

Practices used to production and to improve productivity of an agroforestry module

Prácticas utilizadas para la producción y mejora de la productividad de un módulo agroforestal

Torres-Aquino, M.¹; Sandoval-Noriega R. A.²; Martínez-Hernández, J.J.²; Gavi-Reyes, F.^{3*}; Sandoval-Noriega, R.A.²

¹Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. ²Comisión Nacional de Zonas Áridas. Blvd. Vito Alessio Robles 2565, Nazario S. Ortiz Garza, Coahuila, México. C. P. 25100. ³Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

*Autor de correspondencia: gavi@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate the practices for agricultural production and productivity improvement in an agroforestry module.

Design/methodology/approach: A comparatively analysis of practices performed by land producer in an agroforestry module was carried out. Yield obtained in two-year period, both from the economic income point of view and diversification of plant species established were also assessed.

Results: The practices used in the module were: a) conservation (reduced tillage), b) vegetative (crop diversification, associated crops, intercropping and crop rotation) and c) agronomic (bottom fertilization and fertigation). During this study (2015-2018), 16 plant species were established. Yields and income from the sale of surplus production increased over time, which contributed to the food security and economy of the rural family.

Limitations on study/implications: The present work did not evaluate the biological efficiency of the crop association in the agroforestry module, which could give an additional value to this type of production versus monoculture systems.

Findings/conclusions: The type of practices used in the production of food and fodder in an agroforestry module was documented. The production of crops in small areas, under the agroforestry approach, can represent a sustainable alternative of agricultural production for the arid and semi-arid regions and a mean to improve income and nutrition of the rural family.

Keywords: agroforestry, arid, income, water use efficiency.

RESUMEN

Objetivo. Determinar las prácticas utilizadas para la producción agrícola y mejora de la productividad de un módulo agroforestal.

Diseño/metodología/aproximación. Se realizó el análisis comparativo de las prácticas que el productor realiza en un módulo agroforestal, así como del rendimiento obtenido en dos años, desde el punto de vista económico y de diversificación de especies vegetales que fueron establecidas.



Resultados. Las prácticas utilizadas en el módulo fueron: a) conservación (labranza reducida); b) vegetativas (diversificación de cultivos, cultivos asociados, cultivos intercalados y rotación de cultivos); y c) agronómicas (fertilización de fondo y fertigación). Durante el periodo evaluado (2015-2018) se establecieron 16 especies vegetales. Los rendimientos e ingresos por venta de excedentes de la producción se incrementaron con el tiempo, lo cual contribuyó en la seguridad alimentaria y economía de la familia rural.

Limitaciones del estudio/implicaciones. En el presente trabajo, la eficiencia biológica de la asociación en el módulo agroforestal no fue evaluada. Dicha eficiencia podría dar un valor adicional a este tipo de producción *versus* los sistemas de monocultivo.

Hallazgos/conclusiones. Se documentaron las características del tipo de prácticas utilizadas en la producción de alimentos y forrajes en un módulo agroforestal. La producción de cultivos en pequeñas superficies, bajo el enfoque agroforestal, es una alternativa sustentable de producción agrícola para las regiones áridas y semiáridas, asimismo es un medio para mejorar el ingreso y nutrición de la familia rural.

Palabras clave: agroforestal, árido, ingreso, eficiencia del agua.

INTRODUCCIÓN

Las regiones áridas y semiáridas, generalmente enfrentan problemas de variabilidad climática, degradación de sus recursos naturales y como consecuencia disminución de la productividad agrícola (Syano *et al.*, 2016). Por lo tanto, se requiere del diseño de estrategias e implementación de técnicas sustentables orientadas a estabilizar la productividad y conservación de los ecosistemas degradados (Montagnini, 2017). Entre estas estrategias, los sistemas agroforestales (SAF) son cada vez más relevantes en todo el mundo, debido a que representan un componente integral de productividad y sustentabilidad en climas secos (Syano *et al.*, 2016).

Smith *et al.* (2013) definieron a los SAF, como la producción en asociación de árboles y cultivos o animales sobre una misma superficie de terreno, la cual puede ser deliberada o no, donde los árboles constituyen un nuevo estrato y un nuevo componente en interacción con los cultivos a diferentes niveles: en el suelo, vía el sistema radical; a nivel aéreo, por competición de luz e importante contribución en la generación de un microclima (Gea-Izquierdo *et al.*, 2009). El éxito de la asociación de diversas especies cultivadas sobre una misma superficie se sustenta en la complementariedad de estas especies desde un punto de vista biológico y agronómico (Smith *et al.*, 2013).

La sociedad ha llegado a reconocer los beneficios sociales, económicos y ambientales de los SAF, entre los que se encuentran: seguridad alimentaria y desarrollo rural (Tiwari *et al.*, 2017), la restauración de ecosistemas degradados (Montagnini, 2017), captura de carbono (Chevallier *et al.*, 2015), adaptación y mitigación al cambio climático (Catacutan *et al.*, 2017), uso eficiente del agua (Anderson *et al.*, 2009). En este contexto, investigadores del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, diseñaron, consolidaron y transfirieron un módulo agroforestal para regiones de clima seco a pequeños

productores del Altiplano Potosino, pertenecientes a localidades de alta y muy alta marginación (Torres-Aquino *et al.*, 2016). Con base en lo anterior, el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivos: 1) Conocer las prácticas utilizadas en la producción de cultivos en un módulo agroforestal y 2) Determinar la producción de cultivos en el módulo agroforestal durante dos años, en términos de diversificación de especies y beneficio económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en un módulo agroforestal establecido en la localidad El Hospital, perteneciente al municipio de Charcas, San Luis Potosí (Figura 1), cuyo beneficiario es el Sr. Tomás Ibanda Carreón. Dicho módulo está conformado por una diversidad de grupos funcionales de plantas sobre el mismo terreno, importantes desde el punto de vista agrícola, hortícola, frutícola y pecuario.

De acuerdo con Barajas (2017), los elementos que conforman la unidad agroforestal bajo estudio son: predio de 1485 m², noria de bajo gasto, sistema de riego por goteo por gravedad con depósito para el agua con capacidad de 1.1 m³ colocado a 1 m de altura; en dicho depósito se realiza la mezcla de fertilizantes.

En 2015, se trasplantaron 2 hileras de árboles de durazno de la variedad Diamante mejorado, a distancia entre hileras de 22 m y separación entre árboles de 3.5 m; cada hilera cuenta con 16 árboles frutales.

El módulo tiene 44 camas de cultivo de 0.7 m por 0.3 m (ancho por profundidad), con una separación entre camas de 1 m. En ellas se siembran o trasplantan diversos cultivos, cuya

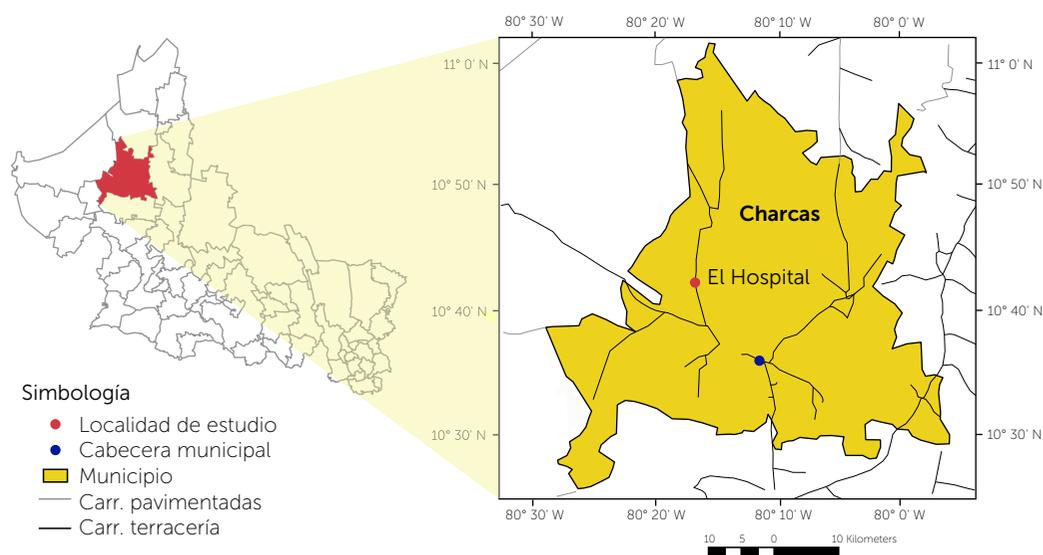


Figura 1. Localización geográfica de la localidad El Hospital, en el municipio de Charcas, San Luis Potosí, México, donde se ubica el módulo agroforestal.

densidad de población varía entre 5,000 a 35,000 plantas, en función de la especie vegetal y disponibilidad del agua.

Análisis de las prácticas utilizadas. Este fue realizado, con base en visitas de campo e información recabada de pláticas sostenidas con el productor y técnico encargado del módulo.

Productividad y diversificación. Para determinar la producción y diversificación de especies vegetales del módulo, se analizaron los datos de rendimiento de los cultivos cosechados durante 2015 a 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prácticas utilizadas en el módulo. En el ámbito de los suelos, el manejo puede darse mediante prácticas que conservan la fertilidad de los suelos (también conocidas como agronómicas y vegetativas) y prácticas de conservación cuya principal función es la de retener sedimentos (conocidas como prácticas mecánicas) (Cotler y Cuevas, 2017).

Las prácticas utilizadas en el módulo fueron: a) prácticas de conservación (labranza reducida), b) prácticas vegetativas (diversificación de cultivos, cultivos asociados, cultivos intercalados y rotación de cultivos) y c) prácticas agronómicas (fertilización de fondo y fertigración).

Labranza reducida. Al momento de establecer el módulo, se realizó la preparación del terreno mediante un paso de arado y rastreo del suelo, posterior a lo cual

se formaron las camas de cultivo. A la fecha sólo se trabaja con herramientas manuales en la cama de cultivo (en 5 años el suelo ha permanecido sin paso de arado). El término labranza reducida abarca una variedad de prácticas de labranza, pero nunca implica invertir el suelo. Kassam et al. (2009) afirmaron que tanto los cultivos como los árboles se benefician de una perturbación mínima del suelo, y que la agri-

cultura de conservación y la agroforestería combinadas tienen efectos sinérgicos en la salud del suelo y la productividad de los cultivos. Estos mismos autores recomiendan combinar la agricultura de conservación con agroforestería como un enfoque sustentable.

Prácticas vegetativas. Con el fin de diversificar la producción, en el módulo intencionalmente se realiza la siembra o trasplante de cultivos múltiples, lo cual incide en una dieta alimentaria más diversa, además de que el productor no tiene problemas para comercializar sus productos, con base en lo que demandan los pobladores del área de estudio.

Los tipos de cultivos múltiples establecidos en el módulo agroforestal fueron: cultivos asociados (durazno/cultivos), cuyo arreglo fue similar al utilizado por Pavón et al. (2014); cultivos intercalados; cultivos en fajas (ejemplo: surcos de ajo y alfalfa); y rotación de cultivos (Figura 2).

El sistema de cultivos múltiples, se basa en el desarrollo y manejo de la agrobiodiversidad en unidades de producción rural, con el fin de generar ingresos y servicios ecosistémicos (Godfray et al., 2010; Koohafkan et al., 2011). Con el establecimiento de cultivos múltiples se busca, en primer término, incrementar los rendimientos por unidad de área y tiempo, a través de dos mecanismos no excluyentes, los cuales son: i) utilización más eficiente de los recursos del ambiente; y ii) aprovechamiento de las ventajas de la interacción entre las especies componentes a través de una particular configuración espacial (Caviglia, 2009).



Figura 2. Rotación de cultivos en el módulo agroforestal localizado en la localidad El Hospital, Charcas, San Luis Potosí, México.

Prácticas agronómicas:

Fertilización de fondo. Ésta se realiza anualmente mediante la incorporación de una mezcla de estiércol vacuno (5 t ha⁻¹) y fertilizante mineral (40 N: 80 P₂O₅: 50 K₂O kg ha⁻¹) con las siguientes fuentes: sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y cloruro de potasio. Esta práctica, además de ser fuente de nutrientes para los cultivos, estimula la actividad microbiana y mejora la retención de agua del suelo. Actualmente se recomienda, la aplicación combinada de abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos, para la conservación y el incremento de la fertilidad del suelo (Fening et al., 2011). Dicha combinación induce mayor crecimiento y producción de frutos, asimismo mejora las propiedades físicas y químicas del suelo (Suge et al., 2011).

Riego. De acuerdo al cultivo se utilizan diferentes láminas de riego, las cuales varían de 120 a 290 m³ 1200².

Fertigación. Desde el trasplante hasta la cosecha se aplicó la fertilización 100 N:80 P₂O₅ :80 K₂O kg ha⁻¹, a través del sistema

de riego por goteo por gravedad. Esta práctica conocida como fertirrigación permite un adecuado y preciso suministro de agua y nutrientes con una distribución temporal y uniforme para satisfacer la demanda nutrimental del cultivo (Bar-Yosef, 1999), además asegura el ahorro de fertilizantes y disminuye la lixiviación de N-NO₃ (Asadi et al., 2019).

Cotler y Cuevas (2017) realizaron un estudio en 42 sistemas agrícolas y agroforestales determinando que en el 19% de ellos aplican sólo

una práctica agronómica, en 68% aplican dos o más y en el restante 13% no aplica este tipo de prácticas. Las prácticas más utilizadas fueron: rotación de cultivos, aplicación de materia orgánica y establecimiento de cultivos asociados, en combinación con prácticas mecánicas.

El mayor desafío para la agroforestería en zonas áridas es identificar las combinaciones de especies y prácticas de manejo que optimicen el suministro de la poca agua disponible y minimicen la inevitable competencia entre los árboles y cultivos (Ong et al., 2007).

Diversificación de especies.

Durante el período analizado el productor cosechó productos de 16 especies vegetales pertenecientes a 11 familias (Cuadro 1). Las familias Amaryllidaceae, Fabaceae, Cucurbitaceae, Apiceae, Astereceae y Solanaceae estuvieron representadas cada una por dos especies y el resto de las familias por una especie. En ambientes tropicales se ha reportado un número más elevado de especies vegetales. Pavón et al. (2014) reportaron 26 cultivos con

Cuadro 1. Composición de especies vegetales en el módulo agroforestal en el periodo bajo estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L. var. cicla	Acelga
Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasúchil
Solanaceae	<i>Capsicum annum</i> L.	Chile
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes	Durazno
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Maíz
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	Pepino
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Repollo
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Zanahoria

diferentes usos en SAF de Cuba; mientras que Okubo *et al.* (2010) encontraron 42 especies vegetales al analizar 83 SAF en Indonesia. Es importante mencionar que la superficie total analizada en estos estudios fue superior a la del módulo del presente estudio.

La diversificación de productos (granos, verduras, frutas, especies aromáticas, etc.) en los SAF permite una dieta variada para las familias rurales y la reducción del impacto que causa el cambio climático (Kumar y Nair, 2004; Torres Aquino *et al.*, 2016; Tiwari *et al.*, 2017). Además, los cultivos que se establecen en los SAF dependen de la elección de los productores (Hanif *et al.*, 2018). En el presente estudio, la evaluación se dividió en dos periodos, el primero de junio 2015 a marzo 2016 y el segundo de agosto 2017 a octubre 2018, debido a que el número de especies productoras fue diferente como se presentará a continuación.

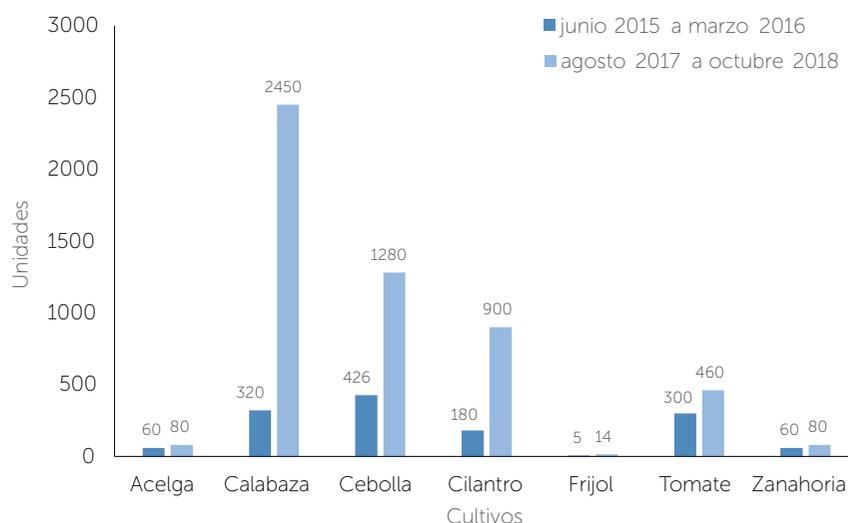


Figura 3. Producción de las especies vegetales en un módulo agroforestal de 1200 m². Las unidades de producción corresponden a kg, excepto para acelga y cilantro, cuyas unidades son manojos.

Rendimiento. Se observaron mayores rendimientos y un número mayor de especies cultivadas durante el segundo periodo, respecto al primero periodo evaluados (Cuadro 2 y Figura 3). En el primer periodo se cultivaron 10 especies y se realizaron 13 cosechas, ya que hubo

Cuadro 2. Rendimiento e ingreso obtenido en diferentes cultivos, en un módulo agroforestal con una superficie útil de 1200 m², durante los periodos analizados.

Junio 2015 a marzo 2016				Agosto 2017 a octubre 2018			
Cultivo	Unidad	Rendimiento	Ingreso (\$)	Cultivo	Unidad	Rendimiento	Ingreso (\$)
Acelga	manojos	60	300.00	Acelga	manojos	80	400.00
Calabaza	kg	240	2,400.00	Ajo	kg	30	1,500.00
Calabaza	kg	80	800.00	Ajo segunda etapa	pieza	22500	28,125.00
Cebolla	kg	426	4,260.00	Alfalfa	kg	1600	5,600.00
Chile	kg	10	150.00	Calabaza	kg	450	4,500.00
Cilantro	manojos	80	400.00	Calabaza	kg	2000	10,000.00
Cilantro	manojos	100	500.00	Cebolla	kg	880	8,800.00
Frijol	kg	5	75.00	Cebolla	kg	400	2,000.00
Maíz elote	pieza	500	1,000.00	Cilantro	manojos	900	4,500.00
Maíz forrajero	kg	300	150.00	Durazno	kg	30	450.00
Tomate	kg	300	3,000.00	Flor de cempasúchil	ramos	400	4,000.00
Verdura	paquete	280	2,800.00	Frijol	kg	14	210.00
Zanahoria	kg	60	600.00	Lechuga	pieza	360	2,520.00
				Pepino	kg	50	500.00
				Repollo	pieza	320	1,600.00
				Repollo	pieza	360	2,520.00
				Repollo	pieza	360	1,800.00
				Tomate	kg	60	1,200.00
				Tomate	kg	400	2,000.00
				Zanahoria	kg	80	560.00

dos cosechas de calabaza, cilantro y maíz. En el segundo periodo se cultivaron 14 especies y se llevaron a cabo 20 cosechas, ya que el ajo, la calabaza, cebolla, repollo y tomate tuvieron más de una cosecha.

La más amplia variedad de especies cultivadas, el mayor rendimiento y la experiencia acumulada del productor incidieron en el incremento de ingresos por venta de excedentes de producción, por lo que también se mejoró la relación beneficio costo del módulo agroforestal (Cuadro 3).

Dicha diversificación también aumentó el potencial de una adecuada alimentación de la familia rural. Al respecto, se ha mencionado que, la cantidad y diversidad de productos se incrementa sustancialmente en los SAF a través del tiempo, donde los productos son utilizados por la familia para contribuir en su seguridad alimentaria, y generar ingresos a través de la venta del excedente de productos, lo cual contribuye a la mejorara de la condición socio-económica de los productores rurales (Torres-Aquino *et al.*, 2012; Hanif *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

Las prácticas para la producción y mejora de productividad del SAF son: a) conservación (labranza reducida); b) vegetativas (diversificación de cultivos; cultivos asociados, cultivos intercalados y rotación de cultivos); y c) agronómicas (fertilización de fondo, riego y fertigración).

La diversificación y uso adecuado de prácticas de manejo mejoraron la productividad del módulo por unidad de superficie, cuyos indicadores fueron la producción y su valor.

Cuadro 3. Ingreso total obtenido por diferentes cultivos, en un módulo agroforestal con una superficie útil de 1200 m², durante los periodos analizados.

Periodo	junio 2015 a marzo 2016	agosto 2017 a octubre 2018
Ingreso total (\$)	16,435.00	82,785.00
Costo de producción (\$)	4,622.80	16,850.00
Relación B/C	3.60	4.90

El mayor ingreso económico y relación beneficio: costo se asociaron al incremento en especies vegetales cultivadas y a la introducción de un árbol frutal (durazno). Lo anterior se puede atribuir también a la experiencia y seguridad adquirida por la familia rural al paso de los años.

AGRADECIMIENTOS

Los datos del presente artículo forman parte de los resultados del "Proyecto para la suficiencia alimentaria en la Región Altiplano, Centro y Media del Estado de San Luis Potosí", el cual fue financiado por SAGARPA y Fundación Coca Cola, teniendo como instituciones ejecutoras al INCA RURAL y PRONATURA, A.C.

LITERATURA CITADA

Anderson, S.H., Udawatta, R.P., Seobi, T., & Garrett, H.E. (2009). Soil water content and infiltration in agroforestry buffer strips. *Agroforestry Systems* 75: 5-16. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9128-3>

Asadi, M.E., Clemente, R.S., Das Gupta A., Loof, R., Hamsem G.K (2019). Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid-sulphate soil in Thailand. *Agricultural Water Management* 52: 197-213.

Barajas, T.S. (2017). Análisis de unidades de producción agroforestal familiar en el Altiplano Potosino. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados-Campus San Luis Potosi. Salinas, SLP, México. 90 p.

Bar-Yosef, B. (1999). Advances in fertigation. *Advances in Agronomy* 65: 1-77. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60910-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60910-4)

Catacutan, D.C., van Noordwijk, M., Nguyen, T.H., Öborn, I., & Mercado, A.R. (2017). Agroforestry contribution to food security and climate change adaptation and mitigation in Southeast Asia. White Paper. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program; Jakarta, Indonesia: ASEAN-Swiss Partnership on Social Forestry and Climate Change. 36 pp. Recuperado el 27 de julio de 2019 de <https://www.worldagroforestry.org/region/sea/publications/detail?pubID=4231>.

Cotler, H. & Cuevas, F.M.L. (2017). Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México. Fundación Río Arronte y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable. CDMX, México. 114 pp. Recuperado el 27 de julio de 2019 de <https://www.centrogeo.org.mx/archivo/archivo-comunicacion/comunicacion-libros/275-estrategias-de-conservacion-de-suelos-en-agroecosistemas-de-mexico/file>.

Caviglia, O.P. (2009). La contribución de los cultivos múltiples a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de Cultivos de Verano. Campaña 2009, Publicación Miscelánea. 115, 37-47. Recuperado el 27 de julio de 2019 de http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/115/misc115_037.pdf.

Chevallier, T., Cardinael R., Béral C., Chenu C. & Bernoux M. (2015). L'agroforesterie permet-elle de concilier production agricole et atténuation du changement climatique? *Forêt-entreprise* 225: 49-53.

Fening, J.O., Ewusi-Mensah, N. & Safo, E.Y. (2011). Short term effects of cattle manure compost and NPK application on maize grain yield and soil chemical and physical properties. *Agricultural Science and Research Journal* 1: 69-83. DOI: 10.4067/S0718-95162017005000002

Gea-Izquierdo, G., Montero, G., & Cañellas, I. (2009). Changes in limiting resources determine spatio temporal variability in tree-grass interactions. *Agroforestry Systems*, 76: 375–387. DOI: 10.1007/s10457-009-9211-4

- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R. & Haddad, L. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812–818. doi:10.1126/ science.1185383.
- Hanif, M.A., Roy, R.M., Bari, M.S., Ray, P.C., Rahman, M.CS, & Hasan M.F. (2018). Livelihood improvements through Agroforestry: Evidence from Northern Bangladesh. *Small-scale Forestry* 17. <https://doi.org/10.1007/s11842-018-9400-y>.
- Kassam, A.H., Friedrich, T., Shaxson, F., & Pretty, J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7: 292-320. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477>
- Koohafkan, P., Altieri, M., & Gimenez, E.H. (2011). Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agriculture and Sustainability* 10: 61–75. <https://doi.org/10.1080/14735903.2011.610206>
- Kumar, B.M., & Nair, P.K.R. (2004). The enigma of tropical homegardens. *Agroforestry Systems* 61: 135-152. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028995.13227.ca>
- Montagnini, F. (2017). Introduction: Challenges for Agroforestry in the New Millennium. Pp 3-10. In Montagnini, F. *Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty*. *Advances in Agroforestry* 12. Springer.
- Okubo, S., Parikesit, Harashina, K., Dendi, M., Oekan, S.A., & Takeuchi, K. (2010). Traditional perennial crop-based agroforestry in West Java: the tradeoff between on-farm biodiversity and income. *Agroforestry Systems* 80: 17-31. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9341-8>
- Ong, C.K., Anyango, S., Muthuri, C.W., & Black, C.R. (2007). Water use and water productivity of agroforestry systems in the semi-arid tropics. *Annals of Arid Zone* 46: 255-284.
- Pavón, R.M.I., Domini, C.M.E., Suárez, V.G.M., Flores, J. y Almenares, G.G.R. (2014). Sistema agroforestal para el uso racional del suelo en el municipio San José de Las Lajas, provincia Mayabeque. *Cultivos Tropicales* 35: 14-20.
- Smith, J., Pearce, B.D., & Wolfe, M.S. (2013). Reconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? *Renewable Agriculture and Food Systems* 28: 80-92. <https://doi.org/10.1017/S1742170511000585>
- Suge, J.K., Omunyin, M.E., & Omami, E.N. (2011). Effects of organic and inorganic sources of fertilizer on growth, yield and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Archives of Applied Science Research* 3, 470-479.
- Syano, N.M., Wasonga, O.V., Nyangito, M., Kironchi, G., & Egeru, A. (2016). Ecological and socio-economic evaluation of dryland agroforestry systems in East Africa. in Fifth African Higher Education Week and RUFORUM Biennial Conference 2016, South Africa. RUFORUM Working Document Series (ISSN 1607-9345) No. 14 (1): 525-535. Recuperado el 27 de julio de 2019 de <https://repository.ruforum.org/system/tdf/Syano.pdf?file=1&type=node&id=36237&force=>
- Tiwari, P., Kumar, R., Thakur, L., & Salve, A. (2017). Agroforestry for Sustainable Rural Livelihood: A Review. *International Journal of Pure and Applied Bioscience* 5: 299-309. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2439>.
- Torres-Aquino, M., Martínez-Hernández, J.J., Olmos-Oropeza, G., Ríos-Hernández, I. & Martínez-Montoya, J.F. (2012). Módulos agroforestales; una alternativa viable para regiones semiáridas. 235-239. En SMCS. *Memorias del XXXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Zacatecas, Zac., México*.
- Torres-Aquino, M., Martínez-Hernández, J.J., Olivera-Méndez, A., & Hernández-Ríos, I. (2016). Módulo agroforestal para regiones de clima seco. *Agroproductividad* 9: 43-44.

