

PRODUCTIVIDAD FINANCIERA Y ENERGÉTICA DEL CULTIVO DE MARACUYÁ (*Pasiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener), EN LA REGIÓN GOLFO CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

J. R. Llort-Guardado^{1†}; D. Riestra-Díaz^{1†}; F. Gallardo-López²; E. García-Pérez¹;
R. Mosqueda-Vázquez^{3†}; D. Hernández-Sánchez²

¹Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados, Km 26.5, Carr. Fed. Veracruz-Xalapa, Apdo. Postal 421, C.P. 91700, Veracruz, MÉXICO. (2299)-34-94-85 y 34-91-00 (*Autor responsable)

²Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, Periférico Carlos A. Molina s/n km 3.5, H. Cárdenas Tabasco, C. P. 86500, MÉXICO. Apartado Postal. 24, Tel. (93737) 2-40-99; 2 23 86; 2- 22-97

³Campo Cotaxtla-INIFAP, Cotaxtla, Veracruz, MÉXICO.

RESUMEN

Se evaluó la productividad financiera y energética del cultivo de maracuyá, para determinar su potencialidad como una opción para diversificar la producción frutícola del estado de Veracruz, México. Se caracterizó el rendimiento de cuatro parcelas de la región central del estado de Veracruz, registrando sus costos de producción e ingresos por hectárea de 1997 a 1999. La evaluación financiera mostró que el maracuyá es altamente rentable, con una tasa interna de retorno entre 83 y 194 %, un valor actual neto positivo para todas las parcelas regionales y una relación beneficio costo entre 2.5 y 3.9. En el análisis energético, las parcelas regionales presentaron valores de eficiencia energética entre 0.85 y 1.30, indicando un balance entre la energía invertida y la producida, con valores de productividad energética entre 180 y 300 kilos de fruta por BTU de energía.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: eficiencia, energía, rentabilidad, costos de producción.

THE FINANCIAL AND ENERGETIC PRODUCTIVITY OF CULTIVATING PASSIONFRUIT (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) ON THE GULF-CENTRAL REGION OF VERACRUZ

ABSTRACT

The financial and energetic productivity of passionfruit was evaluated to determine its potential as an option to diversify fruit production in the state of Veracruz, Mexico. We characterized the yield of four plots, in the central region of the state of Veracruz, recording production costs and income per hectare from 1997 to 1999. The financial evaluation showed that passionfruit was highly profitable with an internal return rate between 83 and 194 %, a net positive current value for all plots, and benefit-cost ratio of 2.5 and 3.9. The energetic analysis showed that the regional plots had energetic efficiencies between 0.85 and 1.30, indicating a balance between invested and produced energy, with values of energetic productivity between 180 and 300 kilograms of fruit per BTU of energy.

ADDITIONAL KEY WORDS: efficiency, energy, profitability.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha insistido sobre la importancia de introducir y desarrollar nuevos cultivos para ampliar las oportunidades de mejorar el ingreso de los productores y aumentar la diversidad biológica dentro del agroecosistema (Rodríguez *et al.*, 2002); a estos se les ha llamado alternativos, no tradicionales de exportación o cultivos exóticos (Gutiérrez *et al.*, 2002), entre los que destaca, por su sabor particular y diversidad de usos, el maracuyá (Schwentenius y Gómez, 1997).

El maracuyá amarillo se desarrolla en altitudes menores a 1,000 m, con climas moderados, libres de frío o calor extremo (EAP, 1995), con promedios de temperatura entre 20 y 30 °C, con precipitaciones entre 600 a 1200 mm por año. Requiere un humedad relativa de 70 % (Hoyos y Gallo, 1987) y 10 o más horas de luz para inducir floración (Winks y Menzel, 1988).

No es muy exigente en cuanto a tipo de suelos, aunque se desarrolla mejor en suelos profundos de textura media, ricos en materia orgánica, ligeramente inclinados,

razonablemente fértiles, bien drenados y con un pH entre 5.5. y 7 (EAP, 1995).

En México, el cultivo de maracuyá es incipiente y su consumo es escaso. Existen reportes de su cultivo en Estados como Tabasco, Puebla, Chiapas, Morelos y Veracruz (Reyes, 1994). En la zona central de Veracruz, García *et al.* (1995) reportaron rendimientos de 10.4 a 19.6 t·ha⁻¹ para el primer año y entre 18.6 y 36.3 t·ha⁻¹ para el segundo, los cuales son similares a los de países productores, como Brasil, con rendimientos entre 6 y 25 t·ha⁻¹ (Manica *et al.*, 1987; Ritzinger *et al.*, 1987).

La productividad agrícola puede medirse a partir de la relación insumo-producto, generándose dos tendencias en su estudio; primero, medir la relación en cuanto al rendimiento del capital, la cual busca aumentar la producción agrícola por medio de la sustitución o eliminación de algunas prácticas de los productores tradicionales; y segundo, a través del flujo de materiales y energía, que presenta el riesgo de idealizar el manejo de los recursos por parte de los productores de subsistencia con amplias raíces culturales (Ramos y Hernández, 1975).

Bajo este enfoque, el objetivo fundamental fue realizar una evaluación de la productividad financiera y energética del cultivo de maracuyá en la región central del Estado de

Veracruz, la cual se caracteriza porque en ella confluyen la Sierra Madre Oriental, la Sierra de Juárez (o Sierra de Zongolica) y el eje Neovolcánico, e incluyen dos áreas planas, planicie costera nororiental y planicie costera de sotavento. La combinación de éstos origina altitudes extremas que van desde los 0 m, a lo largo del litoral, hasta 5,747 m, con climas que varían de muy cálidos a muy fríos y de semisecos a húmedos (Cisneros *et al.*, 1993). La región en estudio tiene una gran diversidad edáfica. La UACH (1982) definió 12 unidades de suelo y aproximadamente 21 subunidades (según FAO-UNESCO). Los suelos más importantes por superficie son: cambisol, andosol, luvisol, vertisol, rendzina, fluvisol, regosol, litosol, gleysol y acrisol.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación consideró un estudio observacional llevado a cabo en cuatro parcelas cultivadas con maracuyá (Cuadro 1), en la región central del estado de Veracruz, la cual comprende alrededor de 18,296.72 km² (1,829,672 ha), con 111 municipios. Sus límites son los paralelos 20° 15' y 18° 25' de latitud norte, y meridianos 17° 09' y 22° 29' de longitud oeste (Cisneros *et al.*, 1993)

Se realizaron entrevistas con productores y visitas a sus parcelas durante 1997 al 1999 para recabar información

CUADRO 1. Manejo agronómico en las parcelas cultivadas con maracuyá en la región central de Veracruz, México.

Prácticas de manejo		Ubicación			
		Tolome	Cerro Guzmán	Vega de Alatorre	Huatusco
Establecimiento	Planta·ha ⁻¹	1000	850	1000	1250
	Espalderas	Vertical con un hilo	De techo	Vertical con dos hilos	Vertical con dos hilos
Fertilización	Mecanización	Si	Si	No	No
	N-P-K (kg·ha ⁻¹ y periodo)	60-30-30;30, 90 y 150 ddt	69-12-6; inicio y fin de lluvias	—	—
	Orgánico (kg·ha ⁻¹ y periodo)	—	—	1000; 8 veces al año	1875; 0 y 120 ddt
Riego	Manguera	Cada 3 a 4 días	Cada 8 días	—	—
	Rodado	Cada 8 días	Cada 8 días	—	—
Control de malezas (número de veces)	Químico	2	3	4	0
	Manual	3	3	0	3
	Mecánico	1	0	0	0
Control fitosanitario	Plagas	<i>Dione</i> sp. Cinches y hormigas	<i>Dione</i> sp. y hormigas	<i>Dione</i> sp. y Cinches	<i>Dione</i> sp. y mosca de la fruta Marchitez
	Enfermedad	Mancha parda y Antracnosis	Mancha parda y Antracnosis	Marchitez	Marchitez
	Control	Químico y manual	Químico y manual	Manual y orgánico	Manual
Labores	Bordos en cuello de raíz	Si	No	No	No
	Poda	De formación y renovación	De limpieza	De formación	De limpieza
		Del suelo	Del suelo	Del suelo	Del suelo y de la planta

Ddt: días después del trasplante

Productividad financiera y...

CUADRO 2. Características edáficas y climáticas en las parcelas cultivadas con maracuyá en la región central de Veracruz, México.

Ubicación	Temperatura media anual (°C)	Precipitación anual (mm)	Altitud (msnm)	Fertilidad	Textura	Pendiente Profundidad	(%)
Tolome	25.7	893	30	Alta	Franco	Buena	0 a 5
Cerro Guzmán	25.7	893	30	Alta	Franco arcilloso	Buena	0 a 10
Vega de Alatorre	25.1	1,786	10	Alta	Franco arcilloso	Buena	20 a 40
Huatusco	20.0	2,076	1,250	Media	Franco arcilloso	Baja	10 a 20

del tipo de tecnología utilizada (Cuadro 1), costos de producción, rendimientos, así como las condiciones de clima y suelo de las parcelas (Cuadro 2).

Las variables evaluadas en las cuatro parcelas durante tres años (1997 a 1999) fueron: productividad física, productividad financiera y productividad energética, cuyos indicadores y unidades de medida se presentan en el cuadro 3. Para la productividad física se cuantificaron los rendimientos anuales de fruta ($t \cdot ha^{-1}$). Para la productividad financiera se estimó en cada parcela, los costos operacionales de producción y los ingresos por unidad de área con base en los precios reales de venta que fluctuaron entre 3.0 y 3.5 kg, con los cuales se calculó el flujo de fondos actualizado a una tasa del 10 %. De este flujo se calcularon los indicadores financieros tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN) y relación beneficio costo (B/C). Para evaluar la productividad energética se estimaron las entradas y salidas de energía por parcela y se calcularon los indicadores de eficiencia energética (EE) y productividad energética (PE), utilizando la metodología propuesta por Fluck (1994).

CUADRO 3. Variables evaluadas en las parcelas cultivadas con maracuyá en la región central de Veracruz, México. (1997 a 1999).

Productividad	Indicador	Unidad de medida
Física	Rendimiento (R) $R = \frac{\text{Toneladas}}{\text{Hectáreas}}$	$t \cdot ha^{-1}$
Financiera	Valor actual neto (VAN)	
	$VAN = \frac{\text{Beneficios actualizados}}{\text{Costos actualizados}}$	
	Tasa interna de retorno (TIR)	%
	$VAN = 0$	
	Relación beneficio costo (B/C)	Índice
	$B/C = \frac{\text{Producción total (\$)}}{\text{Costos totales (\$)}}$	
Energética	Eficiencia energética (EE)	Índice
	$EE = \frac{\text{Salidas (millBTU)}}{\text{Entradas (millBTU)}}$	
	Productividad energética (PE)	$kg \cdot 1000 \text{ BTU}^{-1}$
	$PE = \frac{\text{Salidas (kg} \cdot ha^{-1})}{\text{Entradas (miles BTU} \cdot ha^{-1})}$	

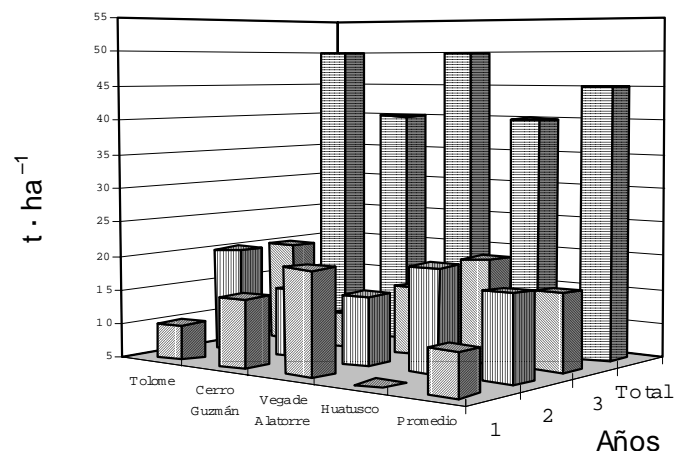
BTU: unidades térmicas británicas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productividad física

Los rendimientos obtenidos en las cuatro parcelas analizadas indican que las parcelas con menor altitud y mayor temperatura (Tolome, Cerro Guzmán y Vega de Alatorre) comenzaron a producir al mismo año de su establecimiento (Figura 1), mientras que la de Huatusco, ubicada a una altitud de 1,250 m y con temperatura media anual de 20 °C, inició su producción al segundo año de su plantación. Este comportamiento coincide a lo indicado por Serna (1994), quien afirmó que este cultivo se desarrolla bien en climas cálidos y que en los templados su crecimiento es normal pero su producción se retrasa.

En el año de establecimiento, el promedio de rendimiento fue de $11.25 t \cdot ha^{-1}$; sin embargo, si se toma en consideración sólo aquellas parcelas que tienen mejor ubicación climática, el promedio se eleva a $15 t \cdot ha^{-1}$ en el primer año. En el segundo y tercer año, los rendimientos fueron más homogéneos, incrementándose a promedios de 17.5 y $16.2 t \cdot ha^{-1}$, respectivamente. Estas producciones se ubican dentro de los intervalos reportados por García *et al.* (1995), para países productores como Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, los cuales varían de 7 a $25 t \cdot ha^{-1}$.

**FIGURA 1. Productividad física en parcelas cultivadas con maracuyá en el centro del estado de Veracruz, México, 1997 a 1999.**

El promedio del rendimiento obtenido en el periodo de tres años fue de 45 t·ha⁻¹ y reflejó la capacidad productiva que tiene el cultivo de maracuyá en la región, adaptándose a una variedad de condiciones de tipo climático y edáfico, bajo las cuales se desarrollan las condiciones de manejo en cada una de las parcelas.

Productividad financiera

En el flujo de fondos (Figura 2) se agregó un año cero, correspondiente a la inversión inicial y que, para este caso, incluyó los costos de espalderas (postes y alambre) y plantas de maracuyá. Los costos de establecimiento (año cero más año 1), constituyen la mayor carga financiera para los productores, de entre 23 y 36 mil pesos por hectárea (costos de operación). Los costos de mantenimiento (segundo y tercer año), se reducen considerablemente, a alrededor de \$ 7,000 por hectárea en las cuatro parcelas, con mayores ingresos para los productores en estos años.

También se observó a excepción de la parcela de Huatusco, que los ingresos son superiores a los costos de producción, generando utilidades desde el primer año (Figura 2).

La recuperación rápida del capital invertido, está en relación con las productividades físicas y los precios de venta de la fruta que durante 1997 a 1999 oscilaron entre 3.00 y 3.50 por kilogramo, los cuales permiten obtener beneficios netos los tres años de producción, entre 83 y 175 mil pesos por hectárea. Dichos beneficios son similares a los indicados por Pérez (1999), para el cultivo de papaya, considerado como un dinamizador económico de los agroecosistemas de la región.

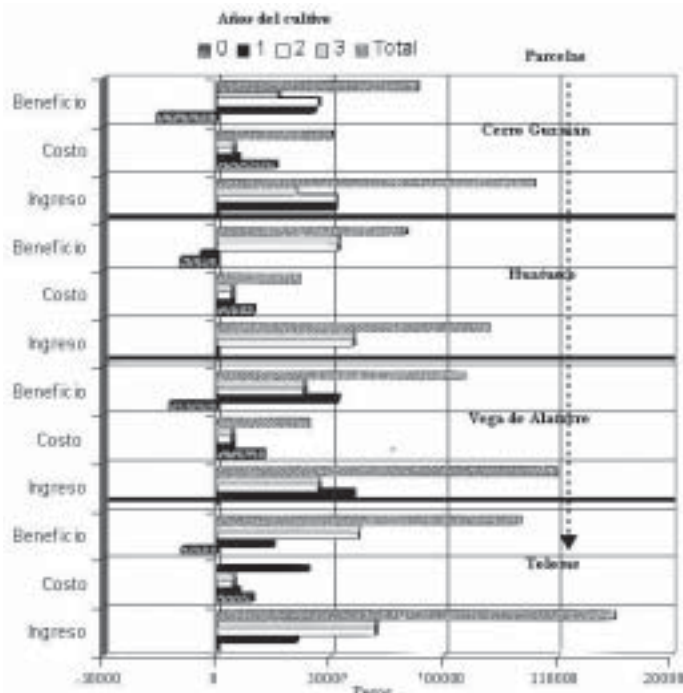


FIGURA 2. Distribución del flujo de efectivo (\$·año⁻¹) en parcelas de maracuyá en el centro del estado de Veracruz, México (1997 a 1999).

Se observó que la tasa interna de retorno (TIR) fue superior en todas las parcelas a la tasa de actualización considerada (10 %), y en tres de los casos se encuentra por arriba del 100 % (Cuadro 4). Esto indica que los productores, bajo estas condiciones, recuperaron la inversión y obtuvieron beneficios. Los valores de la TIR son altos y corresponden al interés máximo que se podría pagar por los recursos utilizados (Cuadro 4).

El valor actual neto (VAN) a tasa de 10 %, presentó valores positivos para las cuatro parcelas regionales (Cuadro 4), indicando que el cultivo tiene una tasa de rendimiento mayor a la de actualización. Este indicador es menor en las parcelas de Cerro Guzmán y Huatusco, la primera por la combinación de costos más elevados (por el uso de espaldera tipo techo) y rendimientos más bajos y en la segunda, por su retraso en la producción.

CUADRO 4. Indicadores financieros a tasa de 10 % en parcelas comerciales cultivadas con maracuyá en Veracruz, México, 1997 a 1999.

Parcelas regionales	Tasa interna de retorno (%)	Valor actual Neto	Relación beneficio costo
Tolome	194	105,555.94	3.88
Cerro Guzmán	126	70,152.82	2.48
Vega de Alatorre	198	87,953.43	3.34
Huatusco	83	61,665.87	2.87

La relación beneficio-costos (B/C) a tasa de 10 %, supera la unidad en las cuatro parcelas estudiadas (Cuadro 4), indicando que los ingresos generados son mayores que los recursos invertidos. El valor más alto corresponde a la parcela de Tolome (3.88) mostrando mayor eficiencia financiera, al obtener por cada peso gastado, un beneficio de 2.88 pesos.

Productividad energética

El mayor porcentaje de energía se gastó en mano de obra (Figura 3). En insumos externos y maquinaria se invirtió menos del 20 %, con bajo uso de insumos sintéticos provenientes de combustibles fósiles (pesticidas, fertilizantes químicos y maquinaria agrícola), los cuales, de acuerdo a Pérez *et al.* (1996) y Odum (1980), causan problemas de contaminación, así como sustitución y reducción del trabajo humano y la fuerza animal.

Se encontró que en las parcelas de Tolome y Vega de Alatorre, presentaron valores de eficiencia energética (EE) > 1, que, de acuerdo con la escala propuesta por Núñez (1992), se encuentran por arriba del balance energético (EE=1), produciendo una ganancia de energía (Cuadro 5). La mayor eficiencia en Vega de Alatorre, está

basada en la menor energía invertida, principalmente en mano de obra, al no requerir riego.

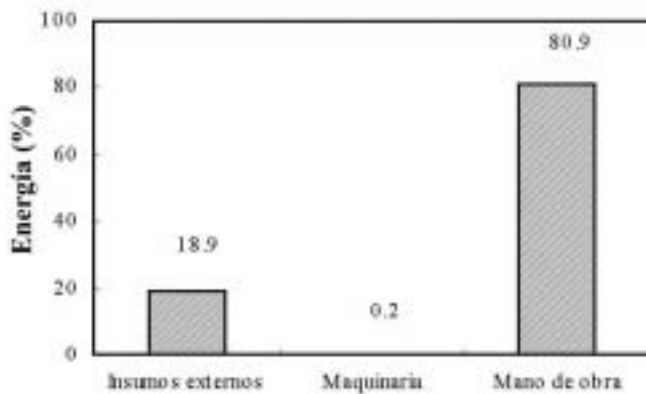


FIGURA 3. Distribución del costo energético de cuatro parcelas cultivadas con maracuyá en la región Central de Veracruz, Veracruz 1997-1999.

Las parcelas de Guzmán y Huatusco presentaron valores próximos a 1, similares a los estimados por Pérez (1999) para el cultivo de papaya, considerado uno de los más productivos en la región, lo que confirma que el cultivo de maracuyá puede representar una opción productiva y ecológicamente viable.

El índice de productividad energética (PE), que relaciona el rendimiento con la energía invertida (Fluck, 1994), osciló entre 0.18 y 0.30 kg por cada 1000 BTU de energía invertida, con mayor valor en la parcela de Vega de Alatorre, gracias a que invierte menos energía, al no aplicar productos químicos, ni labor humana para riego. Las parcelas de Tolome y Cerro Guzmán presentan los valores más bajos, los cuales se explican por el mayor gasto de energía en maquinaria agrícola y mano de obra.

CUADRO 5. Eficiencia energética y productividad energética en parcelas comerciales cultivada con maracuyá en Veracruz, México, 1997 a 1999.

Parcelas Regionales	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)	Salidas Miles BTU	Entradas Miles BTU	EE	PE
Tolome	50000	231228	225959	1.02	0.22
Cerro Guzmán	40000	184982	216653	0.85	0.18
Vega de Alatorre	50000	198195	163946	1.21	0.30
Huatusco	40000	158556	166694	0.95	0.24

EE: eficiencia energética; PE: productividad energética

CONCLUSIONES

En términos físicos, los rendimientos obtenidos en las parcelas regionales (entre 10 y 20 t·ha⁻¹), se consideran similares a los reportados en otros países productores.

Financieramente, el cultivo de maracuyá demostró ser altamente rentable, con una recuperación del capital invertido desde el primer año de producción.

Energéticamente, su eficiencia fue aceptable, cercana al balance de energía, superando en algunas parcelas los valores reportados para el cultivo de papaya. Además presenta la ventaja de no depender de insumos sintéticos como otros cultivos altamente tecnificados.

LITERATURA CITADA

- CISNEROS S., V. M.; MARTÍNEZ P. D.; DÍAZ C., S.; TORRES R., J. A.; GUADARRAMA Z., C.; CRUZ L., A. 1993. Caracterización de la Agricultura de la zona central de Veracruz. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 337 p.
- EAP. 1995. Cultivo de Maracuyá (*Pasiflora edulis* var. *flavicarpa*). Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 15 p.
- FLUCK, R. C. 1994. Energy: the hidden input. University of Florida, Florida. USA. 42 p.
- GARCÍA P., E.; MOSQUEDA V., R.; JPACHECO, E. 1995. Producción de maracuyá (*Pasiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.), bajo dos tipos de espaldera y tres densidades de plantación. Programas y memorias del VI Congreso Nacional de Horticultura. Sonora, México. p. 86.
- GUTIÉRREZ, Z. A.; MARTÍNEZ P., D.; CRUZ C., J. G. 2002. Fruta de la pasión (*Passiflora adulis* Sims), pp. 197-203. In: Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica. CRUZ C., J. G.; TORRES L., P. A. (comp.). Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Metropolitana y Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C. D. F., México.
- HOYOS V., E.; GALLO P., F. 1987. Manejo precosecha, cosecha y postcosecha del granadillo y lulo, pp. 36-41. In: Producción, Manejo y Exportación de Frutas Tropicales. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Cali, Colombia.
- MANICA, I.; MUNDSTOCK, E. C.; KOLLER, O. C.; RITZINGER, R.; RODRÍGUEZ, A.E.C. 1987. Efecto de 6 espaciamientos sobre la producción del cuarto año de maracuyá amarillo (*Pasiflora edulis* var. *flavicarpa*) en Viamao, Río Grande do sul, Brasil. Proc. Interam. Soc. Trop. Hort. 30: 1-10.
- NÚÑEZ, M. A. 1992. Energy evaluation methodology of agriculture systems: Venezuela case study. Proceedings of the 9th International Scientific Conference. Sao Paulo, Brasil. pp. 94-101.
- ODUM, T.H. 1980. Ambiente, Energía y Sociedad. Ed. Blume. Barcelona, España. 409 p.
- PÉREZ M., J. E. 1999. Estudio preliminar del nim (*Azadirachta indica* A. Juss) en el manejo integrado del papayo. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Veracruz, México. 113 p.
- PÉREZ, V.; BARRAGÁN P., A.; LAWRENCE, S. T. 1996. Análisis energético y económico en maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes sistemas de manejo en Upala, Costa Rica. Memorias del II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. México. pp. 387-392.
- RAMOS, R. A.; HERNÁNDEZ X., E. 1975. Reflexiones sobre el concepto de agroecosistema. Xolocotzia (Tomo 1), Geografía Agrícola, pp. 195-200.
- REYES R., N. 1994. El maracuyá y sus posibilidades de desarrollo en Tabasco, México. Maracujá. Producao e Mercado. Bahía, Brasil. pp. 249-255.

- RITZINGER, R.; MANICA, I.; RIBOLDI, J. 1987. Efeito do escamento de plantio sobre a producao do maracuja amarelo em Viamao. *Rev. Pesq. Agropec. Bras.* 22(8): 809-815.
- RODRÍGUEZ S., L. M.; TORRES L., P. A.; GUADARRAMA Z., C. 2002. Aspectos agroecológicos a considerar en el cultivo de nuevos frutales en México, pp. 245-258. *In: Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica.* CRUZ C., J. G.; TORRES L., P. A. (comp.). Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Metropolitana y Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C. D. F., México.
- SERNA V., J. 1994. El cultivo de maracuyá. *Memorias de la Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional Sobre Frutales Nativos e Introducidos con Demanda Nacional e Internacional.* Montecillo, México. pp. 85-101.
- SCHWENTESIUS R., R.; GÓMEZ, M. A. 1997. El Maracuyá Fruta de la Pasión: Situación y Tendencias de la Producción y el Comercio en México y en el Mundo. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 23 p.
- UACH. 1982. Mapa de unidades de suelos. Mapa de rangos de pendiente e inventario de áreas erosionadas. Dirección General de Conservación del Suelo y el Agua. SARH. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 276-297.
- WINKS, C. W.; MENZEL, C. M. 1988. Passionfruit in Queensland 2; Botany and cultivars. *Queensland Agricultural Journal* 114: 217-224.