

# OPCIONES AGROFORESTALES PARA PRODUCTORES DE AGUACATE

## Agroforestry Options for Avocado Producers

G. Montiel-Aguirre<sup>1</sup>, L. Krishnamurthy<sup>1‡</sup>, A. Vázquez-Alarcón<sup>2</sup> y M. Uribe-Gómez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La presente investigación se realizó con la meta de proponer opciones agroforestales para el manejo del aguacate en el estado de Michoacán, México. Se usó la metodología de diagnóstico y diseño (D&D) desarrollada por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF). Los objetivos específicos de la investigación fueron diagnosticar el problema del uso de la tierra de los productores de aguacate y caracterizar las opciones agroforestales practicadas actualmente por campesinos innovadores. El estudio incluyó la evaluación del sistema agroforestal aguacate-café-guayaba, en relación con el sistema de monocultivo de aguacate. Se analizó por su composición de especies, su organización temporal y espacial, su diversificación de productos, su régimen de manejo, sus requerimientos de mano de obra y su productividad y rentabilidad económica. El valor de uso equivalente de la tierra (LER) de 2.30 se obtuvo para el sistema agroforestal con relación al monocultivo de aguacate. Los valores de relación B/C (beneficio/costo) de 2.42 y 2.34 para el sistema agroforestal y la plantación de monocultivo, respectivamente, indican que el sistema agroforestal es más productivo y económicamente más rentable que el sistema de monocultivo. Además de los sistemas de producción existentes, hay oportunidades para diseñar mejores tecnologías agroforestales, con la incorporación de especies vegetales de alto valor acordes con las condiciones biofísicas y posibilidades socioeconómicas de los productores del estado de Michoacán, para contribuir al desarrollo de la agricultura sostenible.

**Palabras clave:** uso de la tierra, agrosilvicultura, innovación tecnológica, Michoacán.

<sup>1</sup> Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, Estado de México.

<sup>2</sup> Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, Estado de México.

<sup>‡</sup> Autor responsable (krishna\_lr@yahoo.com)

Recibido: abril de 2004. Aceptado: octubre de 2007.  
Publicado en Terra Latinoamericana 26: 85-90.

### SUMMARY

The present research was conducted to propose agroforestry options for avocado plantations in the State of Michoacan, Mexico, using the Diagnosis and Design (D&D) methodology developed by the International Center for Research in Agroforestry (ICRAF). The specific objectives of the present research were to diagnose the land-use problems of the avocado producers and to characterize the promising agroforestry options practiced at present by the innovative farmers. The study included a comparative evaluation of avocado-coffee-guava agroforestry system and avocado monocrop system. The species composition, spatial and temporal organization, product diversification, management regimen, labor requirements, productivity and economic profitability were analyzed. The value of land equivalent ratio (LER) of 2.30 was obtained for the avocado based agroforestry system. The values of benefit/cost ratio of 2.42 and 2.34 were obtained for the agroforestry system and the monocrop plantation, respectively. The results indicate that avocado based agroforestry system is more productive and economically more profitable than the monocropping system. In addition to the existing production systems, there are opportunities for improving agroforestry technologies with the incorporation of several promising plant species, in harmony with the biophysical conditions and socioeconomic possibilities of the farmers in the State of Michoacan to contribute to the development of sustainable agriculture.

**Index words:** land use, agrosilviculture, technology innovation, Michoacan.

### INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán, en una superficie de 1 094 388 ha, se cultivan alrededor de 128 especies vegetales, de las cuales 71 son cultivos cíclicos y ocupan 76% de la superficie cultivada y 57 son cultivos perennes con 24% de la superficie (SAGARPA, 2002). Estos últimos se han expandido a gran escala en plantaciones de monocultivo, sobre todo el aguacate que en cifras

actuales ya supera las 80 000 ha. La problemática principal a la que se enfrentan los pequeños productores de estas plantaciones es la baja rentabilidad de sus sistemas productivos, cada vez más especializados y con requerimientos de capital más intensivos; esto debido principalmente a los bajos precios de sus productos, altos costos de producción, bajo rendimiento y nulo valor agregado a sus productos.

El cultivo del aguacate, en el estado de Michoacán, se desarrolla en 78% en propiedad privada, en los municipios de Uruapan, Nuevo Parangaricutiro, Tancítaro, Ziracuaretiro, Tingambato y Taretan, que corresponden a 41 000 ha, mientras que 16% se cultiva en ejidos y 6% en propiedad comunal (SEDAGRO y SAGAR, 1998).

De acuerdo con Santiago-Jiménez (2002), la superficie mínima rentable para el cultivo del aguacate es de 6.72 ha; el mismo autor considera a 23 municipios como importantes en el cultivo del aguacate, de los cuales 13 municipios se ubican por abajo de la superficie mínima rentable y 10 por arriba de ésta. En el Cuadro 1 se incluyen algunos municipios con los datos de producción.

Si se considera a las 21 694 ha certificadas para la temporada de exportación 2003–2004, que corresponden a 1395 productores, se tiene una superficie promedio por productor de 15.6 ha, dos veces mayor que el promedio estatal de superficie de 7.98 ha por productor. Los municipios certificados para exportar a Estados Unidos son: Tancítaro, Uruapan, Salvador Escalante, Nuevo Parangaricutiro, Peribán, Ario de Rosales y Taretan, en donde la superficie promedio por productor

es mayor de 6.72 ha (superficie mínima rentable), por lo que se requiere al menos esa superficie para que se minimicen los costos unitarios y se pueda competir en el mercado nacional y de exportación.

La expansión de plantaciones de monocultivo del aguacate que responde en gran medida a satisfacer la demanda del mercado externo está desplazando grandes superficies de vegetación natural (bosques y selvas) y huertos de traspatio, práctica tradicional con una gran variedad de especies comestibles. Aunado a este cambio de uso de suelo hay que sumar la pérdida de bosques, de forma legal e ilegal, para la elaboración de cajas para empaque y embalaje del fruto. Bocco *et al.* (2001) reportan que la pérdida de bosques en Michoacán debido al cambio en el uso es de 20 000 a 45 000 ha en un periodo de 18 años (de 1111 a 2500 ha año<sup>-1</sup>). Los mismos autores concluyen que en el estado de Michoacán se produce un rápido y severo proceso de degradación y deforestación con muy poca recuperación del área afectada. Las principales tecnologías que han permitido la extensión del monocultivo de aguacate son la mecanización, el mejoramiento genético de variedades y el desarrollo de agroquímicos para la fertilización y el control de plagas, enfermedades y malezas. Las políticas comerciales y gubernamentales están promoviendo la difusión y uso de estas tecnologías. Como resultado, la concentración de la tierra tiende a aumentar con la aparición de huertas más grandes, más especializadas y con requerimientos de capital más intensivos. En la región, el incremento del monocultivo ha significado que toda la infraestructura agrícola de apoyo, como

**Cuadro 1. Superficie por productor y municipio en el estado de Michoacán en 1999 (Santiago-Jiménez, 2002).**

Municipio	Superficie ha	Número de productores	Superficie por productor ha	Rendimiento Mg ha <sup>-1</sup>
Zitácuaro	895	331	2.70	7.2
Ziracuaretiro	1300	388	3.35	7.8
Los Reyes	2692	560	4.81	9.0
Tingambato	2284	400	5.71	8.7
Uruapan	15373	2286	6.72	9.3
Periban	12779	1701	7.51	9.3
Tingüindin	3630	451	8.05	9.0
Ario de Rosales	5283	560	9.43	9.0
Tacámbaro	7550	719	10.50	9.6
Salvador Escalante	4831	382	12.65	10.2
Tancítaro	14122	1068	13.22	10.6
Nuevo Parangaricutiro	4622	336	13.76	9.6
Total y Promedio	77739	9747	7.98	9.4

investigación, extensión, insumos, almacenamiento, transporte, mercados, etc., se especialice aún más (Altieri y Nicholls, 2000).

De acuerdo con Leff (1994), el proceso de industrialización altamente protegido que han seguido los países de América Latina y su grado de dependencia tecnológica los ha llevado a incorporar técnicas modernas cada vez más intensivas en el uso de capital. La difusión de este modelo tecnológico ha desplazado a la pequeña industria y las prácticas productivas tradicionales, lanzando al mercado de trabajo mayores contingentes de mano de obra desempleada o subempleada y destruyendo las condiciones para un desarrollo autodeterminado y sostenible.

En este sentido, la promoción de la agricultura sostenible debe ser tema prioritario de los estrategias del desarrollo y de la agenda política para el combate de la pobreza y la conservación de los recursos naturales de las áreas rurales del estado de Michoacán, entidad con una diversidad de recursos naturales que son poco valorados. El combinar los recursos humanos y los tecnológicos, apoyados con políticas de desarrollo sostenible de la agricultura, contribuirán a un bienestar económico y social (Challenger, 1998).

Los objetivos del presente estudio fueron a) diagnosticar el problema de uso de la tierra e identificar y caracterizar las opciones agroforestales más importantes bajo plantaciones de aguacate y b) analizar los sistemas agroforestales bajo plantaciones de aguacate para su productividad agronómica y su viabilidad económica, y proponer opciones para su mejoramiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada fue la de diagnosis y diseño (D&D) desarrollada por Raintree (1987); su uso consiste en a) obtener la información secundaria del área de estudio para seleccionar y caracterizar el marco biofísico y socioeconómico de la misma (pre-diagnóstico), y b) obtener datos de campo (fuente primaria de información) para caracterizar el grupo socioeconómico, los sistemas de uso de la tierra (SUT's) y los sistemas agroforestales (SAF's) predominantes (diagnóstico). En ambos casos, se organizan y aplican con la participación de los agentes de cambio del sector rural (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Para obtener la información se realizó una intensa consulta en: Andrés-Agustín (1996); Escobar-Moreno *et al.* (1996), Romero-Peñalosa *et al.* (1999), Cabrera-

González (2000.), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2002, 2003), Comisión Forestal de Michoacán (COFOM, 2001), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 1995), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 2000), Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO-SAGAR, 1998), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1999; 2000a,b,c), Bocco y Mendoza (1999), Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM, 1998) y Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Michoacán (SEDUE, 1999).

Se revisaron los datos estadísticos de FAO (2002), el Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON) de la SAGARPA (2002) y los anuarios estadísticos de la delegación estatal en el estado de Michoacán, con la finalidad de analizar los indicadores de producción de aguacate.

En esta fase se realizaron recorridos con el propósito de identificar las prácticas agroforestales más comunes que realizan los campesinos innovadores en las plantaciones de aguacate. Se seleccionó el municipio de Ziracuaretiro, el cual concentra 1428 ha (1.74% del total estatal). A pesar de que no es de los municipios más importantes en cuanto a la superficie cultivada con aguacate (ocupa el décimo lugar en el estado), se le tomó en cuenta por la diversificación productiva que están realizando campesinos innovadores, mediante el desarrollo de sistemas agroforestales bajo plantaciones de aguacate.

Se efectuaron entrevistas con los productores y observaciones directas en las unidades de producción. Las entrevistas se realizaron con el apoyo de guías semiestructuradas, elaboradas con base en la D&D (Raintree, 1987) y adaptada en el presente caso a las condiciones de la región y al propósito de este proyecto.

Las variables medidas para el análisis fueron la productividad agrícola y la rentabilidad económica de las plantaciones de aguacate en asociación con otros cultivos. Las combinaciones permitieron tener puntos de comparación para su evaluación y análisis, con relación a los sistemas de monocultivo.

La productividad agrícola se evaluó con base en la producción de componentes, estructura y manejo del sistema. En el análisis se incluyó el uso equivalente de la tierra (land equivalent ratio, LER). El LER es una variable que se utiliza para cuantificar la eficiencia

de la producción y del rendimiento de cultivos asociados (Andrews y Kassam, 1976).

La evaluación económica se realizó en el corto plazo, en un año de producción; los componentes que integran el sistema se consideraron como activos fijos. Se calculó la utilidad bruta y la relación beneficio/costo (B/C).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad de los Sistemas Agroforestales

En el Cuadro 2 se presentan los valores del LER del sistema agrosilvícola evaluado. El sistema agroforestal muestra un LER mayor que la unidad, lo que indica que la productividad en términos de rendimiento es mayor en el sistema agrosilvícola que en condiciones de monocultivo en un área equivalente. Para obtener una cantidad igual de rendimiento se requiere de mayor superficie plantada con aguacate en monocultivo.

El dato de LER fue 2.30, el cual resulta del sistema agrosilvícola aguacate, en combinación interactiva con café y guayaba. Los valores indican que los componentes del sistema en condiciones de monocultivo requieren de 1.30 unidades más de superficie de tierra para igualar la productividad que se alcanza con el sistema agrosilvícola. El LER que se obtuvo se considera alto, debido a que los rendimientos que tienen el aguacate, el café y la guayaba en el sistema agrosilvícola no son muy bajos, comparados con los que se obtienen en el sistema de monocultivo, sobre todo los rendimientos del aguacate y el café.

En este sentido es importante resaltar que la productividad ecológica de los sistemas agrosilvícolas está muy relacionada con la eficiencia de los arreglos ecológicos que se presentan, donde se hace un mejor

**Cuadro 2. Productividad del sistema agroforestal bajo plantación de aguacate, con base en la relación de uso equivalente de la tierra (LER).**

Sistema bajo plantación de aguacate	Sistema agroforestal $Y_i^A$	Sistema de monocultivo $Y_i^B$	$Y_i^A / Y_i^B$
	- - - - t ha <sup>-1</sup> - - - -		
Aguacate	10	11.27	0.87
Café	2.5	3	0.83
Guayaba	3	5	0.6
<b>Aguacate + café + guayaba (LER)</b>			<b>2.3</b>

aprovechamiento del espacio y los recursos disponibles del sistema en la misma unidad de tierra.

### Análisis Comparativo de Rentabilidad Económica de Aguacate en dos Opciones de Manejo

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de rentabilidad económica del sistema agroforestal, comparado con el de monocultivo.

Los costos de producción en el sistema agrosilvícola son más altos que en el sistema de monocultivo, lo que hace que la rentabilidad en términos de la relación B/C del sistema agrosilvícola no sea significativo con relación al monocultivo de aguacate. Por otro lado, 68% de los ingresos del sistema agrosilvícola se obtienen del aguacate, debido a que la magnitud de la producción y mercadeo de los otros productos agroforestales del sistema (café-guayaba) es relativamente insignificante con respecto al del aguacate.

No obstante, en el sistema agrosilvícola 44.68% de la inversión en costos de producción se destina para la mano de obra, mientras que en el monocultivo sólo 26.56%. El sistema agrosilvícola genera una mayor fuerza de trabajo (familiar) durante todo el año.

La utilidad bruta en el sistema agrosilvícola es de \$8910 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> más alta que en el monocultivo. Tal vez este incremento en la rentabilidad por hectárea no sea muy impactante, pero si se incrementara la superficie cultivada, la utilidad en el sistema agrosilvícola tendría una mayor proporción que en el monocultivo.

## CONCLUSIONES

- Las prácticas agroforestales bajo plantaciones de aguacate son más productivas y económicamente más rentables que los sistemas de monocultivo. Por lo tanto, las opciones agroforestales pueden servir como base para

**Cuadro 3. Indicadores económicos de los sistemas de cultivo del aguacate.**

Sistemas bajo plantaciones de aguacate	Ingresos	Egresos	Utilidad bruta	Relación B/C
	- - - - pesos ha <sup>-1</sup> - - - -			
Aguacate + café + guayaba	73 750	30 440	43 310	2.42
Monocultivo de aguacate	60 000	25 600	34 400	2.34

el diseño y la promoción de tecnologías agroforestales que incrementen la productividad y rentabilidad de los actuales sistemas de monocultivo.

- Los resultados indican que, al incorporar mayor diversidad biológica a los sistemas de monocultivo, se obtienen mayores beneficios económicos y menor riesgo, tanto ambiental como económico, ya que su productividad no depende de una sola especie vegetal.

- La rentabilidad del sistema agroforestal no es significativa en comparación con lo que se logra en el sistema de monocultivo de aguacate, por dos factores:

a) La magnitud de producción, precio y factibilidad de mercadeo es más importante que la de los demás cultivos y b) la magnitud de producción y mercadeo de los productos agroforestales (café y guayaba) de plantaciones de aguacate es relativamente insignificante.

- Por lo tanto, en el diseño y la promoción de sistemas agroforestales en plantaciones de aguacate se requiere de una selección cuidadosa de especies de alto valor, como nopal, zarzamora, macadamia, cardamomo, entre otros.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls, 2000. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D. F.
- Andrés-Aguastín, J. 1996. Cultivos alternativos para el estado de Michoacán: identificación de algunas especies frutales nativas promisorias. *Revista de Geografía Agrícola* 22-23: 215-225.
- Andrews, D. S. and A. H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. pp. 1-10. In: R. I. Papendick, P. A. Sanchez, and G. B. Triplett (eds.). Multiple cropping. Special Publication 27. American Society of Agronomy. Madison, WI, USA.
- Bocco, G. y M. Mendoza. 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975–1985). Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.
- Bocco, G., M. Mendoza y O. R. Masera. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas* 44: 18-38.
- Cabrera-González, A. 2000. Distribución de los suelos en relación a las provincias fisiográficas del estado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- CIDEM (Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán). 1998. El municipio en cifras. CIDEM. Morelia, Michoacán, México.
- COFOM (Comisión Forestal del Estado de Michoacán). 2001. Atlas forestal del estado de Michoacán. COFOM. Morelia, Michoacán, México.
- Escobar-Moreno, D. A., J. Romero-Peñaloza, J. Andrés-Agustín, M. A. Núñez-Vera, J. Vence-Garduño y D. Rivera-Moctezuma. 1996. Regiones agrícolas de Michoacán. Centro Regional Universitario Centro Occidente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- FAO (Food and Agricultural Organization). 2002. Base de datos estadísticos. <http://www.fao.org.mx> (Consulta: noviembre 2005).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999. Anuario estadístico del estado de Michoacán. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000a. Indicadores de desarrollo sustentable en México. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000b. XII Censo de Población y Vivienda 2000. Resultados preliminares. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000c. Anuario estadístico del estado de Michoacán. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- Krishnamurthy, L. y M. Ávila. 1999. Agroforestería básica. Serie textos básicos para la formación ambiental. 3. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D. F.
- Leff, E. 1994. Ecología y capital, racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Siglo Veintiuno Editores. México, D. F.
- Raintree, J. B. 1987. Diagnosis and design user's manual. An introduction to Agroforestry diagnosis and design. International Center for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenia.
- Romero-Peñaloza, J., G. Vargas-Urbe, J. O. García-González, J. Pulido-Secundino, F. Peña-Paz, A. Rebollar-Albiter y D. Rivera-Moctezuma. 1999. Agricultura, población y deterioro de recursos naturales en Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2002. Información estadística de la delegación estatal de Michoacán. SAGARPA. México, D. F.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2003. Sistema de información agropecuaria de consulta 1980–2002. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html> (Consulta: noviembre 2005).
- Santiago-Jiménez, J. L. 2002. Integración económica México–USA y la industria mexicana del aguacate (*Persea Americana* Mill.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- SEDAGRO-SAGAR (Secretaría de Desarrollo Agropecuario-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 1998. Anuario estadístico de la producción agropecuaria, forestal y pesquera del estado de Michoacán. SEDAGRO-SAGAR. México, D. F.

SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Michoacán). 1999. Programa estatal del medio ambiente y recursos naturales. SEDUE. Morelia, Michoacán, México.

SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1995. Anuario estadístico de la producción forestal 1995. Dirección General Forestal, Subsecretaría de Recursos Naturales. SEMARNAP. México, D. F.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales). 2000. Manejo de cuencas de Michoacán. Dirección de Restauración y Conservación de Suelos. SEMARNAT. México, D. F.