

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS

Gutiérrez CJG, González ECE, Aguilera GLI

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo. Facultad de Geografía, Centro Universitario Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: gaston_g2001@yahoo.com.mx. Tel: (01716) 2665209, 2665138, 2665171

Carlos E. González Esquivel. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: cge1@uaemex.mx. Tel: (01722) 2965552.

Luis Isaac Aguilera Gómez. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: luishalc@lycos.com. Tel:(01722) 2965554, 2965556

1.- RESUMEN

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

Todos los casos son intentos de hacer operativo el concepto de sustentabilidad en la búsqueda del desarrollo sustentable, específicamente basados en la experiencia de evaluación de sistemas agropecuarios en las condiciones de los países latinoamericanos.

En la segunda parte de este trabajo, como estudio de caso se evaluó la sustentabilidad del Rancho Universitario de la Unidad Académica Profesional Temascaltepec de la U.A.E.M.; la evaluación de sustentabilidad a nivel de finca experimental inició seleccionando las áreas de evaluación, los atributos generales y los criterios de diagnóstico investigados en forma diagnóstica y experimental, así como los indicadores de sustentabilidad (ISs) que fueron monitoreados. Los (ISs) seleccionados en el área técnico ambiental fueron ocho, en el área económica fueron ocho y en el área social fueron tres ISs.

Experimentalmente estos indicadores para los subsistemas forestal y pecuario fueron evaluados de forma longitudinal, comparando su estado inicial en el año 2001, con su estado final en el año 2004; para el subsistema agrícola la evaluación se realizó de forma transversal; durante los ciclos agrícolas de temporal 2002, 2003 y 2004. La determinación de los valores para cada indicador, se realizó durante el periodo 2003 - 2004 con el cálculo de índices por indicador e integración de los ISs, para su interpretación final.

Los resultados muestran que en el estado final mejoraron seis indicadores ambientales y dos se mantuvieron constantes; sin embargo, de los indicadores económicos dos muestran valores superiores en el estado inicial; tres mejoran en el estado final; tres permanecen constantes; dos indicadores sociales son marcadamente superiores en el estado final, pero uno lo es en el estado inicial.

Palabras clave: *Evaluación de sustentabilidad, Áreas de evaluación, Atributos generales, Criterios de diagnóstico, Indicadores de sustentabilidad e Integración de indicadores.*

2.- 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.

Las premisas básicas de MESMIS son: el concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales; da validación específica para sistema, lugar, contexto y escala de tiempo y espacio; es participativo y contempla su aplicación por un equipo interdisciplinario; la evaluación es comparativa y relativa, tanto longitudinal como transversal en el tiempo; es un proceso cíclico que fortalece tanto al sistema como 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 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) es utilizado un diagrama tipo Amiba, para mostrar, en términos cualitativos, que tanto ha sido alcanzado el objetivo para cada indicador, dando 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.

2.1 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; los sistemas evaluados son el sistema tradicional contra un sistema diversificado llegando a resultados del estudio por atributos como son la productividad, estabilidad, equidad y auto dependencia, 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 planeación de siembras y cosechas; estas acciones se dirigieron a favorecer la seguridad alimentaria así como la capacidad de gestión de los productores. Sin duda, el sistema MESMIS usado en esta evaluación es un instrumento de evaluación muy valioso para conocer los impactos generados por un proyecto, pero es necesario que el proyecto previamente haya definido con claridad sus indicadores, metas y línea base.

Gomes y Bianconi (2005:121-156) evaluaron los impactos económicos de las innovaciones sobre los agroecosistemas en transición hacia la agroecología en una región semiárida de Brasil, mediante indicadores de sustentabilidad; la mayoría de los indicadores se derivan de resultados cualitativos, manejándose resultados antagónicos entre dos sistemas de producción familiar diferentes; ellos precisan que deberían desarrollarse indicadores dirigidos hacia la valoración social, cuantificación y remuneración de los servicios ambientales que prestan los agricultores familiares; sus resultados muestran que una de las familias evaluadas por ellos 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: 1) acceso a la tierra, aunque con una superficie insuficiente; 2) ingresos externos regulares que aseguran condiciones mínimas de inserción económica y productiva para iniciar el proyecto; 3) promoción de la agricultura familiar organizada por los sindicatos de trabajadores rurales; 4) habilidad de la familia para visualizar un proyecto propio a largo plazo, entre otros. Según estos autores, deberían desarrollarse indicadores dirigidos a la valoración social, cuantificación y remuneración de los servicios ambientales que prestan los agricultores familiares.

Delgadillo y Delgado (2005) evaluaron la sustentabilidad de los sistemas de manejo, un sistema tradicional y un sistema 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), el cual se complementa con la herramienta metodológica Investigación Participativa Revalorizadora (IPR), que es 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 a la búsqueda de opciones para el desarrollo rural sustentable. La información se recopiló con base en 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 sistemas a evaluar fueron el sistema con conservación de suelos (SCCS) y el sistema sin conservación de suelos (SSCS), los dos sistemas estudiados están formados por los subsistemas agrícola, ganadero, forestal y sociocultural, donde 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 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 sistemas de conocimientos; el MESMIS se complementa muy bien con otras metodologías utilizadas en este estudio, entre ellas incluida la IPR; la realización de estudios participativos permitió a los actores aprender nuevos conocimientos, recrear sus experiencias en forma recíproca y mejorar así su autoformación.

2.2 Casos de evaluación de la sustentabilidad con 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 sistema tradicional y el sistema orgánico en los altos de Chiapas, basados en la metodología MESMIS. Se consideraron parámetros relacionados a la 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, que consideraba la aplicación de estrategias cuando los indicadores estaban por debajo del nivel deseado en términos de sustentabilidad. La investigación permitió reconocer al sistema orgánico como el más adecuado dadas las características físicas del territorio, así como por la capacidad de brindar mayores beneficios al productor.

La evaluación en el sistema de manejo de café en la región de Majomut esclarece 5 estrategias: búsqueda de alternativas para la disponibilidad de insumos de producción en la medida que el número de productores migren del sistema tradicional a la práctica del sistema orgánico; son necesarios los trabajos de conservación del suelo en parajes con adecuada cobertura vegetal; es necesario un mayor énfasis a la autosuficiencia alimentaria de los productores; se deben buscar estrategias que garanticen la continuidad del proceso y resulta indispensable la 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, el cual buscó la caracterización de los beneficios monetarios, no monetarios y ambientales. Por medio de la comparación de dos sistemas de manejo que en el caso del proyecto correspondió al sistema extractivo y al sistema de manejo forestal comunitario; respecto a su equidad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autogestión, 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. El Sistema de Manejo Forestal Comunitario arrojó mejores resultados respecto al 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 (Perales-Rivas, 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 la cual se encauzó la comparación entre el sistema tradicional y el sistema innovador que incluye el desarrollo y 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, inducción de sistemas de pradera e introducción de sorgo con ensilado de doble propósito. El SASP Innovador influyó no solo en una mejor visión sostenible ambientalmente, sino en repercusiones económicas positivas concentradas en los años posteriores a las primeras producciones.

Se consideró como una estrategia futura de planeación que parte del presente, atender primero las demandas de información tecnológica que permitiese a los productores involucrados conservar los recursos y aumentar la producción. No obstante de que el empleo del SASP Tradicional requiere de una baja inversión, las consecuencias ambientales que deriva 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 al productor como al medio ambiente.

Guevara *et al.* (2000:207-266) realizaron la evaluación de la sustentabilidad de la producción de maíz bajo el empleo de abonos de mucuna, mediante la metodología

MESMIS comparada con el sistema tradicional roza-tumba-quema (RTQ), 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, a comunidad; los métodos de medición por cada indicador consideraron efectos en la evolución y 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 menor calidad y cantidad del producto, la cual tiende a recuperarse en las cosechas posteriores; a nivel de unidad familiar por su parte, el sistema maíz-mucuna resulta confiable y técnicamente más productivo respecto del sistema RTQ; sin embargo, a largo plazo parece poco confiable, se justifica su uso porque la práctica de estas técnicas motivarán al campesino a desarrollar algunas otras; a nivel de cuenca la aplicación del sistema maíz-mucuna favorece la disminución de áreas erosionadas por la probable disminución de la migración a otros parajes debido al método de RTQ.

Para el diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purépecha, Astier *et al.* (2000:271-320) usaron 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 y el propósito del sistema de manejo comercial es el abasto familiar de productos agrícolas, la conservación de las propiedades físico-químicas del suelo, diversificación del forraje en temporada seca y la venta de excedentes para cubrir el resto de las necesidades familiares. La propuesta de sistema de manejo alternativo incide en los problemas más importantes y resuelve los cuellos de botella, y por el otro, rescata los puntos críticos positivos identificados en los sistemas comercial y tradicional.

Los resultados muestran que los agroecosistemas estudiados tienen condiciones naturales biofísicas adversas, como son: 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 en ambos sucesivamente a lo largo del año; ellos 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; y el mantenimiento de la fertilidad y 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 son el sistema 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 que tiene el sistema alternativo sobre el tradicional como son el uso de pocos insumos, baja producción de desechos, reciclamiento de subproductos, mejora de manejo del estiércol, manejo de leñosas forrajeras, control de enfermedades, selección genética y mejoramiento de la gestión social. Las limitaciones encontradas son los bajos niveles de organización, inequidad de géneros y altos costos de producción entre otros. En cuanto a la metodología utilizada, 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.

Astier *et al.* (2005:85-118) realizaron una comparación de los sistemas de manejo agrícola en la Región Purépecha aplicando el marco MESMIS tres años después, comparando el sistema tradicional con el sistema tradicional diversificado, con el propósito de identificar las fortalezas y debilidades de cada uno, para lo que se aplicaron encuestas. Establecieron indicadores como son rendimiento del grano de maíz, costos de producción, relación costo-beneficio y 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, como son: la evolución de los rendimientos del cultivo de maíz en cierto periodo, el grado de permanencia de los agricultores en el paquete tecnológico y 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 es 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 la adecuada comunicación y negociación entre los actores sociales que tienen un legítimo interés en el mismo.

Para este caso lograr una comunicación adecuada requirió de un trabajo de reflexión intercultural que partió de generar “conceptos puente” entre culturas, los 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, 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 da pocas herramientas para analizar e interpretar fenómenos, como el intercambio de indicadores provenientes de la misma área disciplinaria o de diferentes áreas, lo que podría empobrecer el análisis y la discusión de los resultados, los que deben ser interdisciplinarios.

Arriaga *et al.* (1999:290-300) proponen un sistema de producción de leche en pastoreo intensivo de praderas cultivadas de clima templado, como una alternativa real para una ganadería competitiva y sostenible en términos económicos,

ecológicos y sociales para el altiplano central de México; ellos citan el caso de Nueva Zelanda, que basa su producción en el pastoreo de praderas cultivadas donde, si bien los rendimientos de leche por área son 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 de 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 con las facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM y miembros del ejido de San Cristóbal, municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México, con el fin de mejorar en conjunto sus sistemas campesinos de producción de leche.

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

A partir de la experiencia obtenida, estos autores concluyen que la inclusión de leguminosas, como el trébol blanco usado como forraje para los animales resulta en un mayor rendimiento de leche, en particular en vacas en etapas tempranas de lactación; igualmente las praderas asociadas tienen un efecto positivo en el sentido ecológico, puesto que permite reducir la necesidad de fertilizantes nitrogenados lo que dá lugar a sistemas ecológicamente más sostenibles; la suplementación de concentrados a vacas en pastoreo de praderas cultivadas, representa pequeñas respuestas en los rendimientos de leche por kilogramo, que en términos generales no son viables económicamente; su propuesta reduce los costos de producción y aumenta la viabilidad económica de estos sistemas.

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

El primer ciclo de evaluación que realizaron, comprendió las siguientes fases: 1) caracterización de los sistemas de manejo con la identificación de los elementos que componen a 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 la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo; 3) definición de criterios e indicadores de sustentabilidad; considerando un criterio de diagnóstico al 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, fué posible utilizar diversas técnicas tanto cuantitativas como cualitativas para la recolección de información, su procesamiento y conversión a indicadores de sustentabilidad.

En la primera fase se caracterizó a dos ejidos de Almoloya de Juárez, al ejido Benito Juárez como sistema de referencia y al ejido de San Cristóbal como sistema alternativo, a partir de entrevistas semi-estructuradas con los productores participantes y con informantes clave se definieron algunos puntos críticos de los sistemas; la fase de medición y monitoreo se llevó a cabo con visitas quincenales a las unidades participantes.

A lo largo del proyecto fué 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 participatividad de los miembros de la comunidad; requirieron indicadores con un grado aceptable de objetividad, que mostraran adecuadamente los cambios al interior de los sistemas; según ellos la mayoría de los

trabajos de evaluación encontrados en literatura presentan debilidades en los aspectos sociales.

Con respecto a la operativización de los indicadores a nivel de unidad de producción, fué 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 fué lento y laborioso, ya que los productores generalmente no llevan registros detallados de las actividades, y finalmente la integración de valores cuantitativos propios de las ciencias biológicas con valores cualitativos de las ciencias sociales representaron un reto metodológico para el análisis e integración de la información obtenida.

Según Brunett (2005), el MESMIS, cuya revisión crítica procede de la evaluación de la sustentabilidad en el cual puede adecuarse al estudio de cualquier sistema de producción dada su flexibilidad, enfoque participativo y estructura cíclica. El objetivo del MESMIS, es la determinación de la productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autodependencia de los agroecosistemas; esta evaluación se fundamentó en las siguientes premisas: 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 agroecosistema, selección de criterios, medición de indicadores, selección de puntos críticos, integración de resultados y planteamiento de conclusiones.

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

Villa (2004) por su parte, para el primer ciclo de evaluación de sustentabilidad del agroecosistema de Tenango del Valle, Estado de México, reporta que se estudiaron, aplicaron y adaptaron a las condiciones de la comunidad de estudio, los conceptos

propuestos por el Marco MESMIS, obteniendo los resultados de un primer ciclo de evaluación del agroecosistema.

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 usados para la evaluación de agroecosistemas, incluyendo: el análisis de las relaciones causa-efecto del sistema que se llevó a cabo verificando por medio de matrices si el sistema de estudio tiene la capacidad de generar sus propios recursos haciendo un análisis de costo-beneficio; uso de modelos matemáticos: cuya ventaja es que permiten tener en poco tiempo diversos escenarios de los sistemas de estudio; índices de productividad, es un método usado para evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas complejos, que consiste en hacer mediciones de variables cuantitativas tanto biofísicas como económicas del agroecosistema de estudio; indicadores de sustentabilidad: deben ser de índole económica, social y ambiental, tratando de que muestren un panorama integral de los efectos positivos y negativos ocasionados por los procesos dinámicos de los agroecosistemas.

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

González *et al.* (2006) afirman que en estudios anteriores no se ha examinado de manera concreta la dimensión social, ya que los investigadores han dado prioridad a los aspectos técnicos, económicos y ambientales.

La construcción de indicadores sociales es compleja, ya que existen aspectos que no se pueden medir cuantitativamente; por lo que es necesario evaluar de manera cualitativa, usando escalas categóricas que involucran un grado inherente de subjetividad.

En términos metodológicos es relevante mencionar, como afirma Smith (2002), que existe un sesgo en la selección de indicadores. La necesidad de adoptar enfoques participativos para el desarrollo de indicadores esta ligada al hecho de que el

concepto de sustentabilidad está determinado por valores sociales y necesidades humanas. Es esencial definir si se quiere elaborar indicadores para asegurar un mínimo nivel de viabilidad humana, o indicadores que soporten el desarrollo de un ambiente natural diverso y permitan que la sociedad amplíe su potencial.

Se concluye que al usar indicadores por medio de la metodología MESMIS es factible evaluar la dimensión social de sustentabilidad, y que las relaciones sociales influyen en diferentes aspectos que afectan las condiciones y dinámica de los sistemas campesinos. Para valuar la dimensión social fue necesario concluir indicadores que se pudieran medir mediante una escala cualitativa y categórica (alto, medio y bajo), y que, a su vez describieran las características y las relaciones de los puntos críticos que se identificaron en determinadas circunstancias y momentos de la vida de las comunidades, para mejorar los niveles de sustentabilidad de los sistemas de producción campesinos.

3.- El caso de evaluación de la sustentabilidad (2001-2004) basado en la intervención agroecológica de un rancho universitario al suroeste del Estado de México

3.1 Materiales y método

Se utilizó el “Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad” (Marco MESMIS), (Maser *et. al* 2000) en el ámbito de un rancho experimental de la Universidad Autónoma del Estado de México, asignado a la Unidad Académica Profesional Temascaltepec de esta Universidad; durante el periodo de Septiembre de 2001 a septiembre del 2004. Es un estudio sobre evaluación de sustentabilidad, comparando un estado inicial o de referencia (EIR) con un estado final o alternativo (EFA) de un sistema de manejo de recursos naturales desarticulado en EIR y más integrado en EFA; considerando diversas áreas de evaluación (multidisciplinario), diferentes escalas espaciales (multiescala); diferentes fases o niveles (multiniveles) y diferentes criterios (multicriterios), para la evaluación final; el método incluyó la determinación de escalas, etapas, áreas, variables y jerarquías de evaluación; el monitoreo, construcción, indización e integración de ISs.

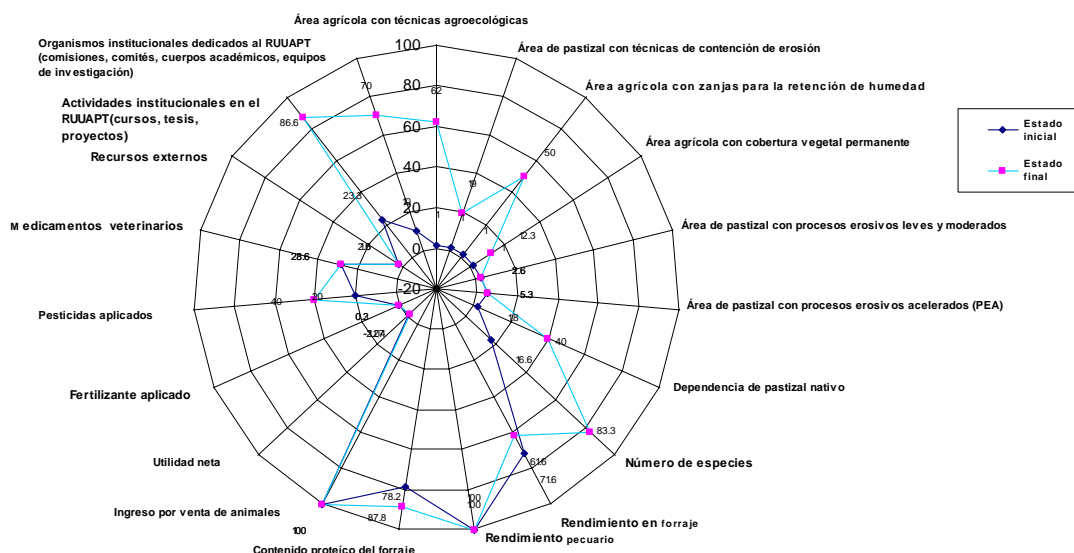
3.2 Resultados y discusión

Los valores del Estado Inicial (E.I) y del Estado Final (E.F), así como los valores óptimos para cada indicador evaluado, se muestran en la Tabla 1, la cuál también muestra estos valores indizados.

Tabla 1. Evaluación de la sustentabilidad del RUUAPT para diecinueve indicadores del Estado Inicial y del Estado Final y sus índices por indicador						
Indicador de Sustentabilidad	Valores del estado inicial y final			Índices por indicador		
	Estado Inicial	Estado Final	Valor Óptimo	Estado Inicial (%)	Estado Final (%)	Valor Óptimo
Área agrícola con técnicas agroecológicas	1	62	100	1	62	100
Área de pastizal con técnicas de contención de erosión	1	19	100	1	19	100
Área agrícola con zanjas para la retención de humedad	1	50	100	1	50	100
Área agrícola con cobertura vegetal permanente	1	12.3	100	1	12.3	100
Área de pastizal con procesos erosivos leves y moderados	38.8	38.8	1	2.6	2.6	100
Área de pastizal con procesos erosivos acelerados (PEA)	19	19	1	5.3	5.3	100
Dependencia de pastizal nativo	55.5	2.5	1	1.8	40	100
Número de especies manejadas	5	25	30	16.6	83.3	100
Rendimiento en forraje	4.3	3.7	6	71.6	61.6	100
Rendimiento pecuario	135	135	135	100	100	100
Contenido proteico del forraje	156.3	175.6	200	78.2	87.8	100
Ingreso por venta de animales	57371.9	57371.9	57371.9	100	100	100
Utilidad neta (x10 ²)	-127 2.58	-203 9.92	100 000	-1.27	-2.04	100
Fertilizante aplicado	450	337.5	1	0.2	0.3	100
Pesticidas aplicados	5	2.5	1	20	40	100
Medicamentos veterinarios	3.5	3.5	1	28.6	28.6	100
Recursos externos	40.6	61.0	1	2.5	1.6	100
Actividades institucionales en el RUUAPT (cursos, tesis, proyectos)	7	26	30	23.3	86.6	100
Organismos institucionales dedicados al RUUAPT (comisiones, comités, cuerpos académicos, equipos de investigación)	1	7	10	10	70	100
Índice Total del sistema				0.18	0.34	

En la gráfica 1 radial, se integran los valores del Estado Inicial (E. I) y del Estado Final (E. F) de los diecinueve indicadores.

Gráfica 1. Mapa de evaluación de sustentabilidad del estado inicial y del estado final del RUUAPT



Es posible observar que en el estado final mejoraron seis indicadores ambientales y dos se mantuvieron constantes; sin embargo, los indicadores económicos de rendimiento en forraje y utilidad neta muestran valores superiores en el estado inicial; la calidad de la producción mejora en el estado final; el rendimiento pecuario, los insumos y los ingresos por venta de animales permanecen constantes; los indicadores sociales son marcadamente superiores en el estado final.

1. Indicadores ambientales: Los valores mejoraron después de la aplicación durante tres años de la propuesta de MSRN, consistente en diversas técnicas agroecológicas, de restauración y mejoramiento de suelo, agua y vegetación.

2. Indicadores sociales: Asimismo muestran valores superiores debido a que durante la operación de la propuesta (2002-2004) las actividades de docencia, investigación y extensión se dinamizaron en el RUUAPT; si bien aumentó la dependencia de recursos externos.

3. Indicadores económicos: El rendimiento en forraje y la utilidad neta se comportaron inferiores en el estado final, dado que la instalación de la propuesta de MSRN, implicó mayores gastos y recursos externos durante este periodo de

transición, en preparación a mejorarlos notablemente en el mediano plazo; la calidad de la producción y de los insumos mejoraron en el estado final debido a la inclusión de leguminosas en los cultivos asociados y en las islas multipropósito, y al uso de abonos orgánicos; ya que el forraje de leguminosas tiene un valor superior en el mercado; en el aspecto pecuario sus rendimientos, ingresos e insumos no mostraron cambios en el periodo estudiado, se esperan cambios sensibles a plazos mayores (gráfica 1).

Al ser indizados los ISs y el sistema total; el valor de sustentabilidad para el estado final es superior al estado inicial (tabla 1).

Los atributos utilizados para la ES, surgen de la propia definición de sustentabilidad e incluyen: viabilidad económica, protección ecológica, seguridad social y aceptabilidad cultural (Dumansky *et al.*, 1998); Mitchel *et al.*, (1995) introduce aspectos disciplinarios en el conjunto de atributos: futuralidad definida como equidad intergeneracional, equidad social o intrageneracional e integridad ecológica como protección al ambiente; López-Ridaura (2005) propone a la productividad y reproducibilidad como atributos referentes al funcionamiento del sistema en sí mismo; mientras que la adaptabilidad, resiliencia y confiabilidad, son relacionados a la conducta del sistema cuando enfrenta cambios en su funcionamiento interno y en su ambiente.

En este trabajo de ES son aplicados ocho atributos generales; los cinco propuestos por López-Ridaura (2005); adicionalmente a equidad, autodependencia y autogestión (tabla 1).

1. Productividad: Entendida como la proeficiencia para producir una combinación específica de bienes o servicios que incluye su eficacia y eficiencia; sus criterios de diagnóstico fueron rentabilidad y eficiencia; el rendimiento en forraje disminuyó ligeramente ya que de las asociaciones establecidas en la propuesta MSRN, la avena con ebo se adaptó muy bien, pero el rye-grass con trébol no lo hizo y tuvo bajo rendimiento; sin embargo el contenido proteico del forraje mejoró; la producción de crías de ovinos y caprinos no mostró diferencia en el periodo estudiado al igual que el ingreso por su venta; la utilidad neta del sistema disminuyó sensiblemente debido a que la instalación de la propuesta de MSRN implicó costos adicionales que redundaron en el mejoramiento de los ISs ambientales y su tasa de retorno

económico se espera a plazo mediano. En general la productividad del sistema decreció en el periodo, aunque su calidad mejoró.

2. Estabilidad: Referida directamente a la conservación de los recursos base, incluyendo protección y reproducibilidad; sus criterios de diagnóstico fueron calidad, conservación y protección de los recursos naturales y vulnerabilidad biológica y económica; el área agrícola con técnicas agroecológicas, con retención de humedad y cobertura vegetal permanente aumentó sensiblemente; así como el área de pastizal con técnicas de contención de erosión, que aunado a la disminución de la dependencia del pastizal nativo, permiten asegurar que la protección y conservación de los recursos naturales agua, suelo y vegetación permitió incrementar la estabilidad del sistema. Y si bien los procesos erosivos acelerados (PEA) no disminuyeron, ya se encuentran detenidos y estabilizados, queda pendiente atender los procesos erosivos leves y moderados (PELM).

3. Confiabilidad: De un sistema es expresada por la capacidad del sistema para mantener el mismo estado estable de equilibrio (opuesta a vulnerabilidad) con un rango de confianza y libertad de acción; sus criterios de diagnóstico fueron calidad, conservación y protección de los recursos naturales y vulnerabilidad económica; la protección y conservación de la calidad de los recursos naturales permitirá mantener el estado estable de equilibrio dinámico del sistema; así brindará certeza y confiabilidad de su permanencia y de los servicios materiales y ambientales que brinda.

4. Resiliencia: Del sistema referida a la velocidad con que es capaz de recuperarse de perturbaciones y retornar a su estado de equilibrio estable, después de estados de crisis y tensión, entendida también como elasticidad; sus criterios de diagnóstico fueron calidad, conservación y protección de los recursos naturales y vulnerabilidad económica; la adecuada zonificación de actividades (cultivos anuales, perennes y pastoreo), así como el mantenimiento constante de la cobertura vegetal y de la humedad del suelo; y sobre todo la introducción de árboles multipropósito y la aplicación de técnicas mecánicas y vegetativas de recuperación y restauración del suelo, favorecen la resiliencia del sistema ante crisis y perturbaciones.

5. Adaptabilidad: Entendida como la capacidad del sistema para adaptar su funcionamiento a un nuevo conjunto de condiciones (opuesta a rigidez y fragilidad) implica flexibilidad, maleabilidad, coexistencia, asimilación de innovaciones y adaptabilidad de tecnologías; su criterio de diagnóstico fue diversidad biológica y

económica del sistema; el número de especies cultivadas aumentó notablemente e incluyó cultivos asociados, cultivos de cobertura, árboles multipropósito (cerros vivos, barreras, rompevientos, árboles forrajeros, de sombra, de ornato y frutales); así como especies destinadas a contener y restaurar suelos; su establecimiento implicó un gran esfuerzo y dio muestra de la adaptabilidad de un sistema que por ubicarse en una transición climática altitudinal-latitudinal, reúne especies y características de los climas templados subhúmedos y semicálidos semisecos de esa región.

6. Autogestión: Del grupo social involucrado expresada como su capacidad (disponibilidad y potenciación) para generar, discutir, acordar, tramitar y aplicar con base en su organización y participación, decisiones dirigidas a la resolución de conflictos para la sustentabilidad; sus criterios de diagnóstico fueron capacitación y participación; la autogestión de la Comunidad Agronómica Universitaria expresada en productos concretos como cursos, tesis de licenciatura y postgrado y proyectos de investigación en el RUUAPT, sin duda se vio reforzada durante el periodo y con ella su potenciación para la toma de decisiones encaminadas a la sustentabilidad del sistema.

7. Autodependencia: De los involucrados en el manejo y mantenimiento del sistema, referida a su capacidad de tomar decisiones encaminadas a disminuir la dependencia de insumos y recursos externos (autosuficiencia y autocontrol) y a aumentar el fortalecimiento interno (potenciación) del grupo social; sus criterios de diagnóstico fueron uso de insumos externos y autosuficiencia; la autodependencia de la Comunidad Universitaria, es un punto polémico, ya que si bien el uso de insumos externos (fertilizantes, pesticidas y medicamentos), en general disminuyó bajo el cultivo orgánico de forrajes y árboles multipropósito; el establecimiento de la propuesta de MSRN dio un balance de recursos externos muy aumentado; sólo en el mediano y largo plazo, este indicador se diluirá y contribuirá a mejorar el atributo.

8. Equidad: Dentro del grupo social, es considerada como un requisito básico para su sostenimiento y permanencia, entendida como una justa distribución de derechos, utilidades, empleo, calidad de vida, capacitación y responsabilidades entre los involucrados; su criterio de diagnóstico fue poder de toma de decisiones; la existencia de organismos institucionales (comisiones, comités, cuerpos académicos y equipos de investigación) dedicando su labor al RUUAPT, sin duda aumenta

actualmente el poder de toma de decisiones distribuido y la equidad en el diseño y manejo del RUUAPT.

4.- 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 pongan en 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 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 (Masera 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 conjunta 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, organizaciones académicas, gubernamentales, no gubernamentales y campesinas, el proyecto MESMIS cuenta hoy con una presencia a nivel ibero-americano.

Un sistema es considerado sustentable tanto como produce, en un estado de equilibrio estable, una combinación específica de bienes y servicios, que satisfacen un conjunto de metas (productivo), sin degradar sus recursos base (estable); su nivel de sustentabilidad dependerá de su capacidad de enfrentar (confiable) y recuperarse rápidamente de perturbaciones (resiliente); y encontrar nuevos alternativos estados de equilibrio estable (adaptable); sin comprometer su productividad y reproducibilidad. Toda actividad basada en la organización de los

involucrados (autogestivo); evitando al máximo la dependencia del exterior (autodependiente) en búsqueda de los mayores beneficios para todos y con el fin de lograr equidad en sus relaciones internas y externas (equitativo).

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, S.T , Nahed, T.J., y López, M.J., 2005. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades tzotziles. México. GIRA. pp.11-54.
- Altieri, M. A., 2002. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, *Agriculture Ecosystems and Environment*, num. 93: 1-24.
- Arriaga, C. Espinoza, A. Albarrán, B. Castelán, O., 1999. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el altiplano central. *Ciencia Ergo Sum*, Toluca, México, Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 6, num. 3: 290-300.
- Astier, M., Pérez, A.E., Mota, G.F., Maser, O., y Alatorre, F.C., 2000. El diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purhépecha. México. GIRA. pp. 271-320.
- Astier, M., Hollands, P., 2005. Sustentabilidad y campesinado. México. GIRA.
- Astier, M., Pérez-Agis, E., Ortiz, T., y Mota, F., 2005. Sustentabilidad de sistemas campesinos de maíz después de cuatro años: el segundo ciclo de evaluación MESMIS. México. GIRA. pp.85-118.
- Brunett, P. L., González, E. C. y García, H. L. A. 2005. Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Livestock Research for rural development* 17(7).
- Brunett. P.L.2005. Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de México.
- Delgadillo, P. J. y Delgado B. F.2005. Evaluación de la sustentabilidad de un sistema basado en la implementación de practicas de conservación de suelos, en la comunidad de Chullpakasa, Bolivia. GIRA. pp.203-245.
- Dumanski, J. Ferry, E. Byerlee, D. and Pieri, C., 1998. Performance indicators for sustainable agriculture. Washington, The World Bank..
- Gomero, O, y Velásquez, A.H., 2005. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de algodón orgánico en la zona del trópico húmedo del Perú San Martín, Tarapoto. México. GIRA. pp.57-83.
- Gomes, A.S., y Bianconi, F.G, 2005. Sustentabilidad económica de un sistema familiar en una región semiárida de Brasil. México. GIRA. pp.121-156.
- González, C. E. Brunett, L. Hernández A. Ríos H. y Villa, C., 2000. Desarrollo de indicadores de sustentabilidad para agroecosistemas del Valle de Toluca. México. *Red Gestión de Recursos Naturales*, num.13: 77-87.
- González E. C. E, y Ríos G. H. 2006. ¿Es Posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del Valle de Toluca, México. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*. Num. 40, pp. 107-139. México.
- González E. C. E.,1998. Evaluation of sustainability in dairy cattle production systems. PhD thesis Wye College. University of London. UK
- Guevara, F., Carranza, T., Puentes, R., y González, C., 2000. La sustentabilidad de sistemas maíz-mucuna en el sureste de México (primer ciclo de evaluación). México. GIRA. pp.207-266.

- López-Ridaura, S., 2005. Multi-scale sustainability evaluation. A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. Ph. D. Thesis. Wageningen University. The Netherlands.
- Masera, O. y López-Ridaura, S., 2000. El Proyecto MESMIS, un esfuerzo interdisciplinario y multiinstitucional para la evaluación de la sustentabilidad. *Gestión de Recursos Naturales*. 2ª. Época, num. 21: 88 - 99.
- Masera, O. y López-Ridaura, S., 2000. Sustentabilidad y sistemas campesinos. México. GIRA.
- Masera, O. Astier, M. y Lopez-Ridaura, S., 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. *El Marco de Evaluación MESMIS*. México. Mundi-Prensa.
- Masera, O, Astier, M. y Lopez-Ridaura, S., 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. México. GIRA, Instituto de Ecología. pp.13-41
- Moya, G.X., Caamal, A., Ku, K.B., Chan, X.E., Armendáriz, I., Flores, J., Moguer, J., Noh, P.M., Rosales, M., Xool, D.J., 2005. La sustentabilidad que viene de lejos: una evaluación multidisciplinaria e intercultural de la agricultura campesina de los mayas en Xohuayán, Yucatán. México. GIRA. pp.161-199.
- Negreros-Castillo, P., González, N. J. C., y Merino, P. L., 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. pp.83-131.
- Perales-Rivas, M. A., Fregoso, T. L. E., Martínez, A. C. O., Cuevas, R. V., Loaiza, M. A., Reyes, J. J. E., Moreno, G. T., Palacios, V. O., Guzmán, R. J. L. 2000. Evaluación del sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa. México. GIRA. pp.143-206.
- 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. pp.45-80.
- Villa, C. 2004. Primer ciclo de evaluación de sustentabilidad del agroecosistema de Tenango del Valle, Estado de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de México.