

Caracterización de productores de maíz e indicadores de sustentabilidad en Chiapas

Franklin B. Martínez Aguilar¹
Francisco Guevara Hernández^{2§}
Manuel Alejandro La O Arias²
Luis Alfredo Rodríguez Larramendi³
René Pinto Ruiz²
Carlos Ernesto Aguilar Jiménez²

¹Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad-Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km 84.5, Villaflores, Chiapas. CP. 30470. AP. 78. (franklinmar7820@yahoo.com.mx).

²Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km 84.5, Villaflores, Chiapas. CP. 30470. AP. 78. (pacholaoarias@gmail.com; pinto.ruiz@yahoo.com.mx; ceaj2001@yahoo.com.mx). ³Facultad de Ingeniería Sede Villa Corzo-Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Carretera Villa Corzo-Monterrey km 3, Villa Corzo, Chiapas, México. CP. 30520. (luislarra2012@gmail.com).

§Autor para correspondencia: francisco.guevara@unach.mx.

Resumen

Actualmente, la información sobre el agroecosistema maíz en la región Frailesca de Chiapas, México, y sus formas de manejo, es insuficiente para atenderlo con estrategias de desarrollo sustentable. En la presente investigación se caracterizó; a través, de una tipificación los productores de maíz y su relación con la eficiencia energética y las formas de manejo de este. Es una investigación descriptiva y exploratoria desde un enfoque socio-agronómico en 300 casos de agricultores, con el apoyo de técnicas estadísticas descriptivas, así como multivariadas exploratorias de componentes principales y conglomerados. Se identificaron seis grupos o tipologías de productores sobre la base de 11 componentes principales que explican 73% de la variabilidad total. Todos los grupos de productores son energéticamente eficientes, lo que se asocia con la eficiencia productiva y económica del agroecosistema. En cuanto al rendimiento de grano, en todos los grupos de productores, oscila entre 2.8 y 4 t ha⁻¹. Además, se identificaron tres grandes grupos de sistemas de manejo (convencional, agroecológico y mixto) que realizan los productores de maíz en la región Frailesca, Chiapas.

Palabras clave: maíz, sustentabilidad, tipos de productores.

Recibido: marzo de 2020

Aceptado: junio de 2020

Introducción

El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo (CNBPA, 2008; Hellin *et al.*, 2013). Su uso se ha extendido hasta la alimentación animal y la obtención de biocombustibles (Ferraro, 2008), lo que ha demandado una mayor producción. En México, su producción incrementó un 88% desde 1980 a 2010, mientras que en superficie sólo incrementó 3% (SIAP, 2016). Este aumento se ha logrado mediante el mejoramiento genético de las especies y de su manejo a través de métodos modernos que implican el uso de fertilizantes sintéticos, agroquímicos y maquinaria, con la finalidad de obtener mayores rendimientos.

En el estado de Chiapas, las comunidades rurales como la región Frailesca, 88% de los productores utilizan fertilizantes y 76% usa insecticidas y herbicidas (Aguilar, 2010). Además, 32% de los productores usan semillas mejoradas, mientras que 68% usa semillas de origen local, conocidas como criollas (Delgado *et al.*, 2018). Esto muestra que el gasto de energía industrial es alto en comunidades rurales de la región (Guevara *et al.*, 2018). Por otra parte, los altos gastos de energía industrial como parte de las entradas energéticas en el proceso de producción (IDAE, 2009), están estrechamente relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

La región Frailesca basa su economía en el sector agropecuario y destaca su rendimiento promedio de maíz con 3.24 t ha⁻¹ (SIAP, 2017); a través, de diferentes variantes tecnológicas que utilizan los productores. Por ello, la caracterización del agroecosistema, sobre la base de indicadores sistémicos es muy importante, sobre todo para estudios más detallados en cuanto a la eficiencia energética y económica de cada variante (Mandal *et al.*, 2002; Hellin *et al.*, 2013), así como el análisis de la sustentabilidad que guarda el agroecosistema bajo las tecnologías actuales.

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar los productores de maíz de la Frailesca, Chiapas, a partir de su tipificación sistémica con criterios de sustentabilidad (productivos, socioeconómicos y energéticos) y sobre la base de la tecnología utilizada con miras a la evaluación del agroecosistema en términos de su eficiencia energética, económica y sostenibilidad.

Materiales y métodos

Localización y características del área de estudio

La investigación se llevó a cabo la región Frailesca en el estado de Chiapas, México. Dicha región está compuesta por los municipios de Villaflores, Villa Corzo, El Parral, La Concordia, Ángel Albino Corzo y Montecristo de Guerrero (Figura 1). Además, es la región de mayor producción de maíz en el estado con un rendimiento promedio de 3.24 t ha⁻¹ (INEGI, 2012).



Figura 1. Localización de los municipios del estado de Chiapas donde se realizó el estudio.

Metodología

Se utilizó una metodología de investigación interdisciplinaria con enfoque socio-agronómico y económico (Guevara, 2007), con un análisis sistémico orientado al desarrollo (Chambers, 1993; Hagmann y Guevara, 2004) y con un método de aproximación y exploración etno-agropecuaria por rutas o transectos (Hernández, 1985). Se diseñó y aplicó entrevistas y encuestas a 300 productores de 75 comunidades, 45 usuarios en pequeñas propiedades/ranchos y cuatro comercializadores de maíz. Cada encuesta correspondió a 35 variables agrupadas en criterios socioeconómicos, productivos y energéticos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables más relevantes* estudiadas para caracterizar y tipificar productores de maíz en la zona Frailesca de Chiapas, México.

Crterios	Variabes
Socioeconómicos	Tipo de propiedad Ingresos por la venta (maíz y rastrojo) Costos de producción
Productivos	Superficie agrícola Superficie ganadera Producción de rastrojo
Energéticos	Rendimiento agrícola del maíz Intensidad energética Rendimiento energético Eficiencia energética

*= las 35 variables se presentan en el Cuadro 3 con los resultados de componentes principales.

Estos últimos relacionados con el uso, producción y eficiencia energética del agroecosistema maíz. Los cálculos se realizaron a partir de las equivalencias que aparecen en el Cuadro 2. Las variables basadas en el criterio económico agruparon todas aquellas relacionadas con los costos de producción y la comercialización.

Cuadro 2. Equivalencia energética de los insumos y productos utilizados en el análisis.

Insumo	Unidad	(kcal unidad ⁻¹)	Fuente
Trabajo humano	h	250	Funes (2001)
Trabajo animal	H	1 800	Funes (2001)
Semilla (en general)	kg	25 714.3	Perales <i>et al.</i> (2005)
Diésel	L	9 243	Masera y Astier (1995)
Gasolina	L	8 150	Masera y Astier (1995)
Sulfato de amonio (21%)	K	10 755	IDAE (2009)
Herbicida	L	57 000	Funes (2001)
Insecticida	L	44 000	Funes (2001)
Maquinaria		21 000	Masera y Astier (1995)
Tractor agrícola	h	1 015.4	Funes <i>et al.</i> (2011)
Producto (maíz, grano seco)	kg	3 656.7	Funes (2009)
Frijol	kg	3322.1	Funes (2009)

Se estimó la eficiencia energética del cultivo de maíz de acuerdo con Funes (2009) y se empleó la información de entradas y salidas del agroecosistema obtenida de las entrevistas. En este sentido se consideró la energía directa para el cálculo de las entradas y salidas del sistema (Pimentel, 1980).

Cálculo de energía directa (Ed)

Energía asociada al consumo de combustible (E_{dc}) (Mcal ha⁻¹), $E_{dc}=C_c \times E_{eg}$ donde: C_c = es el consumo de combustible (L ha⁻¹), E_{eg} = es el equivalente energético del gasóleo (41 MJ L⁻¹).

Energía asociada a la mano de obra empleada (E_{dh}) (MJ ha) $E_{dh}=E_h \times \frac{n_{ob}}{C_{tob}}$ donde: E_{dh} = $E_h \times \frac{n_{ob}}{C_{tob}}$ E_h es el equivalente energético del trabajo humano (1.96 MJ h⁻¹ para el hombre y 1.57 MJ h⁻¹ para la mujer); n_{ob} = es la cantidad de obreros que participan en una determinada labor y C_{tob} = la capacidad de trabajo de los obreros agrícolas (ha h⁻¹).

Energía asociada a los animales utilizados en labores de tiro (E_{da}) (MJ ha⁻¹) $E_{da}=\frac{E_a \cdot n_a}{C_{ta}}$ donde: E_a = es el equivalente energético del trabajo animal (5.05 MJ h⁻¹); n_a = es la cantidad de animales que participan en una determinada labor; C_{ta} = la capacidad de trabajo de los animales (ha h⁻¹).

Cálculo de la eficiencia energética (Funes, 2001)

$$E_e = \frac{\sum_{i=1}^S m_i e_i}{\sum_{j=1}^T I_j \times f_j}$$

Donde: E_e = eficiencia energética; S= número de productos; M= cantidad de producto (kg); e= contenido energético del producto (MJ kg⁻¹); T= número de insumos; I= cantidad de insumos (kg); f= energía requerida para producir un insumo (MJ kg⁻¹).

Para calcular la energía producida y consumida se utilizó la siguiente fórmula:

$$EP = (\text{Producción} \times CE) / 1000$$

$$EC = (\text{Gastos} \times CE) / 1000$$

Donde: EP= energía producida; EC= energía consumida; producción= rendimiento (kg ha^{-1}); Gasto= gasto de insumos; CE= contenido energético según la equivalencia energética que se muestra en Cuadro 1 en kcal/unidad de medida.

Procesamiento estadístico

Para reducir la dimensionalidad de las variables de estudio se aplicó un análisis de componentes principales (Escobar y Berdegué, 1990) en el que se extrajeron los componentes con autovalores superiores a uno. Los componentes extraídos se consideraron nuevas variables y se emplearon en el análisis de conglomerados para establecer grupos de sistemas de producción con características similares o tipologías. Para el análisis de conglomerados se empleó el método de Ward y la Distancia Euclidiana.

Para realizar la caracterización de las tipologías se transformaron las puntuaciones factoriales, a través de la ecuación 1 y se expresaron en relación proporcional con respecto al potencial observado en el contexto de la muestra de sistemas estudiados (ecuación 2).

$$x_{t_i} = x_i - [0 - \text{mínimo}(x)] \quad 1)$$

$$x_p = \frac{x_{t_i}}{\text{máximo}(x_t)} \quad 2)$$

Se realizaron análisis factoriales de correspondencias múltiples para establecer asociaciones entre las tipologías definidas y las variables cualitativas relacionadas con el contexto y manejo de los sistemas (municipio, tipo de propiedad, tipo de sistema, tipo de variedad, preparación de suelos y orografía). Se utilizó el software Statistica (StatSoft, 2007).

Resultados y discusión

El análisis factorial de componentes principales (AFCP) permitió la definición de 11 componentes o factores que extrajeron 73.77% de la varianza total. De las 35 variables incluidas en el análisis sólo las relacionadas con los costos de control de malezas, costos del desgrane, costos de la venta del maíz en grano y la relación beneficio costo (B/C) no se relacionaron con ninguna de las componentes, lo cual significa que son variables comunes para todos los casos y no contribuyen a la tipificación de los grupos de productores de maíz de la zona estudiada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Componentes principales, y por ciento de la varianza extraída y acumulada.

Componente	VARIABLES asociadas (correlación con la componente)	Autovalor	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
I. Flujos financieros asociados al elote y costos de material verde y riego	Ingresos elote (0.94), costo riego (0.98), Costo cosecha elote (0.98), costo acarreo de elote (0.98), costo de colecta de material verde (0.99)	5.11	0.15	15.76
II. Superficie cultivada de maíz e ingresos	Superficie agrícola (0.9), superficie maíz (0.92), ingresos maíz grano (0.84), ingresos rastrojo (0.71), ingresos totales (0.85)	4.05	0.12	28.44
III. Consumo e intensidad energética	Energía directa (0.89), intensidad energética (0.9)	2.15	0.06	36.47
IV. Costos de preparación del terreno	Costo rastreo cosecha anterior (0.95), costo chaporreo (-0.77), costo aradura (0.94)	2.45	0.07	43.47
V. Costos totales y de fertilización	Costo 1 ^a fertilización (0.85), costo 2 ^a fertilización (0.89), costo total producción de maíz (0.63)	2.1	0.06	49.31
VI. Costos de ronda y quema	Costo de la ronda (0.79), costo de la quema (0.81)	1.81	0.05	54.53
VII. Eficiencia	Rendimiento (-0.8), eficiencia energética (-0.74)	2.09	0.06	58.95
VIII. Costos de semillas y acarreo de granos	Costo compra de semillas (0.72), costo acarreo de granos (0.67)	1.46	0.04	62.96
IX. Costos de surcado y siembra, saneamiento y cosecha del grano	Costo surcado y siembra (0.66), costo control de plagas (0.57), costo cosecha de grano de maíz (0.58)	1.67	0.05	66.84
X. Superficie no agrícola	Superficie ganadera (-0.71), Superficie forestal (-0.74)	1.51	0.04	70.43
XI. Relación producción de rastrojo y costo cosecha del elote	Producción de rastrojo (-0.64) Costo colecta de elote (0.71)	1.31	0.04	73.77

Los componentes I, II y III son los que más influyen en la diferenciación de los agroecosistemas. Juntos explican prácticamente 40% de la variabilidad total. El componente I está muy relacionado con la racionalidad productiva a través de los flujos financieros, representa el nivel de inversiones y retribuciones asociado a la comercialización del elote. Por otra parte, los componentes II y III indican que la producción del grano está más asociada a la superficie cultivada que a los rendimientos y los insumos empleados. La relación inversa observada entre las variables ‘costo del chaporreo’ con las variables, ‘costos de rastreo de la cosecha anterior’ y los ‘costos de aradura’, se asocia al efecto positivo de la preparación del suelo sobre el control de malezas y como consecuencia la disminución de los gastos en la chaepa o chaporreo.

Tipificación de los productores de maíz

Se conformaron seis tipos de productores a partir de las puntuaciones resultantes del análisis factorial de componentes principales, usando el método de la distancia euclidiana (Figura 2). El grupo II, con 118 productores, fue el más representativo, incluye a 39% de los agricultores entrevistados. Este grupo presenta niveles altos de eficiencia y costos de ronda.

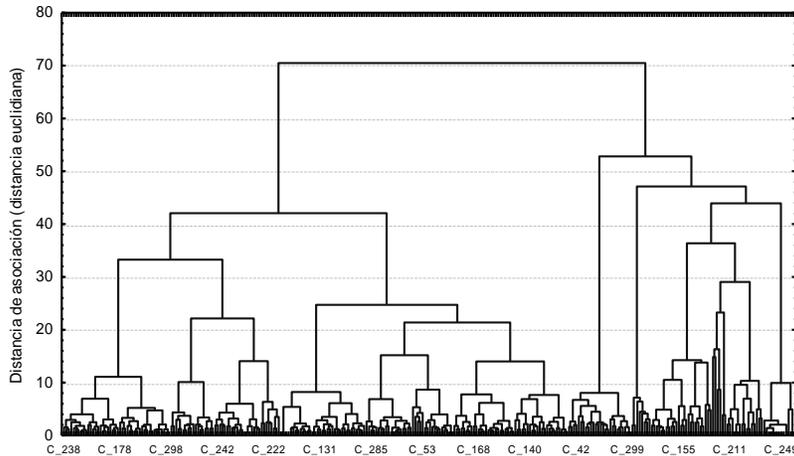


Figura 2. Tipos de productores de maíz de la región Frailesca de Chiapas, formados a partir de los clústeres del análisis de conglomerados jerárquicos.

El tipo I incluye 89 productores que se caracterizan por ser eficientes energéticamente y presentan mayores costos de ronda y quema. Presentan valores bajos en flujos financieros asociados al elote (mazorca tierna), costos de la semilla y riego. Poseen pequeñas superficies cultivadas con maíz y con ingresos bajos por este concepto. Muestran un bajo consumo energético y requieren menos energía para producir un kg de maíz. Presentan bajos costos en la preparación del terreno, compra de semilla y acarreo de granos; sin embargo, registran altos costos de chaporreo.

El tipo III está conformado por 46 productores y representa la mayor superficie cultivada y superficie no agrícola. Muestra los mayores ingresos y un alto consumo e intensidad energética, por lo que los productores presentan los mayores costos totales y entre ellos, en la fertilización, saneamiento, cosecha del grano y cosecha del elote.

La tipología IV presenta valores bajos en los flujos financieros asociados a la producción de elote (maíz tierno), costos de semilla y acarreo de granos. Poseen pequeñas superficies cultivadas y con bajos ingresos por la venta del maíz. Presentan una mayor intensidad energética y requieren mayor energía para producir un kilogramo de maíz. Se caracterizan por tener mayores costos en la preparación del terreno, que conlleva que cada año incrementen los costos de chaporreo (Figura 3).

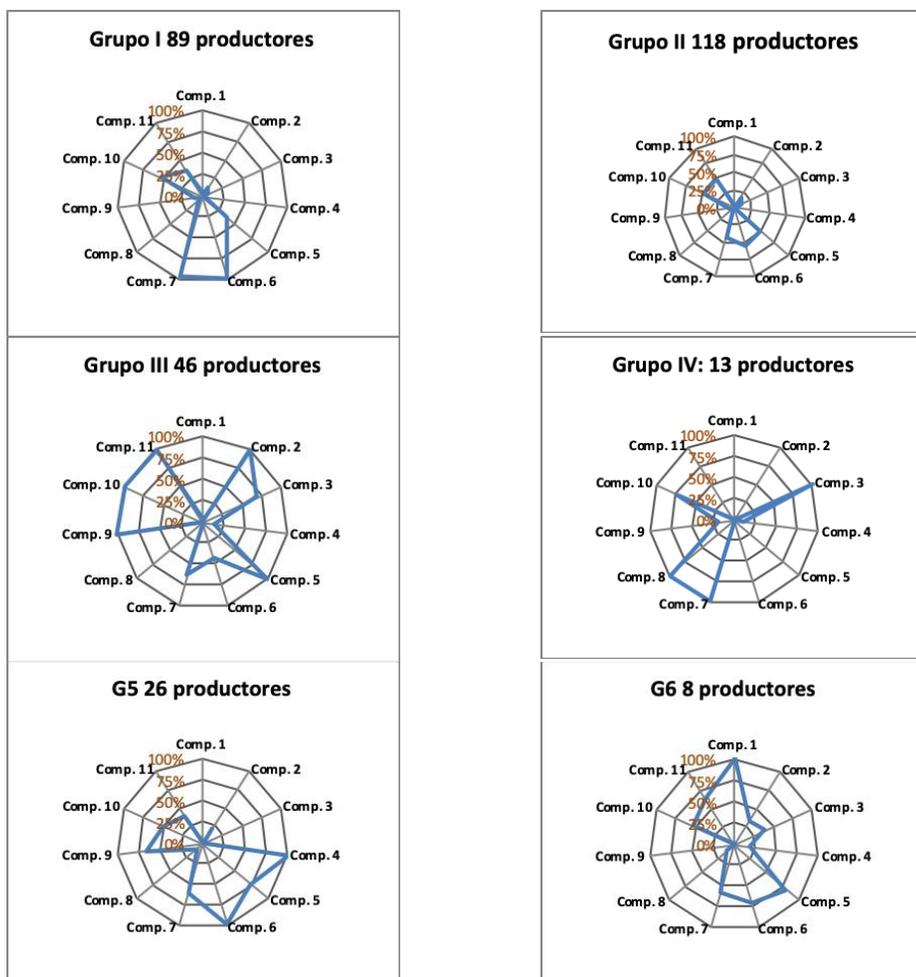


Figura 3. Tipos de productores, agrupados en base a los componentes evaluados. comp. I= costos e ingresos del elote, material verde y riego; comp. II= superficie cultivada de maíz e ingresos; comp. III= consumo y eficiencia energética; comp. IV= costos de preparación del terreno; comp. V= costos totales y de fertilización; comp. VI= costos de ronda y quema; comp. VII= eficiencia; comp. VIII= costos de semillas y acarreo de granos; comp. IX= costos de saneamiento y cosecha del grano; comp. X= superficie no agrícola; comp. XI= relación producción de rastrojo y costo cosecha del elote.

El tipo V está formado 26 productores. Estos productores se destacan por presentar los mayores costos de preparación del terreno, ronda y quema. También tienen altos costos totales de fertilización. Reflejan alta eficiencia energética ya que destinan pequeñas superficies al cultivo, perciben bajos ingresos, tienen mínimos flujos financieros asociados al elote y presentan altos costos de quema y están además asociados al riego. Finalmente, tienen costos bajos por compra de semilla y acarreo de grano.

La tipología VI es la más pequeña de la muestra con ocho casos. Estos productores se distinguen por presentar altos flujos financieros asociados al elote, costos bajos de quema y riego y costos mínimos de cosecha de grano. Presentan costos totales y de fertilización altos. Además, cuentan con una superficie cultivada, ingresos, consumo e intensidad energética cercana a la media del comportamiento potencial en el contexto de estudio, así como una eficiencia energética promedio de 10 Mcal producidas por unidad de energía consumida.

Estas tipologías evidencian una eficiencia energética buena (10 Mcal en el proceso productivo). No obstante, difieren en prácticas de producción, así como en los flujos financieros porque algunos productores venden en elote (mazorca tierna) y los demás lo hacen en grano. Además, los productores que presentan mejores flujos financieros son aquellos que venden solo el elote comparado a los que comercializan únicamente el grano. Por ello, el estudio energético resulta muy importante, sobre todo cuando se requiere conocer detalladamente las entradas y salidas del agroecosistema (Funes *et al.*, 2011; Purroy *et al.*, 2019) y estimar la eficiencia de este.

Eficiencia energética

En cuanto a la eficiencia energética (Figura 4), los tipos III y V agrupan a los productores más eficientes. Mientras que los grupos IV y II muestran los valores más bajos. No obstante, en todos los casos los productores tienen una eficiencia energética por encima de 10 Mcal producidas por unidad de energía consumida. Estos resultados coinciden con Pimentel (1980), quien menciona que la eficiencia energética promedio de cultivo de maíz es de 10 Mcal producidas por cada Mcal invertida, por lo que se puede afirmar coincidentemente con Purroy *et al.* (2019) que aún bajo estas condiciones de la región, todos los productores tienen balances energéticos eficientes y que el agroecosistema presenta indicadores productivos y económicos viables.

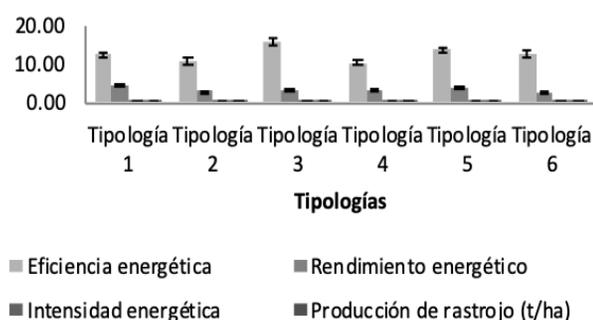


Figura 4. Indicadores de eficiencia energética de productores de maíz en la región Frailesca de Chiapas.

El grupo de productores menos eficiente fue el II con 2.8 t ha⁻¹, mientras que el resto produjo entre 3.8 y 4 t ha⁻¹. Sin embargo, estos rendimientos superan a lo reportado para Chiapas (1.9 t ha⁻¹) y de 3.24 t h⁻¹ para la región Frailesca (SIAP, 2017), donde además 90% de los productores son de autoconsumo, y poseen una parcela menor de 2.1 ha, y un rendimiento promedio de 2.5 t ha⁻¹, equivalente a 5.25 t parcela⁻¹ año⁻¹, bajo condiciones de temporal (ASICH, 2007).

La forma de producción

La asociación de los grupos de productores con las formas de producción de maíz permitió determinar a las más representativas de la región Frailesca, entre las que se encontraron tres agrupaciones:

La forma de manejo convencional, que aglomeró la mayor parte de los productores (Figura 5). El 93% de la muestra estudiada (GI, GII, GIII, GV) se caracteriza por el uso elevado de insumos agroquímicos para producir una parcela de maíz. El 38.8% y 15% de los costos totales de producción se invierten en fertilizantes y semillas mejoradas. Para el resto (46.2%) se distribuye

entre los diferentes requerimientos del cultivo. En comparación con las otras formas de manejo, la forma de manejo convencional tiene los costos de producción más elevados y a pesar de ello, presenta los valores promedio más altos de costo/beneficio 1.4, 1.02, 1.15 y 1.09 para los grupos I, II, III y V respectivamente.

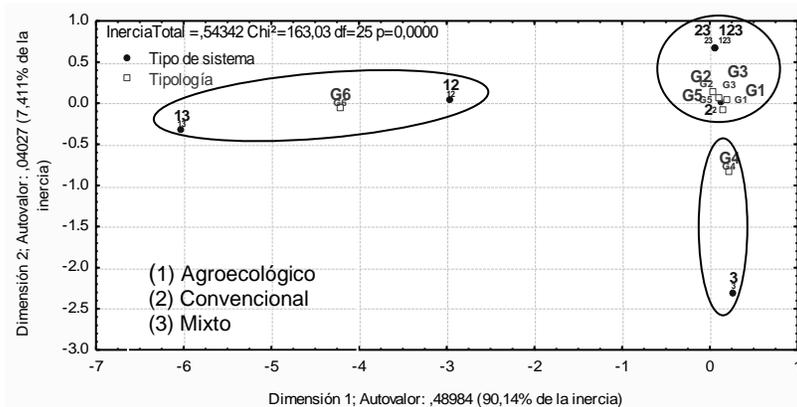


Figura 5. Asociaciones entre la tipología definida y las formas de producción.

La segunda agrupación la constituye 4.3% de la muestra, que solo se asoció al grupo IV y se caracteriza por una forma de manejo mixta. Los costos de producción se distribuyen homogéneamente entre los insumos y las actividades empleadas que son: 33.3% para fertilización, 18.1% acarreo de granos y 17.5% compra de semillas mejoradas. El resto de los costos (31.1%) se distribuye principalmente en control de plagas, siembra y surcado, cosecha, desgrane y venta de grano. El grupo de productores que se asocia a esta forma de producción tiene valores promedio de costo/beneficio de 1.38.

Otros productores que representan 7% y que está asociado a la tipología VI practican una forma agroecológica, donde 80% de los costos de producción se invierten en mano de obra para diversas actividades del cultivo, como la siembra, control de malezas, control de insectos, cosecha, la conservación del suelo y el resto lo usan para la compra de semillas y fertilizante. Aún con el porcentaje destinado a los insumos, los cálculos de costo/beneficio (1.02) ubican al manejo agroecológico con el valor más bajo entre las tres formas de manejo.

En este sentido, en el corto y mediano plazos, las formas de manejo mixtas y agroecológicas son consideradas menos productivas; sin embargo, a largo plazo se hacen sostenibles con la implementación de prácticas agroecológicas (Espinosa *et al.*, 2011). En ese tenor, Aguilar *et al.* (2011) indican que el agroecosistema maíz practicado de manera agroecológica a largo plazo muestra una mayor sostenibilidad comparado con el sistema convencional.

Conclusiones

Los productores de maíz de la región Frailesca, en Chiapas, México se caracterizan por una compleja serie de variables socioeconómicas, ambientales y productivas, que determinan la existencia de seis tipos de productores, las cuales conllevan a eficiencias productivas por encima de los datos oficiales reportados para la región. Los rendimientos de maíz se encuentran por encima de la media estatal. En ese sentido, todos los grupos de productores son energéticamente eficientes, característica asociada a la eficiencia productiva y económica del agroecosistema.

Además, en la región existen tres formas de manejo: convencional, agroecológica y mixta. Por ello, los tipos de productores y el manejo facilitan el análisis el contexto actual del agroecosistema y permiten definir posibles estrategias de atención a los productores, en función de su práctica cotidiana. Estos resultados conllevan a estudios más profundos sobre la eficiencia energética y sustentabilidad del agroecosistema maíz y sus formas de manejo en la región.

Literatura citada

- Aguilar Jiménez, C. E.; Tolón, B. A. y Lastra, B. X. 2011. Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias UNCUYO. Tomo 43, Año 1. Buenos Aires, Argentina. Pp. 155-174.
- Aguilar, J. C. E. 2010. Informe final del estudio técnico: Validación de semilla y del proceso de mantenimiento de agroecosistema en los ejidos de California, Nueva Esperanza y Flores Magón localizados en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera la Sepultura, municipio de Villaflores, Chiapas. 73 p.
- ASICH. 2007. Producción de maíz en Chiapas. Agencia de servicios informativos de Chiapas. 5 p.
- Chambers, R. 1993. Challenging the professions. Frontiers for rural development. IT Publications, London. 35-70 pp.
- CNBPA. 2008. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Especificaciones técnicas de buenas prácticas agrícolas. Cultivo de maíz. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. 56 p.
- Delgado Ruiz, F.; Guevara Hernández, F. y Acosta Roca, R. 2018. Criterios campesinos para la selección de maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores y Villa Corzo, Chiapas, México. Ciencia UAT. 13(1):123-134. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.985>.
- Escobar, G. y Berdegué, J. A. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca. In: Escobar, G. and Berdegué, J.A. (Eds.). Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. RIMISP, Santiago. 11-63 pp.
- Ferraro, O. D. 2008. Evaluación energética de la producción de etanol en base a grano de maíz: un estudio de caso de la región Pampeana (Argentina). Ecología Austral 18:323-336.
- Funes, M. F.; Suarez, J.; Blanco, D.; Reyes, F.; Cepero, L.; Rivero, J. L.; Rodríguez, E.; Savran, V.; del Valle, Y.; Cala, M.; Vigil, M.; Sotolongo, J. A.; Boillat, S. y Sánchez, J. E. 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. Pastos y Forrajes. 34(4):445-462.
- Funes, M. F. 2009. Agricultura con futuro, la alternativa agroecológica para Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Universidad de Matanzas. 176 p.
- Funes, M. F. 2001. Sistema para el análisis de la eficiencia energética de fincas integrales. IIPF; Instituto de Investigación de Pastos y Forrajes; Cuba.
- Guevara Hernández, F. (2007): “¿Y después qué?: Action-research and ethnography on governance, actors and development in Southern Mexico”. Technology and Agrarian Development Group. Department of Social Sciences. Wageningen University and Research Centre. Wageningen, The Netherlands. 223 p.
- Guevara, H. F.; Delgado, R. F.; Arias, L. M.; Rodríguez, L. L.; Ortiz, P. R.; Delgado, R. J. A.; Venegas, V. J. A. y Pinto, R. R. 2018. Comparative energy-economic analysis of the maize agroecosystem under conventional and conservation practices in the Frailesca región, Chiapas. Mexico. Revista Facultad Agronómica. Caracas, Venezuela. 35(3):343-364

- Hagmann, J. y F. Guevara H. (2004): Aprendiendo juntos para el cambio: la facilitación de innovaciones para el manejo sustentable de recursos naturales y el desarrollo rural a través de procesos participativos. Serie Estudios de Caso. Red de Estudios para el Desarrollo Rural A.C. y Fundación Rockefeller. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. 153 p.
- Hellin, J.; Erenstein, O.; Beuchelt, T.; Camacho, C. y Flores, D. 2013. Maize stover use and sustainable crop production in mixed crop-livestock systems in Mexico. *Field Crops Res.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2013.05.014>.
- Hernández, X. E. 1985. Exploración etnobotánica y su metodología. En: *Xolocotzia. Geografía Agrícola*. Tomo I: 163-188 pp.
- IDEA. 2009. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, ahorro y eficiencia energética con agricultura de conservación. Ahorro y eficiencia energética en la agricultura. No. 12. Gobierno de España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 56 p.
- INEGI. 2012. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Dirección General de Estadísticas Económicas. Estados Unidos Mexicanos. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Panorama agropecuario en Chiapas Censo Agropecuario 2007-2012.
- Masera, O y Astier, M. 1995. Energía y sistema alimentario en México: Aportaciones de la agricultura alternativa, en *Agroecología y Desarrollo Agrícola en México*, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México D. F.
- Mandal, K. G.; Saha, K. P.; Ghost, K. M.; Hati, K. M. and Bandyopadhyay, K. K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Energy*. 23:337-345.
- Espinosa, A. J. A.; Alberto, R. L. y Zapata, T. M. A. 2011. Los diseños agroecológicos: una herramienta para la planeación agrícola sostenible. Colombia. 71 p.
- Perales, H. R., Benz, B. F. and Brush, S. B. 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 102:949-954.
- Pimentel, D. 1980. *Handbook of Energy Utilization in Agriculture*. CRC Press, Boca Ratón, FL. 51-90 pp.
- Purroy Vázquez, R.; Ortega Vargas, E.; Hernández Santiago, Q.; Del Ángel Piña, O.; Meza Hernández, J.; Reyes Santiago, B. and Nicolás Vicente, F. 2019. Maize small-scale agroecosystems in the high Huasteca region of Veracruz: Economic-energetic efficiency and poverty. *Rev. Agric. Soc. Desarro.* 16(1):105-121.
- SIAP. 2017. Chiapas. Infografía agroalimentaria. Servicio de Información agroalimentaria y pesquera. Benjamín Franklin 146. Colonia Escandón Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México. CP. 11800.
- SIAP. 2016. Chiapas. Infografía agroalimentaria. Servicio de Información agroalimentaria y pesquera. Benjamín Franklin 146. Colonia Escandón Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México. CP. 11800.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (Data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.