

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS¹

*Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo*²

¹ Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación financiado por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) "Evaluación de la sustentabilidad del rancho universitario de la Unidad Académica Profesional Temascaltepec de la UAEM". Ref CGIyEA 1682/2003, 1827/2004.

² Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado México.

RESUMEN

En este trabajo se presenta la experiencia obtenida en México y Latinoamérica a partir de la aplicación, entre 1999 y 2005, del Marco Metodológico para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Estos constituyen esfuerzos diversos para incrementar y evaluar la sustentabilidad de sistemas agropecuarios bajo condiciones variadas, con limitaciones y resultados diferentes, e incluyen, en algunos casos, la comparación de sistemas contrastantes y, en otros, los cambios logrados en el mismo sistema bajo formas de manejo alternativas.

Todos los casos presentados suponen intentos de hacer operativo el concepto de sustentabilidad en la búsqueda de desarrollo, y se basan específicamente en la experiencia de evaluación de sistemas agropecuarios en las condiciones de países latinoamericanos.

Palabras clave: desarrollo sostenible, sistemas agropecuarios, sustentabilidad

ABSTRACT

In this paper, I show the experience obtained in Mexico and Latin America from the application of the Methodological Framework for the Evaluation of Management Systems with Sustainability Indicators between 1999 and 2005. These are diverse efforts to increase and evaluate the sustainability of agro ecosystems under various conditions, with different constraints and results; in some cases, these include the comparison of contrasting systems and, in others, the changes obtained for the same system under alternative ways of management.

All the cases are attempts to make operative the concept of sustainability applied to sustainable development, specifically supported over the experience of evaluating agro ecosystems under the conditions of the Latin American countries.

Key words: sustainable development, agricultural systems, sustainability

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad es un concepto que resume los esfuerzos para lograr el desarrollo, la productividad y utilidad social a largo plazo (Rigby y Cáceres 2001: 21-40). En este sentido, Spangenberg (2002: 295-309) plantea que existen dos paradigmas antagónicos: el paradigma del mundo vacío, basado en un enfoque económico centrado en la eficiencia, y el paradigma del mundo lleno, basado en un enfoque ecológico y centrado en la intensidad de uso de los recursos. Por ello se requiere alcanzar un equilibrio entre el sobre-consumo ambientalmente no sustentable dentro de la esfera de dominio humano y la pobreza socialmente no sustentable dentro de la esfera de regulación ambiental.

El fin último y primordial de la sustentabilidad consiste en encontrar maneras en que la especie humana pueda vivir indefinidamente en este planeta y sin comprometer su futuro. Dada la capacidad de nuestra especie de modificar conscientemente algunos elementos del patrón de nuestra interacción con el ambiente, el balance sociedad-naturaleza se puede fundamentar sobre las decisiones tomadas por el hombre y sus consecuencias.

Según Clayton y Radcliffe (1996), el amplio abanico de problemáticas ambientales, económico-sociales y políticas ha trascendido de una escala local a una escala global. Esta situación irremediamente lleva a concebir nuevas estructuras, mecanismos de toma de decisiones y una nueva visión filosófica capaz de entender partes y sistemas de un mundo culturalmente rico y cada vez más complejo. En él se requiere la acción plausible y urgente del fomento a la acción colectiva, el enlace con los sistemas ecológicos del planeta, la identidad individual, el respeto social, la justicia social y la paz (Harrington 1992: 1-20). La transición hacia un modo de vida más sustentable requiere un cambio significativo en la forma en que los problemas son percibidos, definidos y resueltos, y debe estar basada en una perspectiva de sistemas abiertos en la que tanto los problemas como las soluciones se manejen holísticamente. De ahí que resulte fundamental la importancia del enfoque multidisciplinario en los *sistemas adaptativos complejos* (SAC), dado que resultan multidimensionales, dinámicos y evolutivos. La sustentabilidad de la especie humana solo puede ser definida, en última instancia, al nivel de la interacción entre el complejo total de los sistemas humanos y todos los sistemas ambientales directamente implicados, por lo que el estudio de la sustentabilidad requiere un entendimiento de los sistemas y en particular de los sistemas humanos y ambientales (Clayton y Radcliffe 1996).

Cuantificar la sustentabilidad desde un enfoque objetivo y reduccionista no funciona, ya que inevitablemente aparece un elemento de circularidad (Bell y Morse 1999). Los indicadores evaluados críticamente deben incluir un enfoque más holístico, realista, participativo y sistémico, que enfrente interrogantes tales como las siguientes: ¿midiendo lo inmensurable o malas aplicaciones de una buena ciencia?, ¿sustentabilidad: buena cosa o concepto vacío?, ¿cómo podemos saber

objetivamente cuando las cosas están mejorando o empeorando?, ¿es diferente *desarrollo sustentable a crecimiento sustentable*? Si bien el uso de indicadores de sustentabilidad (ISs) constituye un mandato de la Cumbre de Río (1992), la dificultad radica en emplear indicadores relativamente simples sobre algo que de hecho es muy complejo (Trzyna 1995, citado por Bell y Morse 1999).

Edwards *et al.* (1993: 99-121) establecen que la sustentabilidad es un proceso bien medible a nivel de finca o comunidad y que se torna cada vez más difícil en escalas mayores. Harrington (1992: 1-20), por su parte, conceptualiza que bajo otros principios la sustentabilidad es definida por un conjunto de requerimientos que deben ser enfrentados por cualquier finca, a pesar de las amplias diferencias de la situación prevaleciente.

1. SUSTENTABILIDAD

Norgaard (1990) comprende la modernidad como una traición del desarrollo, cuyas promesas son control de natura (ciencia), abundancia material (tecnología superior), gobierno efectivo (organización social racional), paz y justicia (mayor moralidad individual) y superior cultura colectiva para todos. Afirma que la modernidad es un insumo filosófico para un proceso coevolucionario cuyas premisas son de carácter metafísico, epistemológico y alternativo. Según su concepto, atomismo, mecanicismo, objetivismo, universalismo y monismo rigen la opinión pública, la toma de decisiones y su implementación, elementos que han sido extremadamente productivos para la ciencia y las instituciones y han llevado a la transformación de los sistemas ambientales y culturales.

Las premisas alternas incluyen los siguientes conceptos:

- holismo: las partes están unidas al todo;
- el todo es diferente a la suma de sus partes;
- coevolución: sistemas determinísticos, caóticos, discontinuos y coevolucionarios;
- contextualismo: fenómenos contingentes con variaciones espaciales y temporales debidos a amplia diversidad de factores;
- subjetivismo: sistemas ligados a actividades y valores humanos presentes y pasados; y
- pluralismo: sistemas complejos entendidos por formas de pensamiento alternas inherentemente incongruentes.

En contraposición a la filosófica, este autor señala una postura pragmática de la modernidad, que indica una realidad de inequidad e inercia burocrática, locura material, descenso en la reserva de recursos y degradación ambiental, guerras locales y migración de refugiados. Esta duplicidad es expuesta en tres formas interrelacionadas: abundancia material para pocos y escasez actual y futura para muchos; sector público cada vez más débil; opinión global de la vacuidad de la cultura moderna con resurgimiento de la diversidad cultural, étnica y religiosa.

Norgaard concluye que la modernidad ha sido insustentable, ya que ha llevado a la suspensión de la coevolución de las culturas con su ambiente único y a la adopción de la creencia en la superioridad de la modernidad, validada por los dramáticos avances que ha habido en el bienestar material. Para superar esta situación, propone que si se desea éxito se requiere una respuesta complementaria en los aspectos científicos, tecnológicos, sociales, culturales y filosóficos, de forma simultánea. Esto incluye un nuevo orden social sin tecnocracia y econocracia, con organización social local fuerte, descentralización, respuestas globales a problemas globales, transferencia de nuevas y correctas ideas, tecnologías y formas de organización. La visión coevolutiva contempla diversas formas y se enfatiza como el proceso en forma de experimentación solo en parte consciente y de selección de lo que sí funciona o no, y no como un avance consciente del conocimiento y su aplicación racional al diseño e implementación de tecnologías y de organización social.

El posterior desarrollo humano será alcanzado por medio del debilitamiento de la perspectiva newtoniana, sin tiranía y destrucción de la libertad, por medio de una base filosófica más amplia. Acierto, error, verdad y justicia serán más difíciles de delinear y argumentar en un mundo culturalmente más diverso. Bajo el enfoque de sistemas, la interrogante es ¿qué tanto podemos emplear nuestro potencial único como seres humanos para entender nuestra conducta y sus consecuencias en relación con a la dinámica sistémica de la naturaleza? En orden a hacer esto, debemos estar preparados para descartar nuestros prejuicios y revisar cada área de la vida humana.

Dado que la sustentabilidad es un concepto que requiere de una visión holística, que involucra aspectos inherentes a las esferas de interacción del hombre (social, económica y política), es sustancial dirigir su aplicación hacia la sustentación presente y futura de su entorno. A este respecto, será necesario dirigir esfuerzos hacia la mejora de la calidad de vida, la cual es reflejo fiel de la calidad del sistema y del proceso definitorio de los factores empleados para evaluar y alcanzar la sustentabilidad de un territorio. Por lo tanto, la calidad de vida está representada por la felicidad y la satisfacción individuales para con la vida y el ambiente, incluyendo necesidades y deseos, así como otros factores tangibles e intangibles que determinan, sobre todo, el bienestar.

La importancia de los factores varía de individuo a individuo; su calibración e interpretación representan gran dificultad, ya que incluyen desde servicios hasta recreación y cultura. Lo que la sustentabilidad comprende es fuertemente influido por juicios de valor y de ética: cuándo el sistema se encuentra en estado de insustentabilidad y cuándo ha alcanzado sustentabilidad depende de la visión personal. La sustentabilidad debe ser hecha operacional en cada contexto específico, a escalas relevantes para alcanzarla, y se deben diseñar métodos apropiados para su medición a largo plazo (Maser y López Ridaura 2000: 89-99). Los puntos centrales son la necesidad de una definición clara y el foco en holismo y sustentabilidad —incluyendo componentes ecológicos, económicos y sociales—. La noción de

equidad incluye tanto el acceso a los recursos como los derechos humanos, mientras que toda actividad que contribuya al bienestar social incluye la importancia de las escalas de tiempo y de espacio. La escala temporal, por su parte, incluye tanto escalas humanas como de ecosistemas, y la escala espacial incluye no solo los impactos locales en personas y ecosistemas, sino los de larga distancia.

Farley y Costanza (2002: 245-259) definen la economía como la localización de recursos escasos en busca de fines alternativos y aclaran que la primera etapa en el análisis económico es determinar cuáles son los fines deseables para la sociedad. Entretanto, la sustentabilidad sería un fin deseable con presencia y apariencia indefinida, que requiere recursos, mecanismos necesarios de mercado e instituciones de democracia fuerte. Por ello, los fines a lograr deben determinarse de forma democrática; luego, es necesario determinar cuáles son los recursos necesarios para alcanzar tal fin, decidir cuáles son los más escasos y localizarlos.

Ellos sugieren que la visión del mundo incluye, por un lado, el sistema de creencias acerca de nuestro papel y, por otro, nuestras experiencias en él, ambos factores muy influidos por la cultura propia. La visión del mundo cambia con más lentitud que el mundo y las soluciones se convierten en parte de los problemas. Por ello, como principios de una nueva visión del mundo, consideran que los humanos somos parte de natura y no sus dueños, que natura nos sostiene física y espiritualmente, que los recursos naturales son escasos, y que las metas humanas deben generar vida. Esta nueva visión del mundo contempla, desde el enfoque de la complejidad, que los resultados no siempre son predecibles, que una incertidumbre irreducible domina la provisión de servicios provenientes de ecosistemas sanos para sostén de la vida, que el individualismo debe ser templado por el interés en el bien común, que la acción individual no debe tener impacto negativo en la comunidad, y que no se pueden imponer costos a la sociedad para ganancia privada. Desde esta perspectiva, la gente prestará más atención a otras necesidades y deseos, tales como el júbilo, la belleza, la protección, el afecto, la participación, la creatividad, la libertad, el tiempo libre, la identidad y el entendimiento.

2. DESARROLLO SUSTENTABLE

Bond *et al.* (2001: 1011-1024) conciben el desarrollo sustentable como el objetivo fundamental de las políticas públicas y la toma de decisiones en diferentes tipos de economía (desarrollada, en desarrollo y transicional) y a diferentes niveles de intervención (agregada, sectorial y de proyecto). Según ellos, no hay acuerdo acerca de su definición precisa y singular, pero sí lo hay en que reúne las dimensiones económicas, sociales y ambientales del proceso de desarrollo. Ellos retoman la definición de las Naciones Unidas (1997), según la cual el desarrollo es una tarea multidimensional para alcanzar una más alta calidad de vida para toda la gente, y que el desarrollo económico y social y la protección ambiental son componentes interdependientes y mutuamente reforzadores del desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable se ha vuelto la quintaesencia del holismo práctico. Dadas sus inseparables implicaciones económicas, sociales y ambientales, incorpora una practicidad última, ya que es poco significativo a menos que se realice y que esté firmemente enraizado en el presente. La sustentabilidad es, al mismo tiempo, una descripción de algo y un fin a alcanzar: en sus inicios, la sustentabilidad estaba estrechamente asociada con el mantenimiento de la calidad ambiental.

Ronchi *et al.* (2002: 1-14) identificaron algunas ecuaciones limitantes para un modelo de desarrollo sustentable. Estas son las siguientes:

- existe impacto menor a mayor capacidad de carga;
- los recursos renovables deben ser menos usados a menor tasa de reproducción;
- la generación de desechos debe ser menor cuando existen pocos sumideros naturales; y
- los recursos no renovables deben ser menos utilizados cuando la tasa de sustitución de recursos es baja.

Estos autores consideran que la calidad de vida y el bienestar humano no se miden en dinero o energía, y que la paz, los derechos civiles, la equidad, las condiciones de la infancia y la democracia están incluidas en el concepto de equidad intergeneracional.

Los entes primordiales facultados para participar en el cambio hacia la sustentabilidad son las instituciones —junto con sus marcos de trabajo y sus relaciones—. En este sentido, Spangenberg *et al.* (2002: 1-17) las analizan y abordan desde diversos enfoques —desde la Sociología, desde la Economía (en particular, en la teoría de la elección pública) y desde el neo-institucionalismo—, puesto que dicho análisis representa una nueva perspectiva de la ciencia política. Los resultados de su análisis incluyen otros sistemas de reglas, tales como la integración de aspectos socioeconómicos y ambientales en la toma de decisiones (integración intersectorial u horizontal); la integración de toma de decisiones entre niveles internacionales, regionales, nacionales y locales de toma de decisiones (integración vertical o subsidiaria); la aplicación del principio precautorio (prospectivo) en la toma de decisiones, y la participación de individuos, grupos y organizaciones afectados por las consecuencias de decisiones específicas en todos los niveles de la toma de decisiones (participante). A su vez, esto último incluye proveer acceso a información, así como capacidad de construcción que les permita participar en la toma de decisiones, a individuos, grupos y organizaciones con un reconocido interés en las decisiones que serán tomadas.

De acuerdo con el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER), en un intento heurístico de estructuración, las demandas institucionales pueden ser agrupadas en tres categorías, con base en la parte del proceso de cambio hacia la sustentabilidad a la que ellas se refieren. Estas tres son precondiciones del proceso (condiciones, estructuras y acuerdos institucionales), forma y estructura del proceso (marcos de trabajo y relaciones institucionales), y resultados del proceso (cambios e implicaciones

institucionales). La relevancia de un conjunto existente de indicadores está vinculada con el ejercicio de chequeo, y muestra claramente que la *Agenda 21* ofrece un soporte mucho mayor para los indicadores institucionales del que ha sido explotado por los conjuntos de indicadores existentes. El análisis de instituciones como sistemas de reglas en diferentes niveles ilustró que estos sistemas están incluidos en la *Agenda 21*, y se espera que se tomen una variedad de medidas con la finalidad de promover el desarrollo sustentable, aun cuando estas medidas solo han sido cubiertas por los conjuntos de ISs de la Comisión sobre Desarrollo Sustentable (CDS). Con esta base analítica, Spangenberg *et al.* (2002: 1-17) sugieren que un sistema de indicadores puede ser desarrollado y probado para su uso y efectividad práctica.

3. AGRICULTURA SUSTENTABLE

Dumanski *et al.* (1998) afirman que un perpetuo estado de transición y evolución es aplicable a todos los sistemas de producción, desde los sistemas de producción de monocultivo, diseñados estrictamente para capturar oportunidades de mercado, hasta los sistemas diversificados empleados por los productores de pequeña escala para satisfacer necesidades domésticas y de mercado. Ellos afirman que los sistemas de cultivo son capaces de responder a influencias externas (tensiones, cambios en el mercado, políticas de transporte, cambios climáticos) y para ello exhiben evidencia de su sustentabilidad y de que estos sistemas tienen uno o más elementos definidos que se refieren a lo que se describe como los cinco pilares del manejo sustentable de tierras en la agricultura: incremento de la productividad, reducción del riesgo, protección de los recursos naturales, prevención de la degradación ambiental, viabilidad económica y aceptabilidad social.

Para estos autores, el objetivo final es la evolución hacia sistemas sustentables en los que apropiadas intervenciones tecnológicas y políticas han creado sistemas de producción resilientes —con mayor amplitud para los errores de manejo—, bien adaptados a las condiciones locales, socioeconómicas y físicas, y que están soportados por políticas seguras y pertinentes, así como por servicios de apoyo. A este respecto, la sustentabilidad en cualquier sistema no puede ser asegurada a menos que las tecnologías de producción y las prácticas de manejo asociadas evolucionen continuamente para adaptarse a los cambios en el ambiente climático, económico y demográfico en el que se desarrolla la intensificación de la agricultura. Sin embargo, alcanzar la sustentabilidad es a menudo mucho más fácil en las áreas con alto potencial que en aquellas con múltiples limitaciones físicas y biológicas. En la mayoría de los casos, ello se debe a que la base de recursos es de mayor potencial y más resiliente, a que los servicios agrícolas son mejores en dichas áreas y a que, por lo mismo, estas atraen más inversión y mayor atención gubernamental.

Con respecto a la agricultura, esta actividad simboliza y encapsula bellamente la paradoja central de la sustentabilidad: “no dañar a los hijos”. Esta definición de

sustentabilidad es elusiva y causa mucha frustración. El concepto de sustentabilidad es amplio y encierra enorme diversidad de opiniones respecto a lo que sí incluye y a lo que no incluye. ¿Cómo algo tan vago puede ser tan popular? Es como la verdad y la justicia, conceptos difícilmente capturados en definiciones concisas: “mi justicia puede ser tu explotación y mi verdad puede ser tus mentiras”. La definición de sustentabilidad es una forma útil de examinar varias perspectivas y de entender puntos de vista divergentes. Si no sabemos lo que tratamos de tener, ¿cómo sabemos si lo tenemos? (Pearse 1980). La diversidad de la definición varía con la visión de las condiciones económicas, sociales y ambientales en las que cada quien desea vivir. En general, podemos comprender la sustentabilidad como el mantenimiento o el incremento de la calidad del sistema.

Por su parte, Rigby y Cáceres (2001: 21-40) precisan que existe un deseo universal por convertir a la agricultura en una actividad sustentable, dado que el acuerdo para alcanzarla permanece elusivo y que su significado operacional es discutido en los siguientes aspectos: el papel de la regulación en el uso de agroquímicos sintéticos, el deseado grado de confiabilidad de los sistemas agrícolas y la escala de producción y comercio de bienes agrícolas. Según ellos, la agricultura sustentable favorece la viabilidad de largo plazo de los sistemas productivos, ya que los insumos agrícolas se obtienen cada vez más lejos sectorial y espacialmente, sus fuentes de energía no son renovables, su base genética es angosta y sus impactos negativos para el ambiente (contaminación, destrucción de hábitats, riesgo a la salud) son crecientes.

El paradigma básico en los sistemas agrícolas sustentables es que los principios y criterios son transferibles, pero las tecnologías son locales. Este es un nuevo enfoque considerablemente diferente al clásico modelo de investigación y transferencia de tecnología de arriba hacia abajo, y demanda un nuevo papel para los agentes de extensión. En agricultura sustentable, no hay soluciones singulares o balas mágicas. De hecho, el enfoque de las soluciones mágicas o singulares debe ser conscientemente evitado (Dumanski *et al.* 1998).

Las interrogantes básicas son las siguientes:

- 1) ¿Qué es exactamente el sistema al que se adjudica alguna noción de calidad, su dimensión espacial y límites?, ¿sobre qué espacio será alcanzada la sustentabilidad? Los espacios están relacionados y tienen áreas de influencia: cuanto mayor escala tenga y menos sustentable sea el sistema, parece más grande el problema.
- 2) ¿Cuál es la escala de tiempo a través de la cual la calidad será determinada? En periodos cortos, algunos aspectos declinan y otros crecen rápidamente. ¿Sobre qué tiempo? Las escalas de tiempo varían con el proceso a observar.
- 3) ¿Qué se entiende por *calidad del sistema* y cómo es determinada? En un mismo sistema y escala de tiempo, los componentes de calidad pueden variar según los diversos puntos de vista, ya sean rentabilidad o conservación ambiental.

Rigby y Cáceres (2001: 21-40) abordan el grado de aislamiento de sistemas sustentables de una sociedad no sustentable cuya fuente de energía es fósil o nuclear. En ella, la energía y la termodinámica (entropía) han jugado un papel central en el desarrollo de la economía ambiental, incluida la emisión de gases invernadero. Esto ha generado rechazo a la producción en gran escala y con orientación al mercado, así como el retorno a la tierra de manera sustentable —entendidos como *sustentables* los sistemas cerrados, autosuficientes y que emplean insumos mínimos—. Los sistemas orgánicos en Kenya, por ejemplo, parecen muy sustentables, a diferencia de lo que ocurre cuando sus productos son recibidos para su consumo en Gran Bretaña (implicaciones energéticas y de mercado).

4. EL MARCO PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (MESMIS)

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), desarrollado por Masera, Astier y López-Ridaura (1999: 13-41), se considera un marco metodológico en desarrollo, con estructura flexible a diversos niveles de información y diferentes capacidades técnicas. Incluye análisis y retroalimentación, contempla el entendimiento integral de las limitantes y posibilidades de integración y es aplicable al ámbito local de productores campesinos del mundo en desarrollo.

La premisa básica de MESMIS es que el concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales: 1) brinda validación específica para sistema, lugar, contexto y escala de tiempo y espacio; 2) es participativo y contempla su aplicación por un equipo interdisciplinario; 3) la evaluación es comparativa y relativa, longitudinal y transversal en el tiempo; 4) es un proceso cíclico que fortalece al sistema y al propio marco metodológico como herramienta de evaluación; dicho marco puede ser aplicable a estudios de corto y mediano plazo en sistemas dinámicos, adaptativos y no lineales, y 5) parte del principio de que ningún sistema es completamente sustentable, ni completamente no sustentable (Masera *et al.* 2000).

En este sistema, citado por Altieri (2002: 1-24), se utiliza un diagrama tipo AMIBA para mostrar, en términos cualitativos, qué tanto ha sido alcanzado el objetivo para cada indicador, otorgando el porcentaje del valor actual con respecto al valor ideal (valor de referencia). Esto permite una comparación simple y comprensible de las ventajas y limitaciones de dos sistemas que están siendo evaluados y comparados.

4.1 Casos de evaluación de la sustentabilidad con el marco MESMIS en Latinoamérica

Gomero y Velásquez (2005: 57-83) realizaron una comparación del manejo de algodón en el trópico húmedo del Perú. Evaluaron el sistema tradicional contra

un sistema diversificado, y el estudio llegó a resultados por atributos como productividad, estabilidad, equidad e independencia de cada uno de los sistemas. Los resultados obtenidos muestran que el sistema alternativo ha permitido una mayor diversificación y un aprovechamiento eficiente de los recursos en cada predio con diversificación productiva, oportuno manejo de suelo y agua, así como mayor organización de los productores para el manejo y la planeación de siembras y cosechas. Estas acciones favorecieron la seguridad alimentaria, así como la capacidad de gestión de los productores. Sin duda, el sistema MESMIS utilizado en esta evaluación es un instrumento de evaluación muy valioso para conocer los impactos generados por un proyecto, pero es necesario que el proyecto haya previamente definido con claridad sus indicadores, sus metas y su línea base.

Gomes y Bianconi (2005: 121-156) evaluaron, mediante indicadores de sustentabilidad, los impactos económicos de las innovaciones sobre los agro ecosistemas en transición hacia la agro ecología en una región semiárida del Brasil. La mayoría de los indicadores se derivan de resultados cualitativos y se manejan resultados antagónicos entre dos sistemas de producción familiar diferentes. Ellos precisan que deberían desarrollarse indicadores dirigidos hacia la valoración social, la cuantificación y la remuneración de los servicios ambientales que prestan los agricultores familiares. Sus resultados muestran que una de las familias evaluadas alcanzó a construir, en condiciones biofísicas y socioeconómicas adversas, un sistema agrícola productivo, diversificado y auto manejado (un modelo de sustentabilidad viable) gracias a la acción combinada de diversos factores importantes, tales como acceso a la tierra, aunque con una superficie insuficiente; ingresos externos regulares que aseguran condiciones mínimas de inserción económica y productiva para iniciar el proyecto; promoción de la agricultura familiar organizada por los sindicatos de trabajadores rurales, y habilidad de la familia para visualizar un proyecto propio a largo plazo, entre otros. Según estos autores, deberían desarrollarse indicadores dirigidos hacia la valoración social, la cuantificación y la remuneración de los servicios ambientales que prestan los agricultores familiares.

Delgadillo y Delgado (2005) evaluaron la sustentabilidad de dos sistemas de manejo, uno tradicional y otro alternativo, ya que de manera hipotética suponen que la sustentabilidad del sistema de producción de la comunidad de Chullpakasa, en Bolivia, depende tanto de las prácticas asociadas a la conservación de suelos como de las estrategias locales no-materiales. Se aplicó el marco MESMIS, que se complementó con la Investigación Participativa Revalorizadora (IPR), un instrumento metodológico cuyo propósito es generar conocimientos y valorizar saberes locales desde la perspectiva de los actores sociales para comprender la realidad en un determinado contexto espacio temporal encaminado hacia la búsqueda de opciones para el desarrollo rural sustentable. La información se recopiló sobre la base de entrevistas, encuestas, recorridos de campo, elaboración de transectos, observación de los participantes, historias de vida, grupos de discusión, diálogo informal con los hombres y las mujeres, y participación en las reuniones y trabajos comunales.

En este caso, los evaluados fueron el sistema con conservación de suelos (SCCS) y el sistema sin conservación de suelos (SSCS). Los dos sistemas estudiados están conformados por los subsistemas agrícola, ganadero, forestal y sociocultural, en los cuales el manejo de los recursos naturales y el sistema de producción se realizan con tecnología tradicional. Las innovaciones que se implementan en el SCCS, en comparación con el SSCS, son las obras de conservación de suelos, la diversificación de la producción agrícola (cultivo de hortalizas) y las obras de reforestación. La comunidad de Chullpakasa, con la implementación del SCCS, ha logrado un avance muy significativo en la conservación de los recursos naturales, la formación y la concienciación de los actores locales, la vigorización de los conocimientos, el fortalecimiento de la autogestión local y el mejoramiento de la sustentabilidad de sistemas de producción local.

Según Delgadillo y Delgado (2005), el marco metodológico MESMIS resulta apropiado para evaluar la sustentabilidad de sistemas de producción basados en la lógica occidental, pero tiene limitaciones cuando se trata de evaluar sistemas basados en el diálogo intercultural y en los sistemas de conocimientos. El MESMIS se complementa muy bien con otras metodologías utilizadas en este estudio, entre ellas la IPR. La realización de estudios participativos permitió a los actores adquirir nuevos conocimientos, recrear sus experiencias en forma recíproca y mejorar, así, su autoformación.

4.2 Casos de evaluación de la sustentabilidad empleando el marco MESMIS en México

Pérez-Grovas (2000: 45-80) estableció un marco de evaluación de la sustentabilidad aplicado al subsistema café que considera dos sistemas de producción: el tradicional y el orgánico en los altos de Chiapas, basado el último en la metodología MESMIS. Se consideraron parámetros relacionados con productividad, estabilidad, resiliencia y confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión. Después de efectuar un análisis exhaustivo del resultado arrojado por cada indicador, se procedió a integrarlos en un diagrama de AMIBA, el cual permitió la comparación de los indicadores en un instrumento sintético de planeación. Este consideraba la aplicación de estrategias cuando los indicadores estaban por debajo del nivel deseado en términos de sustentabilidad. Dadas las características físicas del territorio, así como por la capacidad de brindar mayores beneficios al productor, la investigación permitió reconocer al sistema orgánico como el más adecuado.

La evaluación en el sistema de manejo de café en la región de Majomut esclarece cinco estrategias: 1) búsqueda de alternativas para la disponibilidad de insumos de producción en la medida en que el número de productores migren desde el sistema tradicional hacia la práctica del sistema orgánico; 2) trabajos de conservación del suelo en parajes con adecuada cobertura vegetal; 3) mayor énfasis a la autosuficiencia

alimentaria de los productores; 4) búsqueda de estrategias que garanticen la continuidad del proceso, y 5) validación de los resultados por instancias externas para corregir sus posibles fallas.

Negreros-Castillo *et al.* (2000: 83-131) aplicaron la metodología del MESMIS a la evaluación de la sustentabilidad de un Sistema de Manejo Forestal Comunitario en Quintana-Roo. Este buscó la caracterización de los beneficios monetarios, no-monetarios y ambientales. Dicha evaluación se aplicó de forma longitudinal y retrospectiva, a fin de identificar y analizar los cambios sociales y económicos acontecidos en los últimos años a través de la comparación de dos sistemas de manejo, que, en el caso del proyecto, correspondieron al sistema extractivo y al sistema de manejo forestal comunitario —esto es, respecto de su equidad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autogestión—. El Sistema de Manejo Forestal Comunitario arrojó mejores resultados en relación con el manejo extractivo, ya que, en lo referente a los seis aspectos o indicadores, el programa de manejo encamina beneficios económicos para los ejidatarios, en contraste con una menor degradación potencial de los recursos.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP 2000) inició en 1993 un proyecto de desarrollo sostenible de los sistemas agro-silvo-pastoriles (SASP) en el sur de Sinaloa, en el contexto de la metodología MESMIS. A partir de esta, se encauzó la comparación entre el sistema tradicional y el sistema innovador, que incluye el desarrollo y la aplicación de tecnologías orientadas a mejorar la producción. El sistema innovador definió una mejor producción y una menor degradación de los suelos mediante la modificación de los patrones de labranza, la inducción de sistemas de pradera y la introducción de sorgo con ensilado de doble propósito. El SASP innovador influyó no solo en una mejor visión sostenible ambientalmente, sino también en repercusiones económicas positivas concentradas en los años posteriores a las primeras producciones.

Como una estrategia futura de planeación que parte del presente, se consideró atender primero las demandas de información tecnológica que permitiesen a los productores involucrados conservar los recursos y aumentar su producción. A pesar de que el empleo del SASP tradicional requiere de una baja inversión, las consecuencias ambientales que derivan de su práctica superan el costo generado o invertido en la adquisición de medios (tecnológicos y humanos) sustentables de un SASP innovador, del cual se obtienen beneficios tanto para el productor como para el medio ambiente.

Guevara *et al.* (2000: 207-266), mediante la metodología MESMIS comparada con el sistema tradicional roza-tumba-quema (RTQ), realizaron la evaluación de la sustentabilidad de la producción de maíz bajo el empleo de abonos de mucuna en los estados de Yucatán, Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Una innovación importante incluida dentro del proyecto es la adquisición de un enfoque participante de campesinos y productores, los cuales recibían asesoría de un grupo técnico que adaptó las sugerencias de dichos campesinos. El nivel de evaluación de resultados

incluyó desde la parcela hasta la cuenca, considerando además la unidad familiar y la comunidad. Los métodos de medición por cada indicador consideraron efectos en la evolución y la calidad de las propiedades del suelo, producción de biomasa e incidencia de plagas y enfermedades.

A nivel parcela, el empleo de este método deriva en una disminución cuantitativa y cualitativa del producto, que, sin embargo, tiende a recuperarse en las cosechas posteriores. A nivel de unidad familiar, el sistema maíz-mucuna resulta confiable y técnicamente más productivo con relación al sistema RTQ. No obstante que a largo plazo parezca poco confiable, su uso se justifica porque la práctica de dichas técnicas motivarán al campesino a desarrollar algunas otras. A nivel de cuenca, finalmente, la aplicación del sistema maíz-mucuna favorece la disminución de áreas erosionadas, ello debido a la probable disminución de la migración hacia otros parajes generada por el método de RTQ.

Para el diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purépecha, Astier *et al.* (2000: 271-320) aplicaron el marco MESMIS: organizaron talleres para los ejidatarios en varias comunidades y, posteriormente, se identificaron los sistemas de producción que se denominaron *tradicional* y *comercial*. El propósito del sistema de manejo tradicional es el autoconsumo familiar, mientras que el del sistema de manejo comercial es el abastecimiento familiar de productos agrícolas, la conservación de las propiedades físico-químicas del suelo, la diversificación del forraje en temporada seca y la venta de excedentes para cubrir el resto de las necesidades familiares. La propuesta del sistema de manejo alternativo incide en los problemas más importantes, resuelve los cuellos de botella y rescata los puntos críticos positivos identificados en los sistemas comercial y tradicional.

Los resultados muestran que los agro ecosistemas estudiados tienen condiciones naturales biofísicas adversas, tales como suelos volcánicos, altas pendientes y siniestros climáticos. Los productores no son sujetos de crédito y cuentan con un escaso capital en infraestructura y en dinero; las instituciones y tecnologías tradicionales se han perdido gradualmente. Los sistemas agro-silvo-pastoriles, sin embargo, siguen siendo una unidad integral, funcional y rentable. El subsistema pecuario es articulador de los subsistemas agrícola y forestal, ya que el hato ganadero se mantiene sucesivamente en ambos a lo largo del año. Los autores sugieren que, debido a esta interdependencia entre los tres subsistemas, en el diseño de un sistema alternativo se debería prestar atención a aspectos como cubrir la demanda pecuaria temporal, arreglo y uso del terreno; satisfacer tanto las demandas de productos agrícolas para el autoconsumo o venta como la demanda de forraje para el ganado; investigar los efectos del impacto del subsistema pecuario en el subsistema forestal; minimizar el uso de insumos y servicios externos, así como el mantenimiento de la fertilidad y la conservación de suelos.

En la evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades Tzotziles, Alemán *et al.* (2005: 11-54) llevaron a cabo tanto técnicas colectivas para el diagnóstico del contexto productivo de la comunidad como

técnicas individualizadas para la toma de información sobre la problemática productiva y las expectativas de solución, y también técnicas colectivas para la evaluación de logros. Los sistemas tomados en cuenta fueron el tradicional de producción ovina Tzotzil y sus tendencias evidentes en el sistema tradicional y el sistema alternativo de producción.

La evaluación mediante indicadores de productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad y adaptabilidad arrojan resultados que definen las ventajas del sistema alternativo por sobre el tradicional, tales como el uso de pocos insumos, la baja producción de desechos, el reciclamiento de subproductos, la mejora de manejo del estiércol, el manejo de leñosas forrajeras, el control de enfermedades, la selección genética y el mejoramiento de la gestión social. Las limitaciones halladas son los bajos niveles de organización, la inequidad de géneros y los altos costos de producción, entre otras. En cuanto a la metodología empleada, según estos autores, el MESMIS es una herramienta muy densa para trabajarse conjuntamente con los productores, a la vez que tiende a privilegiar la utilización de indicadores cuantitativos.

Tres años después, Astier *et al.* (2005: 85-118), aplicando el marco MESMIS, realizaron una comparación de los sistemas de manejo agrícola en la región Purépecha, comparando el sistema tradicional con el sistema tradicional diversificado con el propósito de identificar las fortalezas y las debilidades de cada uno. Para ello aplicaron encuestas y establecieron indicadores como el rendimiento del grano de maíz, los costos de producción, la relación costo-beneficio y el grado de independencia de insumos externos, entre otros. Para la integración de resultados a partir de los indicadores, usaron una técnica mixta basada en una gráfica radial que combina una presentación gráfica con información numérica. Los resultados muestran que no todos los indicadores pueden incluirse en la gráfica de AMIBA, entre ellos, la evolución de los rendimientos del cultivo de maíz en cierto periodo, el grado de permanencia de los agricultores en el paquete tecnológico y la capacidad de adaptación a los cambios en el precio del maíz, ya que son un poco más complejos y se analizan de manera independiente.

Moya *et al.* (2005: 161-199) evaluaron la sustentabilidad de los sistemas de manejo practicados en Xohuayan, Yucatán, en particular de las actividades tradicionales como la milpa y la apicultura, que han permitido preservar parte de las selvas de la región. Varios estudios consideran que la milpa está en crisis debido, en gran medida, a los drásticos cambios en la región. La metodología empleada para este propósito fue una matriz de orden lógico modificado con el enfoque MESMIS. Una innovación metodológica propuesta por el equipo a cargo del proyecto yucateco es el uso de un método sistemático para realizar el trabajo de equipo: se trata del enfoque de plataformas (Rölling 1998), según el cual parte del éxito al abordar un tema depende de las adecuadas comunicación y negociación entre los actores sociales que poseen un legítimo interés en aquel.

Para este caso, alcanzar una comunicación adecuada requirió de un trabajo de reflexión intercultural que partió de generar “conceptos puente” entre culturas

que fueran asimilados por todos los miembros, así como hacer explícitos los significados de palabras técnicas y palabras mayas a lo largo de todos los talleres. Como conclusión de este proceso, definieron que el sistema agrícola de Xohuayan presenta interesantes elementos que lo hacen altamente sustentable desde el punto de vista ambiental; en el largo plazo, la capacidad de la agricultura está amenazada y, por consiguiente, también lo está la sustentabilidad de los sistemas de milpa.

Para ellos, el marco MESMIS permite pasar del análisis integral del sistema a la descomposición y el análisis de las partes; sin embargo, brinda pocas herramientas para analizar e interpretar fenómenos como el intercambio de indicadores provenientes de la misma área disciplinaria o de diferentes áreas. Esto podría empobrecer el análisis y la discusión de los resultados, que deben ser interdisciplinarios.

Como una alternativa real para una ganadería competitiva y sostenible en términos económicos, ecológicos y sociales para el altiplano central de México, Arriaga *et al.* (1999: 290-300) proponen un sistema de producción de leche en pastoreo intensivo de praderas cultivadas de clima templado. Ellos citan el caso de Nueva Zelanda, que basa su producción en el pastoreo de praderas cultivadas en las que, si bien los rendimientos de leche por área representan la mitad de los rendimientos promedio en los sistemas intensivos de capital y subsidios de Estados Unidos, Europa, o Israel, los costos de producción son los más bajos a nivel internacional y carecen de cualquier tipo de subsidio. Los autores, miembros del Programa de Investigación en Producción Animal Campesina del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), presentan resultados experimentales de proyectos realizados junto con las facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM, por un lado, y miembros del ejido de San Cristóbal, municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México, por el otro, con el fin de mejorar en conjunto sus sistemas campesinos de producción de leche.

Su objetivo fue evaluar el potencial y los limitantes de praderas cultivadas de clima templado y del pastoreo intensivo para elevar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción de leche. Ellos mencionan que los costos más altos en la producción se generaban en la alimentación del ganado; proponen el sistema de pastoreo a escala local, debido a que presenta ventajas como la baja inversión de instalaciones, maquinaria y equipo para la alimentación de animales, así como menores costos de operación. El punto de ahorro principal radica en la alimentación, ya que en pastoreo los animales cosechan su propio alimento y las deyecciones regresan directamente a las praderas, lo cual evita costos de corte, conservación y acarreo de los forrajes, así como los de limpieza constante de las instalaciones y de manejo de grandes cantidades de estiércol.

A partir de su experiencia, estos autores concluyen que la inclusión de leguminosas —como el trébol blanco, por ejemplo— empleadas como forraje para los animales mejora la producción de leche, especialmente durante etapas tempranas de lactación de las vacas. Igualmente, las praderas asociadas tienen un efecto positivo

en el sentido ecológico, puesto que permiten reducir la necesidad de fertilizantes nitrogenados. Esto da lugar a sistemas ecológicamente más sostenibles, pues la dosificación de suplementos concentrados a vacas en pastoreo de praderas cultivadas conlleva tan solo pequeñas respuestas por kilogramo en sus rendimientos lácticos, y, en términos generales, dichas respuestas no son económicamente viables. Su propuesta, asimismo, reduce los costos de producción y aumenta la viabilidad económica de estos sistemas.

González *et al.* (2000: 77-87), a partir de propuestas de Muller (1995), Gameda y Dumanski (1995), plantearon el desarrollo de indicadores de sustentabilidad como herramientas de evaluación para los agro ecosistemas del Valle de Toluca, y principalmente del MESMIS, ya que está adaptado a las condiciones de agro ecosistemas campesinos.

El primer ciclo de evaluación que realizaron comprendió las siguientes fases:

- 1) caracterización de sistemas de manejo con la identificación de los elementos que componen dichos sistemas, los insumos que reciben, los flujos internos y los productos que generan, tanto en términos biofísicos como socioeconómicos: propusieron la comparación de sistemas contrastantes, un sistema convencional o de referencia y un sistema alternativo en el que incorporaron innovaciones técnicas o sociales;
- 2) identificación de los puntos críticos de los sistemas, incluyendo aquellos aspectos que pueden limitar o fortalecer de manera determinante su capacidad para sostenerse en el tiempo;
- 3) definición de criterios e indicadores de sustentabilidad considerando un criterio de diagnóstico que describe aspectos de los atributos generales de sustentabilidad, mientras que un indicador representa una variable que describe un proceso específico al interior del sistema: se buscó que los indicadores fueran fáciles de obtener, de medir y de entender, tanto para el equipo de investigación como por los usuarios de investigación;
- 4) medición y monitoreo de indicadores de acuerdo con el tipo de indicador: fue posible utilizar diversas técnicas, tanto cuantitativas como cualitativas, para la recolección de información, su procesamiento y conversión a indicadores de sustentabilidad.

Durante la primera fase se caracterizaron dos ejidos de Almoloya de Juárez: el ejido Benito Juárez como sistema de referencia y el ejido de San Cristóbal como sistema alternativo. Se definieron algunos puntos críticos de los sistemas a partir de entrevistas semi-estructuradas con los productores participantes y con informantes clave. La fase de medición y monitoreo se llevó a cabo durante visitas quincenales a las unidades participantes.

A lo largo del proyecto fue evidente la dificultad para desarrollar y medir indicadores ambientales medidos de manera simple y poco costosa, indicadores económicos más allá de aspectos meramente financieros e indicadores sociales que

reflejaran el grado de organización, liderazgo y participación de los miembros de la comunidad. Se requirieron indicadores con un grado aceptable de objetividad, que mostraran adecuadamente los cambios en el interior de los sistemas. Según los autores, la mayoría de los trabajos de evaluación encontrados en literatura presenta debilidades en los aspectos sociales.

Respecto de la operativización de los indicadores a nivel de unidad de producción, fue patente el grado de complejidad y diversidad de la producción campesina, lo que en ocasiones dificulta la comparación entre unidades y requiere de un largo proceso de análisis. Por otra parte, el proceso de obtención de información fue lento y laborioso, ya que los productores generalmente no llevan registros detallados de las actividades; finalmente, la integración de valores cuantitativos propios de las ciencias biológicas con valores cualitativos de las ciencias sociales representó un reto metodológico para el análisis y la integración de la información obtenida.

Según Brunett (2004), la revisión crítica del MESMIS procede de la evaluación de la sustentabilidad. Dada su flexibilidad, su enfoque participativo y su estructura cíclica, ella puede adecuarse al estudio de cualquier sistema de producción. El objetivo del MESMIS es la determinación de la productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autodependencia de los agro ecosistemas. Esta evaluación se fundamentó en que la evaluación debe ser participativa y se deben conocer los puntos críticos de las dimensiones ecológica, económica y social. El MESMIS contiene un trasfondo operativo que incluye la definición del agro ecosistema, la selección de criterios, la medición de indicadores, la selección de puntos críticos, la integración de resultados y el planteamiento de conclusiones.

El autor consideró la aplicación del MESMIS para la evaluación de la producción de leche y de grano de maíz a partir del empleo de un agro ecosistema convencional y un agro ecosistema modificado. La evaluación incluyó la determinación del rendimiento de maíz, producción de leche, gastos por insumos, utilización de maquinaria y personal. Como resultado, el sistema modificado presentó un mejor rendimiento en la producción de leche, menores costos en la producción de maíz y, en general, menores gastos en combustible e insumos. Durante la evaluación, el agro ecosistema modificado recibió nueve veces más apoyo que el agro ecosistema convencional, dada la significancia en el aumento de la producción de los productos señalados.

Villa (2004), para el primer ciclo de evaluación de sustentabilidad del agro ecosistema de Tenango del Valle, Estado de México, reporta que los conceptos propuestos por el MESMIS se estudiaron, aplicaron y adaptaron a las condiciones de la comunidad de estudio, y que se obtuvieron resultados de un primer ciclo de evaluación del agro ecosistema. Él encontró que, para llevar a cabo la evaluación después de haber realizado el diagnóstico contextual del objeto de estudio, es necesario definir los métodos empleados para la evaluación de agro ecosistemas, incluyendo el análisis de las relaciones causa-efecto del sistema que se llevó a cabo, a través de la verificación por medio de matrices de la capacidad del sistema para generar sus propios recursos. Para ello es necesario realizar un análisis de costo-beneficio y

utilizar modelos matemáticos, cuya ventaja radica en que permiten alcanzar, en poco tiempo, diversos escenarios de los sistemas de estudio. Además, es necesario elaborar índices de productividad para evaluar la sustentabilidad de agro ecosistemas complejos —esto es, hacer mediciones de variables cuantitativas tanto biofísicas como económicas del agro ecosistema de estudio—. Los indicadores de sustentabilidad deben ser de índole económico, social y ambiental, y debe tratarse que muestren un panorama integral de los efectos positivos y negativos ocasionados por los procesos dinámicos de los agro ecosistemas.

Una vez terminado el seguimiento y el análisis de los indicadores, así como la integración e interpretación de los mismos en la gráfica de AMIBA, Villa definió algunas limitaciones de operación del MESMIS y propuso algunas mejoras. Afirmó que el método MESMIS puede ser ampliamente flexible en cuanto a la selección del campo de estudio, pero que representa una desventaja en la definición de dos sistemas de estudio que tuvieran que ser forzosamente iguales desde un punto de vista contextual, aunque diferentes en cuanto a manejo y administración de los recursos.

5. CONCLUSIONES

Es necesario partir de un conjunto de principios básicos sobre el comportamiento de los sistemas incorporando aspectos ambientales, sociales y económicos. Asimismo, es imperativo adoptar una perspectiva interdisciplinaria e impulsar una mayor participación por parte de los diferentes sectores involucrados en el manejo de los recursos naturales. Es necesario también integrar diferentes perspectivas, utilizando marcos multicriterio y multitemporales de evaluación que coloquen sobre la balanza las necesidades de corto plazo contra los beneficios y perspectivas de largo alcance. Para que el debate sobre sustentabilidad aporte elementos sustantivos y se pueda avanzar hacia un verdadero cambio de los modelos de desarrollo existentes, es preciso diseñar marcos conceptuales y herramientas prácticas que permitan transformar los elementos teóricos generales en acciones concretas (Maserá y López-Ridaura 2000).

El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS (Astier y Hollands 2005) se inscribe dentro de esta discusión y busca apoyar un proceso de desarrollo sustentable participativo, plural e incluyente, que fomente el diálogo entre culturas y una relación armónica entre la sociedad y su ambiente. A casi diez años de su creación, el proyecto agrupa un sólido grupo multi-institucional con cuatro áreas de acción fuertemente integradas: el desarrollo de un marco de evaluación de sustentabilidad, la realización y sistematización de estudios de caso, la formación de recursos humanos, y la publicación y divulgación de materiales afines al tema. Gracias al aporte de numerosos individuos y organizaciones académicas gubernamentales, no gubernamentales y campesinas, el proyecto MESMIS cuenta hoy con una amplia presencia a nivel iberoamericano.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, S.T., T.J. NAHED y M.J. LÓPEZ

2005 *Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades tzotziles*. México: GIRA.

ALTIERI, M.A.

2002 "Agroecology: the Science of Natural Resource Management for Poor Farmers in Marginal Environments". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, N° 93, pp. 1-24.

ARRIAGA, C., A. ESPINOZA, B. ALBARRÁN y O. CASTELÁN

1999 "Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el Altiplano Central". *Ciencia Ergo Sum*, vol. 6, N° 3, pp. 290-300.

ASTIER, M. y P. HOLLANDS

2005 *Sustentabilidad y campesinado*. México: GIRA.

ASTIER, M., E. PÉREZ-AGIS, F. MOTA, O. MASERA y F.C. ALATORRE

2000 *El diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Puhérpecha*. México: GIRA.

ASTIER, M., E. PÉREZ-AGIS, T. ORTIZ y F. MOTA

2005 *Sustentabilidad de sistemas campesinos de maíz después de cuatro años: el segundo ciclo de evaluación Mesmis*. México: GIRA.

BELL, S. y S. MORSE

1999 *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable*. London: Earthscan.

BOND, R., J. CURRAN, C. KIRKPATRICK y N. LEE

2001 "Integrated Impact Assessment for Sustainable Development. A Case Study Approach". *World Development*, vol. 29, N° 6, pp. 1011-1024.

CLAYTON, M. H. y N. RADCLIFFE

1996 *Sustainability: a Systems Approach*. Boulder: Westview Press.

DUMANSKI, J., E. FERRY, D. BYERLEE y C. PIERI

1998 *Performance indicators for sustainable agriculture*. Washington: The World Bank.

EDWARDS, C. A., T.L. GROVE, R. HARWOOD y C.J. PIERCE

1993 "The Role of Agroecology and Integrated Farming Systems in Agricultural Sustainability". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, N° 46, pp. 99-121.

FARLEY, J. y R. COSTANZA

2002 "Envisioning Shared Goals for Humanity: a Detailed, Shared Vision of Sustainable and Desirable USA in 2100". *Ecological Economics*, N° 43, pp. 245-259.

GOMERO, O. y A. H. VELÁSQUEZ

2005 *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de algodón orgánico en la zona del trópico húmedo del Perú, San Martín, Tarapoto*. México: GIRA.

- GOMES, A.S., y F.G. BIANCONI
2005 *Sustentabilidad económica de un sistema familiar en una región semiárida de Brasil*. México: GIRA.
- GONZÁLEZ, C. E., L. BRUNETT, A. HERNÁNDEZ, H. RÍOS y C. VILLA
2000 “Desarrollo de indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas del Valle de Toluca”. *Red Gestión de Recursos Naturales*, N° 13, pp. 77-87.
- GUEVARA, F., T. CARRANZA, R. PUENTES y C. GONZÁLEZ
2000 *La sustentabilidad de sistemas maíz-mucuna en el sureste de México (primer ciclo de evaluación)*. México: GIRA.
- HARRINGTON, L.W.
1992 “Measuring Sustainability: Issues and Alternatives”. *Journal for Farming Systems Research*, extension 3 (1), pp. 1-20.
- MASERA, O., M. ASTIER y S. LÓPEZ-RIDAURA
1999 *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación Mesmis*. México: Mundi-Prensa.
2000 *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. México: GIRA, Instituto de Ecología.
- MASERA, O. y S. LÓPEZ-RIDAURA
2000a “El Proyecto Mesmis, un esfuerzo interdisciplinario y multi-institucional para la evaluación de la sustentabilidad”. *Gestión de Recursos Naturales*, segunda época, N° 21, pp. 88 - 99.
2000b *Sustentabilidad y sistemas campesinos*. México: GIRA.
- MOYA, G., A. CAAMAL, K.B. KU, X.E. CHAN, I. ARMENDÁRIZ, J. FLORES, J. MOGUER, P.M. NOH, M. ROSALES, y D.J. XOOL
2005 *La sustentabilidad que viene de lejos: una evaluación multidisciplinaria e intercultural de la agricultura campesina de los mayas en Xohuayán, Yucatán*. México: GIRA.
- NEGREROS-CASTILLO, P., N.J.C. GONZÁLEZ y P. L. MERINO
2000 *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo forestal de la organización de ejidos productores forestales de la zona maya de Quintana Roo*. México: GIRA.
- NORGAARD, R.B.
1990 “A Coevolutionary Interpretation of the Unsustainability of Modernity”. Manuscript for Publication in OIKOS.
- PEARSE, A.
1980 *Seeds of Plenty Seeds of Want: Social and Economic Implications of the Green Revolution*: 56. Nueva York: Oxford University Press.
- PÉREZ-GROVAS, G.V.
2000 *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo de café en la unión de ejidos Majomut, región de los altos de Chiapas*. México: GIRA.

RIGBY, D. y D. CÁCERES

2001 "Organic Farming and the Sustainability of Agricultural Systems". *Agricultural Systems*, N° 68, pp. 21-40.

RONCHI, E., A. FEDERICO y F. MUSMECI

2002 "A Systems Oriented Integrated Indicator for Sustainable Development in Italy". *Ecological Indicators*, N° 37, pp. 1-14.

SPANGENBERG, J. H.

2002 "Environmental Space and the Prism of Sustainability: Frameworks for Indicators Measuring Sustainable Development". *Ecological Indicators*, N° 2, pp. 295-309.

SPANGENBERG, J. H., S. PFAHL y K. DELLER

2002 "Towards Indicators for Institutional Sustainability: Lessons from an Analysis of Agenda 21". *Ecological Indicators*, N° 42, pp. 1-17.