de sus insumos:	Individual ☐	En grupo ☐	Otra ☐
¿Ha dejado de trabajar su tierra?	Si ☐	¿Cuánto tiempo?	No ☐
Nivel social:	Bajo ☐	Medio ☐	Alto ☐
Situación económica:	Solvente ☐	Endeudado ☐	Otra ☐
Nivel de estudio:			
Numero de capacitaciones:			
Principales fiestas de la comunidad en las que participa:			

XV.- OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

--

Cuadro 6. Evaluación del proceso productivo

I.- DATOS DEL PRODUCTOR

Nombre del Productor:		Fecha:
Población:	Municipio:	Estado:

II.- UBICACIÓN DEL PREDIO

Nombre del predio:		Superficie (has):
Vértice	Latitud	Longitud
1		
2		
3		
4		

III.- PLANTACIÓN

Fecha de trasplante:		Metros de planta/ha:	\$/metro de planta:
Jornales/ha		Costo de plantación/ha:	
Muestras 1 (3 m)	Plantas/punto:	Distancia/punto	Distancia/su rcos:
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			
Muestras 2 (3 m)			
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			
Muestras 3 (3 m)			
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			
Muestras 4 (3 m)			
Punto 1			
Punto 2			
Punto 3			

IV. FERTILIZACIÓN

Primera aplicación:	
Fecha:	Fertilizantes/cantidad:
Forma de aplicación:	Costo/ha/aplicación:

V.- LABORES CULTURALES

Fecha de primer cultivo:	Tracción:	Costo/ha:
Fecha de primera limpia:	Jornales/ha:	Costo/ha:

VI.- RIEGOS

Fecha de primer riego de auxilio:	Jornales/ha	Costo/ha:
-----------------------------------	-------------	-----------

Fecha de segundo riego de auxilio:	
------------------------------------	--

VII.- FITOSANIDAD

Fecha de primera aplicación:	Jornales/ha:
Forma de aplicación:	
Productos/dosis:	
Motivo:	Costo/ha/aplicación:

IX.- OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

--

Cuadro 7. Evaluación del proceso productivo - Fitosanidad

I. DATOS GENERALES

Productor:	Fecha:	
Población:	Municipio:	Estado:
Superficie:	Fecha de plantación:	

II. MUESTREO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

# Planta	Altura (cm)	Etapas	Plaga-enfermedad-otro tipo de problema/nivel de daño
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
Promedio			

III. APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

Fecha de aplicación:	
Producto:	Dosis/ha

IV. FENOLOGÍA

Etapas promedio:	Altura promedio de plantas:
------------------	-----------------------------

V. FECHAS DE RIEGOS DE AUXILIO

Segundo	Tercero	Cuarto	Sexto

VI. FERTILIZACIÓN

Primera aplicación:	
Fecha:	Fertilizantes/cantidad:
Forma de aplicación:	Costo/ha/aplicación:

VII. LABORES CULTURALES

Fecha de primer cultivo:	Tracción:	Costo/ha:
Fecha de segundo cultivo:		
Fecha de primera limpia:	Jornales/ha:	Costo/ha:
Fecha de segunda limpia:		