



SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS EN REGIONES TROPICALES DE MÉXICO

[SUSTAINABILITY OF AGROECOSYSTEMS IN TROPICAL REGIONS OF MEXICO]

César Julio Martínez-Castro^{1*}, Maricela Ríos-Castillo², Maricela Castillo-Leal³, Julio César Jiménez-Castañeda⁴, Julián Cotera-Rivera⁵

¹*Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Av. Ingeniero Víctor Bravo Ahuja 125 esquina Calzada Tecnológico. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. CP. 68030. E-mail: c_julios4@hotmail.com*

²*Departamento Económico Administrativas. Instituto Tecnológico de Nuevo León. Av. Eloy Cavazos 2001. Col. Tolteca, Guadalupe, Nuevo León. CP. 67170. E-mail: maricela_rios@yahoo.com.mx*

³*División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Oaxaca. E-mail: maricelacastillo3@gmail.com*

⁴*Profesor Titular. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca. Hornos 1003. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. CP. 71230. E-mail: jcjimcas@hotmail.com*

⁵*Profesor Investigador de Tiempo Completo, Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita. Av. Ferrocarril s/n. Col. Ciudad Universitaria. Loma Bonita, Oaxaca. CP. 68400. E-mail: juliancotera@hotmail.com*
**Corresponding author*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue llevar a cabo una revisión de las principales características resultado de las evaluaciones de sustentabilidad en agroecosistemas tropicales en estados del sur-sureste de México. Para ello, se recopilaron estudios relacionados con actividades del sector agropecuario, agrícolas y ganaderas, en diferentes fuentes informáticas como revistas, congresos y libros. Se encontraron 14 trabajos cuyas características principales destacan la concentración de los análisis en sistemas bovinos de doble propósito, sobresaliendo el estado de Veracruz con la evaluación de cinco sistemas de manejo. Los métodos de evaluación más utilizados son el marco MESMIS y los Índices de Sustentabilidad; las áreas evaluadas incluyen generalmente la económica, social y ambiental; los estudios son de tipo transversal al comparar dos o más sistemas en un periodo de tiempo determinado y el tipo de escala analizado regularmente es la unidad de producción ganadera. Se atribuye que son pocos los esfuerzos reportados por evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas en las regiones tropicales de las entidades del sur-sureste de México como lo constatan las 14 revisiones analizadas en este trabajo.

Palabras clave: Sustentabilidad; Agroecosistema; Regiones Tropicales; MESMIS.

SUMMARY

The objective of the present work was carry out the review the main features outcome of the assessments of sustainability in tropical agroecosystems in states of the south-southeast of Mexico. To do this, were collected studies related to the activities of the agricultural sector, farming and ranching, computing in different sources such as magazines, conferences and books. There were 14 studies whose main features include the concentration of the evaluations in cattle systems dual purpose, protruding the state of Veracruz with the evaluation of five management systems. The most commonly methods used assessment methods are the MESMIS framework and indices of sustainability; the assessed areas usually include the economic, social and environmental; studies are transversal to compare two or more systems in a given period of time and the type of scale regularly assessed is the unit of livestock production. Given that few efforts reported by assessing the sustainability of agroecosystems in the tropical regions of the entities of the south-southeast of Mexico as noted the 14 reviews analyzed in this work.

Key words: Sustainability; Agroecosystem; Tropicals Regions; MESMIS.

INTRODUCCIÓN

Los agroecosistemas o sistemas de manejo de recursos naturales (Masera *et al.*, 1999) son concebidos como sistemas ecológicos modificados en menor o mayor grado por el hombre para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agropecuaria (Vilaboa *et al.*, 2006). Es a través de estos que el ser humano logra el objetivo de producir bienes y servicios de origen vegetal, animal y forestal que le permiten satisfacer la necesidad fundamental de alimentación y otros benefactores (Masera *et al.*, 1999).

Debido a la diversidad de condiciones climáticas, edáficas y topográficas existentes en México, así como las interacciones entre animal-planta y sociedad-naturaleza, se han desarrollado un gran número de agroecosistemas en las regiones tropicales tanto húmeda como seca (Vilaboa *et al.*, 2006; Bautista *et al.*, 2011), las cuales representan de manera conjunta cerca del 30% del territorio nacional (Amendola *et al.*, 2005) y se consideran como las de más alto potencial productivo en especies principalmente agrícolas (Martínez *et al.*, 2006) y ganaderas.

El trópico húmedo comprende los estados de Colima y Tabasco, así como parte de los estados de San Luís Potosí, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán de Ocampo, Jalisco y Nayarit (Olvera *et al.*, 2011), mientras que el trópico seco se localiza a lo largo de las costas de 15 estados tanto del Golfo de México como del Océano Pacífico, destacando los estados localizados en la región sur y sureste del país como Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, donde se concentra más del 25 por ciento de las zonas tropicales del País (Amendola *et al.*, 2005).

La importancia económica y social de las regiones tropicales en el sector agropecuario nacional radica en que en ellas se produce cerca del 46% de la carne y un tercio de la leche de ganado bovino que se consume en el país (Fundación Produce Oaxaca, 2007); aportan alrededor de 5 millones de toneladas por cosecha de cítricos como limón, naranja, toronja, mandarina y tangerina, estimándose que cerca de 69 mil familias dependen de esta actividad, con un valor superior a siete mil 100 millones de pesos (SAGARPA, 2012); la producción de caña de azúcar involucra a 164 mil productores, tanto en forma directa como indirecta con un valor de la producción de alrededor de 30 mil millones de pesos (SAGARPA, 2013), además del potencial de la región para la producción de ganado ovino y porcino, así como de cultivos como el maíz, el sorgo, el arroz, el chile, el plátano, el cacao, la piña, el mango, la

papaya, el hule y otros frutales exóticos como el litchi, el rambután, la pitahaya, el chico zapote, el maracuyá y el tamarindo (Rebolledo *et al.*, 2009).

A pesar de lo mencionado, los principales problemas que presentan los agroecosistemas en las regiones tropicales de nuestro país, particularmente en los estados del sur-sureste, es que predominan en condiciones de escaso nivel tecnológico, bajos índices de productividad, tendencia al abandono de la tierra (Martínez *et al.*, 2006), además de que en algunos casos el manejo tradicional e idiosincrasia han contribuido al deterioro de los recursos naturales afectando la sustentabilidad y por lo tanto su permanencia en el largo plazo.

Actualmente, la sustentabilidad es un objetivo para cualquier actividad económica (Ruíz *et al.*, 2009) y el caso de las actividades del sector agropecuario no son la excepción. En este sentido, en las últimas dos décadas los estudios sobre la permanencia de los recursos bióticos se han incrementado considerablemente, debido a que dentro de la noción global de desarrollo sustentable, las actividades agropecuarias son concebidas como prioridades que deben atenderse, dada su contundente influencia en el desarrollo humano, social, económico, así como en la calidad de los recursos naturales (Candelaria *et al.*, 2014).

Al respecto Giraldo y Valencia (2010) mencionan que la importancia del estudio de sustentabilidad de los agroecosistemas radica en que su investigación enfatiza algunas características especiales de producción (procesos y técnicas de transformación), las cuales incluyen respuestas biológicas y económicas de cultivos agrícolas a determinadas prácticas de manejo, como el caso de sistemas con componentes de cultivos, o de incrementos en las variables productivas y reproductivas de animales de interés zootécnico, derivados de los arreglos establecidos por el productor.

Considerando lo anterior y por la creciente necesidad de evaluar de manera tangible el grado de sustentabilidad de los agroecosistemas existentes en México y dada la importancia que estos tienen desde los enfoques ambiental, económico, social y cultural, el objetivo en curso es revisar y analizar algunas de las características de las evaluaciones realizadas en agroecosistemas tropicales de entidades del sur-sureste de México. Esta información permitirá identificar la tendencia de los estudios, las metodologías utilizadas, así como sus posibles limitantes, con el objetivo de contribuir en el desarrollo de futuras investigaciones orientadas a crear sistemas de manejo acorde ambiental, económica y socialmente en el corto, mediano y largo plazo en las regiones tropicales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Criterios para caracterizar los estudios de sustentabilidad

Para la realización de este estudio se tomó como primer criterio la clasificación de las regiones agroecológicas de México desarrollada por De Alba (1976) y citado por Amendola *et al.* (2005). En este sentido y considerando que un gran porcentaje de las zonas tropicales en México se localizan en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, el segundo criterio fue la búsqueda de información disponible sobre evaluaciones relacionadas con la sustentabilidad en agroecosistemas agrícolas y ganaderos en estas entidades, para lo cual se realizó una revisión en artículos de revistas, memorias de congresos, simposios y libros sobre el tema, correspondientes al periodo de 2003 a 2014.

Un último criterio consistió en integrar las principales características de los agroecosistemas evaluados, tomando como referencia los trabajos previos sobre sustentabilidad desarrollados por Galván *et al.* (2008); Speelman *et al.* (2007) y Speelman *et al.* (2008).

La información recabada se capturó y procesó en una hoja de cálculo de Excel. Para facilitar el análisis se determinaron las cantidades y porcentajes correspondientes a los agroecosistemas evaluados, su localización, el método de evaluación utilizado, escala, áreas de evaluación de la sustentabilidad y tipo de estudio llevado a cabo (transversal o longitudinal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los estudios de caso analizados

Con base en la disponibilidad de investigaciones sobre sustentabilidad llevadas a cabo en las regiones tropicales de los estados del sur-sureste de México, se encontraron y analizaron 14 estudios de caso, cuyas características se resumen en las Tablas 1 y 2.

Un dato importante a destacar es que a pesar del potencial productivo de las regiones tropicales y de la existencia de diversos sistemas de manejo agropecuario, el 50% de las evaluaciones se han enfocado en sistemas bovinos de doble propósito (Tabla 1), lo cual es un indicativo de la importancia

que esta actividad tiene en estas regiones, tanto para la producción de carne y de leche, cuyo potencial permitiría satisfacer el mercado nacional e incluso internacional (Magaña *et al.*, 2006).

Otros agroecosistemas evaluados han sido el milpero (para la producción de maíz, asociado a frijol y calabaza principalmente utilizado para el autoconsumo, como forraje para el ganado y excedentes para la venta), cacao, café, chile jalapeño, ganado ovino, así como una granja agroecológica donde se producen hortalizas.

En cuanto a la temporalidad de las investigaciones llevadas a cabo corresponden al periodo 2003-2014 (Tabla 1) concentrado en los estados de Veracruz con cinco, Chiapas, Tabasco y Yucatán con dos respectivamente, mientras que en los estados de Campeche, Guerrero y Oaxaca sólo se tiene evidencia de un estudio en cada entidad (Figura 1).

Con respecto a los métodos de evaluación, destaca la utilización del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), así como diferentes Índices de Sustentabilidad (Tabla 1), los cuales fueron aplicados en cinco estudios respectivamente y de manera conjunta representan más del 70% de los casos, mientras que el resto de los trabajos (cuatro) se llevaron a cabo empleando otros métodos de evaluación. Esto coincide con lo mencionado por Rodríguez y López (2007) y Kú *et al.* (2013) sobre la existencia de diversos métodos acordados para evaluar la sustentabilidad donde sobresalen los marcos de evaluación y los índices de sustentabilidad, siendo los más aceptados los métodos como el MESMIS que incorporan un enfoque multidimensional de los sistemas de producción (Castillo, 2004).

Las escalas de evaluación fueron diversas, ya que se analizaron desde el nivel regional, local, sistema de producción y unidad de producción. En tanto las dimensiones evaluadas por el marco MESMIS fueron en todos los casos las mismas, la económica, la social y la ambiental. Mientras que en otros casos (Hernández *et al.*, 2006; Kú *et al.*, 2013; Candelaria *et al.*, 2014) se ampliaron a aspectos técnicos, productivos y humanos o se limitaron a aspectos económicos (Ruíz *et al.*, 2008) o técnicos (Osorio-Arce, 2008; Osorio y Segura, 2011) (Tabla 2).

Tabla 1. Agroecosistemas evaluados, localización y métodos empleados en los Estudios de Caso (EC).

| EC | Referencia | Agroecosistemas evaluados | Localización | Método de evaluación |
|----|--|--|--|---|
| 1 | Moya <i>et al.</i> (2003) | Sistemas milperos | Xohuayán, Yucatán | MESMIS |
| 2 | Hernández <i>et al.</i> (2006) | Sistema bovinos de doble propósito | Región Costa Chica, Guerrero | Índice de Sustentabilidad IICA |
| 3 | Vilaboa <i>et al.</i> (2006) | Ganado ovino | Medellín de Bravo y Playa Vicente, Veracruz | Diagnóstico Rápido y Análisis de Agroecosistema |
| 4 | Cisneros-Saguilán (2007) | Sistema bovino de doble propósito | Pinotepa Nacional, Oaxaca | Índice de Desarrollo Sustentable |
| 5 | Ruiz <i>et al.</i> (2008) | Sistema bovino de doble propósito | Soconusco, Sayula de Alemán y Hueyapan de Ocampo, Veracruz | Contabilidad financiera |
| 6 | Aguilar <i>et al.</i> (2007; 2008; 2009) | Sistemas de producción de maíz | Región Selva, Chiapas | MESMIS |
| 7 | Priego <i>et al.</i> (2009) | Sistema Cacao | Comalcalco, Tabasco | MESMIS |
| 8 | Romero <i>et al.</i> (2009) | Granja agroecológica | Maní, Yucatán | MESMIS |
| 9 | Osorio-Arce (2008); Osorio y Segura (2011) | Sistema bovino de doble propósito | Tabasco | Análítico-Sintético |
| 10 | Travieso y Moreno (2011) | Sistema bovino de doble propósito | Cuencas Costeras del municipio de Actopan, Veracruz | MESMIS |
| 11 | Alfaro <i>et al.</i> (2010); Ferguson <i>et al.</i> (2013) | Sistema bovino de doble propósito | Región Frailesca, Chiapas | Energy Sustainability Index (ESI) |
| 12 | Kú <i>et al.</i> (2013) | Sistemas de producción de chile jalapeño y maíz | Calakmul, Campeche | Índice de Evaluación de Sustentabilidad para Sistemas de Producción Agropecuarios |
| 13 | Candelaria <i>et al.</i> , (2014) | Sistema bovino y maíz | Paso Ovejas I, Veracruz | Índice Agregado de Sustentabilidad Agrícola |
| 14 | Cruz <i>et al.</i> (2014) | Sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos | Tlapacoyan, Veracruz | Institut National Agronomique Paris.Grignon -INA/PG, Francia |



Figura 1. Estudios de sustentabilidad en agroecosistemas tropicales.

De forma particular el marco MESMIS se desarrolló originalmente para aplicarse a agroecosistemas campesinos de México (Maserá *et al.*, 1999), sin embargo, su estructura flexible ha permitido su adaptación a diferentes sistemas de producción tanto campesinos, comerciales y mixtos, así como a otros sistemas de manejo de recursos naturales, bajo diversas condiciones económicas, técnicas y de acceso a la información (Ortiz y Astier, 2003), llegando a ser utilizado en más de 60 casos de estudio en México, Centroamérica, Sudamérica, Europa y Estados Unidos (Speelman *et al.*, 2008; Astier *et al.*, 2012; Merlín *et al.*, 2014), por lo cual representa una alternativa viable para su aplicación en los sistemas de manejo del trópico mexicano.

En el caso de los estudios analizados, se puede apreciar la adaptabilidad del marco MESMIS a diferentes sistemas y condiciones económicas y culturales ya que se utilizó en dos estudios de maíz, uno de cacao, una granja agroecológica y uno en Ganado Bovino de doble propósito en los estados de Yucatán, Chiapas, Tabasco y Veracruz (Tabla 2).

Un aspecto que destaca es que los estudios se han conducido en forma transversal en once casos (Tabla 2), es decir, comparando simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (Maserá *et al.*, 1999; López

Ridaura *et al.*, 2002). Esto coincide con lo encontrado por Speelman *et al.*, (2007) y Speelman *et al.* (2008) quienes analizaron 28 y 29 casos respectivamente en países como México, Brasil, Argentina, Bolivia y Perú, con características similares pero con estrategias de manejo diferentes, donde la mayoría fueron comparaciones transversales y casi no se llevaron a cabo estudios longitudinales, que comparan al mismo sistema a lo largo del tiempo; lo cual señala se puede deber a la dificultad de obtener series históricas y de hacer predicciones para los indicadores, así como de capturar los aspectos dinámicos de los sistemas de manejo.

De los diferentes estudios revisados en este trabajo, algunos se han limitado a evaluar los indicadores de sustentabilidad sin que se hagan recomendaciones para mejorarlos. En otros casos los procesos de evaluación han quedado en algunas estrategias que permiten mejorar los indicadores, sin embargo, no se ha dado el seguimiento respectivo para determinar el éxito de las mismas, evidenciando la necesidad para futuras evaluaciones de incluir estudios (longitudinales y/o transversales) que apoyen no solo a medir la sustentabilidad en un tiempo determinado, sino además dar continuidad a las evaluaciones en periodos de tiempo posteriores, tal como lo muestran los trabajos de Aguilar *et al.* (2007; 2008; y 2009).

Tabla 2. Tipo de escala, áreas(s) de evaluación, tipo de estudio de caso.

| EC | Referencia | Tipo de escala | Área(s) de evaluación | Tipo de estudio |
|----|--|-----------------------|---|-----------------|
| 1 | Moya <i>et al.</i> (2003) | Comunidad | Ambiental, Sociocultural, Económica | Transversal |
| 2 | Hernández <i>et al.</i> (2006) | Región | Económica, Social, Técnico, Productivo, Ambiental | Transversal |
| 3 | Vilaboa <i>et al.</i> (2006) | Unidad de producción | Ambiental, Social | Transversal |
| 4 | Cisneros-Saguilán (2007) | Municipal | Biofísicas, Tecnológicas, Socioeconómicas | Transversal |
| 5 | Ruiz <i>et al.</i> (2008) | Unidad de producción | Económica | Longitudinal |
| 6 | Aguilar <i>et al.</i> (2007; 2008; 2009) | Región | Económica, Social, Ambiental | Transversal |
| 7 | Priego <i>et al.</i> (2009) | Unidad de producción | Económica, Social, Ambiental | Transversal |
| 8 | Romero <i>et al.</i> (2009) | Unidad de producción | Económica, Social, Ambiental | Longitudinal |
| 9 | Osorio-Arce (2008); Osorio y Segura (2011) | Sistema de producción | Técnico | Longitudinal |
| 10 | Travieso y Moreno (2011) | Cuenca | Económica, Social, Ambiental | Transversal |
| 11 | Alfaro <i>et al.</i> (2010); Ferguson <i>et al.</i> (2013) | Región | Económica, Social, Ambiental | Transversal |
| 12 | Kú <i>et al.</i> (2013) | Micro región | Productivo, Económica, Social, Ambiental, Institucional | Transversal |
| 13 | Candelaria <i>et al.</i> , (2014) | Microcuenca | Económica, Social, Ambiental, Humano | Transversal |
| 14 | Cruz <i>et al.</i> (2014) | Municipal | Económica, Social | Transversal |

En el sentido anterior Astier *et al.* (2008) mencionan que los análisis de los agroecosistemas deberán verse como un proceso cíclico de evaluación-acción-evaluación, el cual permitirá instaurar un proceso continuo de fortalecimiento de la sustentabilidad de los sistemas de manejo, mediante una constante retroalimentación entre la generación de alternativas y su evaluación. Por su parte, Silva y Pérez (2010) hacen referencia a la necesidad de llevar a cabo un segundo ciclo de evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de manejo, posterior a que sean implementadas algunas medidas para mejorar los peores indicadores de sustentabilidad del primer ciclo de evaluación, los cuales se consideran como valores referentes iniciales del o los sistemas.

CONCLUSIONES

Aunque las regiones tropicales en México cuentan con características agroclimáticas con potencial para el desarrollo de cultivos agrícolas y especies de interés zootécnico, los esfuerzos por evaluar la sustentabilidad en agroecosistemas tropicales en estas regiones han sido insuficientes, prueba de ello son los 14 estudios de caso encontrados y analizados en esta revisión, siendo necesario desarrollar trabajos en los estados de Quintana Roo, Oaxaca, Guerrero y Campeche y hacerlos extensivos a otros cultivos agrícolas para el autoconsumo y de interés comercial como maíz, frijol, arroz, sorgo, plátano, mango, cítricos y piña, por mencionar algunos ausentes.

Las evaluaciones que se realicen en el futuro deberán cuidar un aspecto importante como es el que las recomendaciones concluyentes de estudio se hagan extensivas a los actores directamente relacionados con las actividades agropecuarias, como los productores y técnicos principalmente. Asimismo, poner énfasis en evaluaciones de tipo longitudinal que permitan dar seguimiento a la evolución de la sustentabilidad para contar en el mediano y largo plazo con agroecosistemas sustentables y en armonía con el ambiente.

REFERENCIAS

Aguilar, J.C.E., Tolón, B.A., Galdámez, G.J., Gutiérrez, M.A., Mendoza, P.S., Martínez, A.F.B. 2007. Mejoramiento de la sustentabilidad del sistema de producción de maíz indígena de la selva de Chiapas; México. I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores. Almería, España, 16 y 17 de Octubre de 2007: 1-11.

Aguilar, J.C.E., Tolón, B.A., Galdámez, G.J., Gutiérrez, M.A., Mendoza, P.S., Martínez, A.F.B. 2008. La producción sostenible de maíz

en la selva de Chiapas, México. II Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores. Almería, España, 14 y 15 de Julio de 2008: 1-10.

Aguilar, J.C.E., Tolón, B.A., Galdámez, G.J., Gutiérrez, M.A., Mendoza, P.S. 2009. La producción sostenible de maíz en condiciones de laderas de la selva de Chiapas. En: Aguilar, J.C.E., Galdámez, G.J., Bahena, J.F., Vázquez, G.M., López, B.W., Pinto, R.R. (Compiladores). Agricultura sostenible Vol. 5. Agroecología. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C. (SOMAS): 1-10.

Alfaro, A.R., Diemont, S.A.W., Ferguson, B.G., Martin, J.F., Nahed, T.J., Álvarez, S.J.D., Pinto, R.R. 2010. Steps toward sustainable ranching: An emery evaluation of conventional and holistic management in Chiapas, México. *Agricultural Systems*. 103:639-646.

Amendola, L., Castillo, E., Martínez P.A. 2005. Perfiles por país de recursos pastura/forraje. México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia.

Astier, M., Galván, M.Y., Masera, O. 2008. Retos para los análisis de sustentabilidad de los SMRN. En: Astier, Masera, R.O., Galván, M.Y. (coordinadores). Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Editorial Mundiprensa-SEAE-CIGA-CIEco-GIRA, Valencia, España. pp. 1993-200.

Astier, M., García, B.L., Galván, M., González, E.C.E., Masera, O.R. 2012. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and Society*. 17:25.

Bautista, T.M., López, O.S., Pérez, H.P., Vargas, M.M., Gallardo, L.F., Gómez, M.F.C. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad de El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14:63-76.

Candelaria, M.B., Ruiz, R.O., Pérez, H.P., Gallardo, L.F., Vargas, V.L., Martínez, B.A., Flota, B.C. 2014. Sustentabilidad de los agroecosistemas de la microcuenca Paso de Ovejas I, Veracruz, México. Cuadernos de Desarrollo Rural, Bogotá (Colombia). II:87-104.

Castillo, G. E. 2004. Evaluación de los niveles de desarrollo sostenible en espacios territoriales (granjas de producción sostenible) en

- provincias centrales. *Investigación y Pensamiento Crítico*. 2: 10-18.
- Cisneros, S.P. 2007. Factores que condicionan el desarrollo sustentable del sistema de producción de bovinos de doble propósito en el municipio de Pinotepa nacional, Oaxaca. Tesis de Maestría en Sistemas de Producción Animal. Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Guerrero.
- Cruz, A.R., Leos, R.J.A., Uribe, G.M., Rendón, M.R. 2014. Evaluación socioeconómica del sistema agroforestal tradicional café-plátano-cítricos en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México. *Tropical and subtropical Agroecosystems*. 17:315-319.
- Ferguson, B.G., Diemont, S.A.W., Alfaro, A.R., Martin, J.F., Nahed, T.J., Álvarez, S.J.D., Pinto, R.R. 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, México. *Agricultural Systems*. 120:38-48.
- Fundación Produce Oaxaca. A.C. 2007. Introducción. *Revista Agroproduce*. Octubre 2007. 24:3.
- Galván, M.Y., Maser, O., López-Ridaura, S. 2008. Las evaluaciones de sustentabilidad, En: Astier, Maser, R.O., Galván, M.Y. (coordinadores). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Editorial Mundiprensa-SEAE-CIGA-CIEco-GIRA, Valencia, España. pp. 41-57.
- Giraldo, D.R., Valencia, T.F.L. 2010. Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento de Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*. 1:7-17.
- Hernández, V.D., Herrera, H.J.G., Pérez, P.J., Vázquez, A.S. 2006. Índice de sustentabilidad para el sistema bovino de doble propósito, en Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. VII:1-11.
- Kú, V.M., Pool, L., Mendoza, J., Aguirre, E. 2013. Propuesta metodológica para evaluar proyectos productivos con criterios locales de sustentabilidad en Calakmul, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17:9-34.
- López-Ridaura, R. S., Maser, O., Astier, M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators*. 2:135-148.
- Magaña, M.J.G., Ríos, A.G., Martínez, G.J.C. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 14:105-114.
- Martínez, B.L., Castillo, Á.M., Ramón, L.V.E. 2006. Diagnóstico del sistema de producción de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en la región del Soconusco, Chiapas. Reporte del trabajo de campo integrador II. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Maser, O., Astier, M., López-Ridaura S. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa, GIRA, UNAM. México, D.F.
- Merlín, Y., González, C., Contreras, A., Zambrano, L., Moreno, P., Astier, M. 2014. Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, México City. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 11: 216-233.
- Moya, G.X., Caamal, A., Ku, K.B., Chan, X.E., Armendáriz, I., Flores, J., Moguel, J., Noh, P.M., Rosales, M., Xool, D.J. 2003. La agricultura campesina de los mayas en Yucatán. *LEISA Revista de Agroecología*. 19:7-17 Edición especial.
- Olvera, S.M.D., Gómez, G.A., Plascencia, B.E. 2011. La región del trópico húmedo mexicano, principal productor agrícola de temporal en México. Segundo Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México: 1-4.
- Ortiz, A.T., Astier, C.M. 2003. Sistematización de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. *Revista LEISA*. 19:4-6.
- Osorio, A.M.M. 2008. Sistemas de cruzamiento con núcleos de cría abierto para los sistemas de doble propósito en el trópico. En, *Desarrollo sostenible de la ganadería de doble propósito*. González, S.C., Madrid, B.N., Soto, B.E. (editores). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. IX: 109-115.
- Osorio, A.M.M., Segura, C.J.C. 2011. Sustentabilidad de los sistemas de producción bovino en el trópico: mejoramiento genético. *Livestock Research for Rural Development*. 23.
- Priego, C.G.A., Galmiche, T. A., Castelán, E.M., Ruiz, R.O., Ortiz, C.A.I. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 1:39-57.
- Rebolledo, M.A., del Ángel, P.A.L., Becerra, L.E.N., Rosas, G.X., Zetina, L.R. 2009. Frutas tropicales no tradicionales para Veracruz. Cuaderno Técnico No. 45. Centro de

- Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz, México.
- Rodríguez, G.M.L., López, B.J. 2007. Primer coloquio sobre conceptos y aplicación de indicadores ambientales de sustentabilidad en México, Instituto de Geografía, UNAM, 21 de noviembre 2006. *Investigaciones Geográficas (Mx)*. 63:156-158.
- Romero, Y.L.A., Cuevas, J.A., Isla, E.M.L. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en una granja agroecológica en Yucatán. En: Aguilar, J.C.E., Galdámez, G.J., Bahena, J.F., Vázquez, G.M., López, B.W., Pinto, R.R. (Compiladores). *Agricultura sostenible Vol. 5. Agroecología. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C. (SOMAS)*: 1-9.
- Ruiz, F.A., Mena, Y., Sayadi, S. Castel, J.M. Navarro, L., Nahed, J. 2009. Social indicators for evaluating sustainability of goat livestock farms: methodological approach. *Tropical and subtropical agroecosystems*. 11:65-68.
- Ruíz, G.C., García, H.L.A., Ávila, B.C.H., Brunett, O.L. 2008. Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino de doble. *Revista Mexicana de Agronegocios*. XII:503-515.
- SAGARPA. 2012. México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx> (Fecha de consulta: 11 de febrero de 2015).
- SAGARPA. 2013. Importancia de la agroindustria de la caña de azúcar. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Ca%C3%B1a.pdf> (Fecha de consulta: 11 de febrero de 2015).
- Silva, L.S., Pérez, M.S. 2010. Sustentabilidad de fincas productoras de durazno en El Jaramillo, Estado de Miranda, Venezuela. *RET. Revista de Estudios Transdisciplinarios*. 2:45-61.
- Speelman, E.N., Astier, M., Galván, M.Y. 2008. Sistematización y análisis de las experiencias de evaluación con el marco MESMIS: Lecciones para el futuro. En: Astier, Masera, R.O., Galván, M.Y. (coordinadores). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Editorial Mundiprensa-SEAE-CIGA-CIEco-GIRA, Valencia, España. pp. 25-39.
- Speelman, E.N., López-Ridaura, S., Aliana, C.A., Astier, M., Masera, O.R. 2007. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 14: 345-361.
- Travieso, B.A.C., Moreno, C.P. 2011. Sustentabilidad de la ganadería bovina: El caso de la Costa de Actopan, Veracruz, México. En: Sánchez, J.S.G., Contreras, H.A., Kauffer, M.E.F. (Coordinadores). *La encrucijada del México rural. Contrastes regionales en un mundo desigual. Tomo IV. Recursos Naturales, instituciones locales y políticas ambientales: las encrucijadas de la conservación en México*. Asociación Mexicana de Estudios Rurales (AMER), México. D.F. pp. 291-316.
- Vilaboa, A.J., Díaz, P.R., Platas, R.D.E., Ortega, J.E., Rodríguez, C.M.A. 2006. Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: dos propiedades emergentes de los agroecosistemas. *Interciencia*. 31:37-44.

Submitted March 25, 2015 – Accepted April 21, 2015