

Valoración ecológica con forestería análoga para producción orgánica en Jalisco

ROMERO-LIMA, María del Rocío Leticia y VALDOVINOS-CHÁVEZ, Víctor Rafael

M. Romero y V. Valdovinos^{``}

[`] Centro de Investigación en Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo.

^{``} Colaborador CIAO-UACH
rociorchapingo@gmail.com

F. Rérez, E. Figueroa, L. Godínez, J. Quiroz y R. García (eds.) Química, Biología y Agronomía. Handbook T-I. - ©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2016.

Abstract

Ecological assessment of a degraded area at Tenamaxtlán, Jalisco was performed. The physiognomic formulas (RIFA, 2014) were obtained of a nearby deciduous tropical forest and the degraded land. The inventory of the tree and shrub vegetation of the site was developed to compare their status with the tropical deciduous forest region. The ecological assessment considered soil quality, biodiversity and ecosystem structure. In the degraded land there are tree species present in the surrounding natural ecosystems such as *Guazuma ulmifolia* Lam, *Hibiscus tiliaceus* L., *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) and *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth.), but with a much lower height and density. The predominance of grass on the land is associated with the agricultural and livestock use is given, showing the poor development of ecological succession.

11 Introducción

En la producción agropecuaria se ha impulsado mayoritariamente el uso de agroquímicos para la obtención de satisfactores humanos, como son los alimentos, forrajes, condimentos, madera y demás productos de origen vegetal y animal. Estas prácticas han generado alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas, disminuyendo la diversidad de especies, modificando los ciclos biogeoquímicos, aumentando la contaminación ambiental y desplazando los conocimientos tradicionales del manejo de los recursos naturales locales.

La búsqueda de la sustentabilidad, como garantía de la manutención de la vida en el planeta Tierra, requiere repensar la agricultura y el desarrollo rural de forma sistémica, incorporando contextos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos de cada región. Aunque existe una preocupación permanente por esta situación, marginalmente se han desarrollado propuestas alternativas a la producción convencional con el fin de contribuir a un mejor uso de los recursos naturales para proveer a la sociedad de productos agropecuarios. Entre las estrategias de producción alternativa están diferentes enfoques de agricultura orgánica, agroecología y más recientemente de forestería análoga o bosques comestibles (Altieri y Nicholls, 2011; Nicholls y Altieri, 2012; Gliessman y Rosemeyer, Krishnamurthy *et al.*, 2003; 2009; Sarandon y Flores 2014; Murgueito, 1992; RIFA, 2014), buscando soluciones a la problemática compleja de la producción agropecuaria. Sin embargo, uno de los principales retos actuales de estos tipos de sistemas es lograr una adecuada disponibilidad energética y proteica para la alimentación familiar, en regiones donde el acceso al mercado es limitado y los ingresos son insuficientes (Márquez *et al.*, 2011).

La agricultura orgánica como sistema de producción, mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas; tiene por objetivo obtener alimentos sanos, libres de contaminación y de alta calidad nutritiva. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. Esta forma de agricultura combina tradición, innovación y ciencia, y promueve relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella, basado en los principios de salud, ecología, precaución y equidad (IFOAM, 2010). Para lograr lo anterior, se promueve la rotación y asociación de cultivos, el uso de insumos de origen local, y se excluye tanto pesticidas, como insumos de síntesis química, organismos genéticamente modificados, así como aguas negras.

El mayor gasto que hacen las familias de escasos recursos se ubica en la compra de alimentos (INEGI, 2009; PESA-FAO, 2010), por lo que una opción para una alimentación sana, nutritiva de buena calidad y económica para las familias de los pequeños productores son las parcelas diversificadas donde estén presentes árboles y arbustos que les proporcionan frutas; diversos cultivos para verduras y cereales; y los animales les proporcionan carne y otros productos de origen animal, componentes muy importantes en la dieta familiar. Las parcelas orgánicas diversificadas pueden contribuir de manera directa a que las familias produzcan alimentos de buena calidad y a su alcance, logrando autosuficiencia y mejorando su calidad de vida (Romero, et. al 2013); al incluir la perspectiva de la forestería análoga adicionalmente se podría restaurar los ecosistemas naturales a través de etapas sucesionales durante la transición.

La forestería análoga busca restaurar los ecosistemas de vida del planeta, diseñando de acuerdo a las características locales, etapas de intervención para la transición identificando dificultades, soluciones y mejores prácticas que conduzcan al mejoramiento del suelo, aumento de la biodiversidad, incremento de ingresos (RIFA, 2014). En México se estima que cada año se deforestan 155 mil hectáreas, de las cuales el 80% son consecuencia del cambio de uso de suelos – para uso agropecuario, de turismo o por crecimiento urbano e industria, sin dejar de lado los incendios como un importante factor de degradación–, por lo que es importante el desarrollo y aplicación de programas encaminados a la sustentabilidad (CONAFOR, 2013).

En el Estado de Jalisco, ubicado en la zona occidental de México, están presentes diversos ecosistemas, entre ellos, el bosque tropical caducifolio. Este es uno de los bosques menos estudiados en México. La ganadería extensiva y el cambio de uso del suelo (de bosques a pastos) representan una presión importante para este bosque tropical, por lo que este está considerado entre los más amenazados de los bosques tropicales del mundo. (Sánchez, et al. 2002). En particular, México es un centro de endemismo de especies para ese tipo de bosque por lo cual se hace necesario buscar alternativas para revertir su deforestación (Sánchez y Pineda, 2008).

Tenamaxtlan, es un municipio que se ubica en la zona centro sur del Estado de Jalisco, presenta un clima semiseco, y ecosistemas tipo bosque tropical caducifolio y bosque de quercus, donde la producción agrícola es principalmente maíz de temporal y ganadería bovina para carne. En la cabecera municipal se encuentra un predio ejidal que se ha propuesto recuperar mediante forestería análoga, donde también se obtengan alimentos con criterios de producción orgánica.

El objetivo del presente trabajo es proporcionar una herramienta para la producción orgánica con enfoque de forestería análoga, que genere información para favorecer la restauración de ecosistemas tipo bosque tropical caducifolio, se conserve el recurso suelo y se obtengan alimentos sanos en Tenamaxtlan, Jalisco.

11.1 Metodología

Área de estudio. El Municipio. Tenamaxtlan se localiza en la zona centro sur del estado de Jalisco entre las coordenadas: 20° 11' 30" y 20° 18' 40" de latitud norte y los 104° 05' 55" a los 104 15' 50 de longitud oeste. A una altura promedio de 1,450 metros sobre el nivel del mar. Pertenece a la Región Sierra de Amula del Estado de Jalisco. La fundación legal del poblado de Tenamaxtlán se realizó en marzo de 1538. La mayor parte del municipio está constituido por zonas accidentadas, se presentan elevaciones entre 1,500 y 2,000 metros. Los terrenos del municipio presentan suelos aluviales, residuales y lacustres; provenientes de rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba, brecha volcánica y calizas. Los suelos dominantes pertenecen al tipo regosol eútrico y feozem háplico; y como suelo asociado se encuentra el tipo combisol crómico.

El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21° C, y tiene una precipitación media anual de 906 milímetros con régimen de lluvias en los meses de junio y julio. Los vientos dominantes son en dirección norte. El promedio de días con heladas al año es de 29.9.

La flora del municipio está compuesta por pino, encino, ocote, oyamel, roble, madroño, guamúchil, mezquite, copalcojote, huizache, pastos, nopal y pitahayo. Respecto a fauna está representada por venado, zorrillo, tejón, mapache, lobo, zorro, coyote, armadillo, liebre, conejo, tuza, topo, ardilla, tlacuache, víbora de cascabel, culebra chirrionera, codorniz, pato, gallareta, torcaza, güilota, jilguero y gorrión. (Jalisco, 2014).

Formula fisionómica. En octubre de 2014 y de enero a julio de 2015, se realizaron recorridos por el municipio para identificar áreas con vegetación poco perturbada y se determinó el lugar de bosque tropical caducifolio para hacer la descripción de la estructura y estado de la comunidad vegetal presente que sirviera como meta para obtener la formula fisionómica según los criterios de la RIFA (2014). En el predio de cultivo (con vegetación perturbada) se levantó el censo de plantas arbustivas y arbóreas presentes y se determinó también la formula fisionómica. Las claves de símbolos usados para la fórmula fisionómica fueron las siguientes:

Formas básicas de crecimiento

Árboles: Siempre verdes de hoja ancha (V); Desiduos-caducifolios de hoja ancha (D); Agujas siempre verdes (E); Agujas caducifolias (N); Siempre verdes de hoja compuesta (T); Caducifolias de hoja compuesta (W).

Otras formas de crecimiento: Trepadoras/Enredaderas (C); Suculentas (S); Bambú (B); Epífitas (X); Palmas (P) Plantas rizomatosas (R); plantas en roseta (K); Helechos (F); Líquenes y musgos (L); Arbustos (A); Gramíneas Pastos (G); Herbáceas anuales (H)

Tabla 11 Variables y símbolos para altura y cobertura de copa para la fórmula fisionómica

Altura (m)	Clave	Cobertura de copa (%)	Clave
>35	8	Continua (< 75%)	c
20-35	7	Interrumpida (50 - 75%)	i
10-20	6	En parches (25 - 50%)	p
5-10	5	Raro (de 6 a 25%)	r
2-5	4	Esporádico (1 - 6%)	b
0.6-2	3	Casi ausente (> 1%)	a
0.1-0.5	2		
<0.1	1		

Fuente: RIFA (2014)

Como en la forestería análoga se pretende acelerar el desarrollo de las etapas seriales de pastos a bosques, se hace necesario conocer la estructura y apariencia de la comunidad vegetal tanto en la zona meta, como en el área degradada, así como definir el gradiente entre ambos denominado brecha. Se determinaron las fórmulas fisionómicas para las tres condiciones según metodología de RIFA (2014). Adicionalmente se realizó una valoración ecológica del área a intervenir del predio degradado y del área de bosque, donde se consideraron indicadores de: calidad del suelo (perfil, densidad aparente y descomposición de residuos orgánicos), biodiversidad (organismos del suelo, estructura vegetal y fauna), estructura del ecosistema (etapa serial y productividad ecológica); los valores para cada indicador variaron de 1 a 8, siendo el valor 1 el de menor valor o de condición más baja y el 8 el de mejor condición. (RIFA, 2014).

Tabla 11.1 Valores para los indicadores de etapa serial de los ecosistemas de estudio

Valor	Estructura Serial del Ecosistema
1	Estadio 1- Pastizales
2	Vegetación baja, menos de 1 año
3	Árboles bajos y arbustos pequeños
4	Árboles diversos, sotobosque con arbustos y especies herbáceas
5	Bosque secundario joven, alta diversidad de especies
6	Bosque secundario con diversidad de doseles, presencia de epifitas, líquenes etc.
7	Bosque intervenido maduro
8	Bosque primario

Fuente: RIFA (2014)

Durante los recorridos se realizó un listado de vegetación principalmente arbórea, presente tanto en el bosque como en el área del predio de cultivo.

11.2 Resultados

Análisis de la Vegetación. Las plantas arbóreas y arbustivas encontradas tanto en el Bosque Tropical caducifolio (BTC) como en el predio se presentan en la Tabla 11.2, con su nombre científico agrupados por familia botánica e indicando la clave fisionómica asignada por RIFA, (2014).

Tabla 11.2 Árboles y arbustos de la vegetación natural por familia botánica de Tenamaxtlan, Jal.

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Clave fisionómica
Cabruto	<i>Stemmadenia palmeri</i>	Apocynaceae	D
Agave	<i>Agave L</i>	Asparagaceae	K
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	W
Copal	<i>Bursera cuneata</i>	Burceraceae	W
Nopal	<i>Opuntia sp</i>	Cactaceae	S
Pitaya	<i>Stenocereus sp</i>	Cactaceae	S
Ozote	<i>Ipomoea intrapilosa</i>	Convolvulaceae	D
Garruño	<i>Mimosa galeottii</i>	Fabaceae	W
Guaje	<i>Leucaena esculenta</i>	Fabaceae	W
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	Fabaceae	W
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae	W
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Fabaceae	W
Palo cuate	<i>Eysenhardtia punctata</i>	Fabaceae	W
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae	W
Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	Fabaceae	W
Tepame	<i>Acacia pennatula</i>	Fabaceae	W
Tepeguaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Fabaceae	W
Tepemezquite	<i>Lysiloma microphyllum Benth</i>	Fabaceae	W
Majagua	<i>Hibiscus tiliaceus L.</i>	Malvaceae	D
Pochote	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	D
Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae	D
Morita	<i>Morus celtidifolia</i>	Moraceae	D
Tescalama	<i>Ficus petiolaris</i>	Moraceae	D
Zalate	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae	D

Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	D
Palo perico	<i>Ruprechtia pallida</i>	Polygonaceae	D
Crucillo	<i>Randia blepharodes Standl.</i>	Rubiaceae	D
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Rubiaceae	D
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	D
Guacima	<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>	Sterculiaceae	D

Fuente: Datos obtenidos del levantamiento de la información y de RIFA (2014)

En las Tablas 11.3 y 11.4 se presenta la densidad, abundancia y altura promedio de plantas arbustivas y arbóreas de los sitios de estudio.

Tabla 11.3 Densidad, abundancia y altura de vegetación en el Bosque Tropical Caducifolio.

Especie	Num. Individuos/ha	% abundancia	Altura promedio (m)
Guacima	75	18.75	10
Majagua	75	18.75	11.5
Palo blanco	25	6.25	5.5
Palo dulce	50	12.5	8
Pitaya	25	6.25	15
Pochote	25	6.25	8
Tepame	25	6.25	6
Tepeguaje	25	6.25	13.5
Tepemezquite	75	18.75	10

Fuente: Datos obtenidos del levantamiento de la información

Tabla 11.4 Densidad, abundancia y altura de vegetación en el predio de estudio

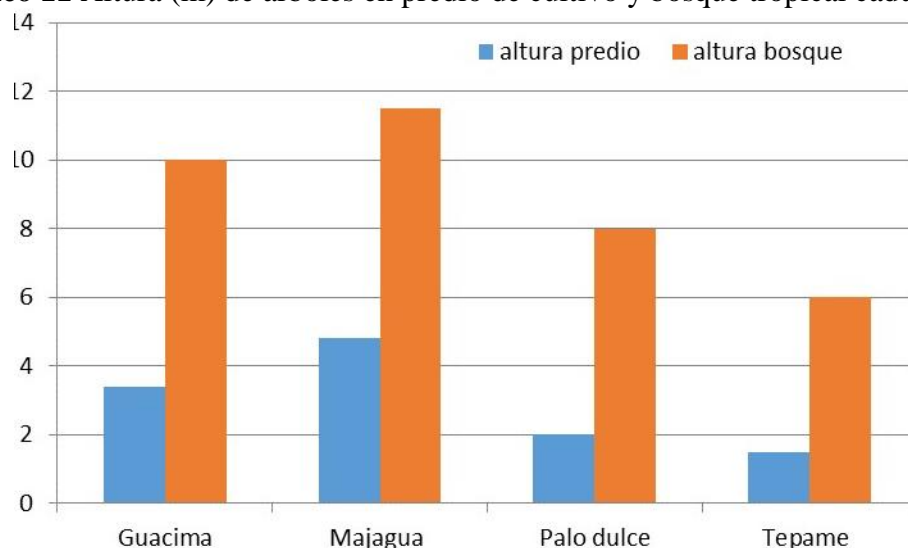
Especie	Num. Individuos/ha	% abundancia	Altura promedio (m)
Cabritos	0.31	1.7	5.0
Cuate-palo dulce	0.62	3.3	2.0
Guacima	1.24	6.7	3.4
Guayaba	0.93	5.0	3.0
Guamuchil	4.35	23.3	3.3
Majahua	1.24	6.7	4.8
Mezquite	0.62	3.3	8.0
Morita	1.24	6.7	2.0
Nopales	4.04	21.7	2.6
Ozotes	1.55	8.3	3.6
Paraíso	0.31	1.7	3.0
Tepame	0.62	3.3	1.5
Zapote blanco	1.55	8.3	8.4

Fuente: Datos obtenidos del levantamiento de la información

Como se observa de las tablas anteriores la densidad de árboles, expresado en número de individuos por hectárea es mayor en el bosque tropical caducifolio, que en el predio de cultivo. Lo esporádico de la vegetación del predio se ha presentado desde hace más de cien años, ya que desde la dotación ejidal, el predio ha sido dedicado al cultivo de maíz de temporal y al pastoreo de ganado vacuno. Las especies del BTC tienen uso múltiple como forrajeras, alimenticias, combustible, cerco vivos, ornamental, etc. Entre las especies forrajeras del BTC que podrían usarse en sistemas agroforestales, o manejándolas dentro del predio en un sistema de rotación del ganado, están *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena esculenta*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Verbesina greenmanii*, y *Acacia riparia*, entre muchas otras. (Sánchez, 2002; Sánchez y Pineda, 2008, García y Sánchez, 2012).

Una comparación indirecta de la mayor acumulación de biomasa, captura de carbono y productividad primaria entre el predio y el BTC se puede apreciar al comparar la densidad de población de las plantas arbóreas (Cuadro 11.3 y 11.4), así como en la altura que tienen algunas especies comunes, como se aprecia en el Gráfico 11.

Gráfico 11 Altura (m) de árboles en predio de cultivo y bosque tropical caducifolio



Fuente: Datos obtenidos del levantamiento de la información

Estructura Vegetal. Formulas fisionómicas

Para el bosque tropical caducifolio (BTC), se determinó la siguiente Fórmula Fisionómica o F_1 :

$$F_1 = D_{6p}, D_{5i}; W_{6p}, W_{5r}; S_{5a}; C_{(1-5)b}; L_{1r}; A_{(1-3)c}; H_{(2-4)r}$$

Esta fórmula describe un bosque mixto caducifolio, con presencia de dos estratos (de 5 a 10 y de 10 a 20 m) de árboles caducifolios de hoja ancha y hoja compuesta, así como la presencia de pitaya, líquenes y musgos, así como arbustos con una cobertura menor a 25 % y presencia continua de hierbas anuales, sin pasto. La presencia de líquenes y musgos estuvo asociada a la época lluviosa donde se hizo la estimación.

Para el Predio dedicado a producción de maíz de temporal y ganadería de pastoreo, se determinó la fórmula fisionómica F_2 siguiente:

$$F_2 = V_{6a}; D_{4b}; W_{5b}, W_{4r}; S_{4a}; G_{3c}, G_{2p}; H_{2b}$$

Esta fórmula señala la presencia de un solo árbol siempre verde (zapote blanco), así como la presencia de árboles caducifolios de hoja compuesta (mezquite, tepame, guamúchil) y caducifolios de hoja ancha (majagua, ozote, guacima), suculentas como el nopal, pastos y maíz. Los árboles caducifolios presentes, a pesar de su baja presencia, tiene relación con la actividad ganadera y como menciona Carranza, *et. al.* (2003), son especies con amplio potencial forrajero, ricas en proteína, que brindan además importantes servicios ambientales.

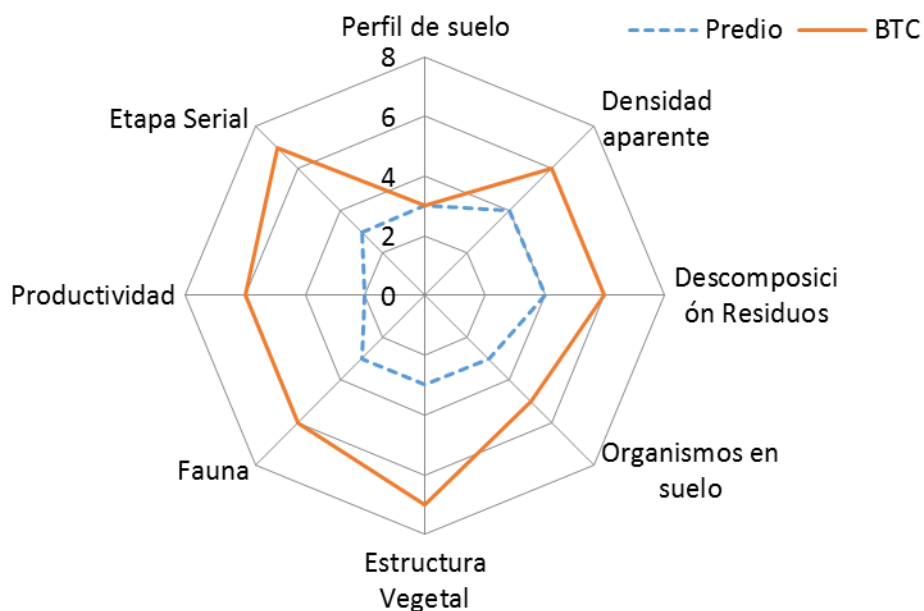
La diferencia entre el predio y el bosque tropical, es decir, la brecha para llegar a un bosque análogo sería la siguiente fórmula fisionómica:

$$F_3 = D_{6p}, D_{5i}; W_{6p}, W_{5r}; S_{5a}; C_{(1-5)b}; A_{(1-3)c}$$

Valoración Ecológica

Considerando los indicadores para la valoración ecológica propuestos por la RIFA (2014) y adaptados para este estudio, en el Gráfico 11.1 se muestra la comparación entre la valoración para el predio de cultivo y la zona de BTC.

Gráfico 11.1 Valoración ecológica del Predio de estudio y del BTC



Fuente: Datos obtenidos del levantamiento de la información

El predio de cultivo, al estar en una de las primeras etapas de sucesión ecológica, presenta una menor etapa serial, menor productividad, fauna, estructura vegetal. Las diferencias en perfil de suelo son pocas al estar ambas condiciones en terrenos con pendiente y de poca profundidad. La descomposición de residuos es alta en ambos lados, en el predio por el aporte del estiércol bovino da contenidos de materia orgánica alta. Si bien, la mayor cobertura vegetal hace que en el BTC se tenga una mejor densidad, menor compactación. En las siguientes figuras se muestra la vegetación del área del BTC de la zona aledaña a la cabecera municipal de Tenamaxtlan, Jalisco y del predio de cultivo.

Figura 11 Vegetación del Bosque Tropical Caducifolio



Fuente: María del Rocío Romero

Figura 11.1. Vegetación del Predio

Fuente: María del Rocío Romero

11.3 Conclusiones

1. La valoración ecológica desde la metodología de la forestería análoga permite identificar especies vegetales que pueden ser pioneras para áreas degradadas y analizar los cambios pertinentes para la recuperación ecosistemas nativos.
2. Especies como guácima, majagua, tepame y palo dulce, se presentaron tanto en el Bosque tropical caducifolio y en predio de cultivo, las cuales están asociadas a uso forrajero.
3. La presencia de árboles y arbustos de potencial forrajero y uso múltiple, permiten valorar las especies presentes para la reforestación del predio, pero su baja cobertura indica que su transformación requerirá de un lapso amplio de tiempo.

11.4 Agradecimientos

Se agradece a la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo que a través de Centro de Investigación en Agricultura Orgánica financió el presente estudio.

11.5 Referencias

- Altieri M, A., C. Nicholls. (2011). *El potencial agroecológico de los sistemas agroforestales en América Latina*. Revista de Agroecología LEISA. Lima Perú 27 (32-35)
- Carranza M. M. A. *et al.* (2003). *Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México*. Agrociencia 37: 203-210
- CONAFOR (2013). *Boletín 105*. [En Línea]
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/4724El%2082%20por%20ciento%20de%20a%20deforestaci%C3%B3n%20en%20M%C3%A9xico%20es%20por%20cambio%20de%20uso%20del%20suelo.pdf>
- García N. R. M. y A. Sánchez V. (2012). *Revalorización de Especies Nativas de Uso Múltiple en la Región del Bajío, Guanajuato*. Jornada de Difusión Científica, Tecnológica y Humanística y Primer Encuentro Nacional de Investigadores. Oaxtepec, Morelos. 27 y 28 de septiembre de 2012. UACH, Chapingo, Méx. En CD.
- Gliessman S. R. y Rosemeyer M. (Ed). (2009). *The Conversion to Sustainable Agriculture. Principles, Processes, and Practices*. Series Advances in Agroecology. Editor: Clive A. Edwards. Taylor and Francis Group. 370 p.

- Krishnamurthy *et al.* (2003). *Introducción a la Agroforestería para el desarrollo rural*. Semarnat. México. 105 p.
- RIFA. (2014). *Forestería Análoga. Una guía práctica para la restauración de la biodiversidad*. IAFN-RIFA. Costa Rica. 67 p.
- IFOAM. (2010). *Los principios de la agricultura orgánica*. [En Línea]
http://www.ifoam.org/sites/default/files/poa_folder_spanish.pdf
- INEGI. (2009). *La alimentación en México: un estudio a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares* [En Línea].
<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/sociodemograficas/alimento03.pdf>
- Jalisco, Gobierno del Estado. (2014). [En Línea].
<http://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/tenamaxtlan>
- Márquez M. S., F. Funes-Monzote, N. Valdés R. (2011). *Experiencias Agroecológicas locales en el municipio de La Palma como modelo para el sistema alimentario en Cuba*. Revista de Agroecología LEISA. Lima, Perú. 27: 16-17
- Murgueito E.R. (1992). *Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria para campesinos*. Revista Agroecología y Desarrollo (CLADES) Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. Santiago Chile 3:108
- Nicholls C. y M. A. Altieri.(2012). *Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI*. Agroecología 6: 29-37.
- PESA-FAO. (2010). *Proyecto estratégico para la Seguridad alimentaria*. SAGARPA. FAO. 22 p.
- Romero L. M. R., *et al* (2013). *Estrategias de manejo de parcela orgánica diversificada para la alimentación familiar*. Memoria IV Congreso Latinoamericano de Agroecología. Universidad Nacional Agraria La Molina. SOCLA. Lima, Perú. P. 106.
- Sánchez V. L. R. *et al.* (2002). *Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la sierra de Manantlán, México*. Antagonismo de usos. Polibotánica Num. 13: 25-46
- Sánchez V. L. R. y M. R. Pineda-López. (2008). *Vacas y bosques de la Sierra de Manantlán: estrategias de restauración y manejo*. En: Sánchez Velásquez Lázaro Rafael *et al.* Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña de México. CONABIO. Universidad Veracruzana. Mundiprensa. México. Pp. 201-210.
- Sarandón S. J. y Flores C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. 1ª. Edición. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.