

RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN SISTEMAS AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN DOS COMUNIDADES DE TLAXCALA

Alma Velia **Ayala-Garay**¹, Benjamín **Hernández-Vásquez**²

¹Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Lechería, km.18.5. Texcoco, Estado de México. México. 56230.

²Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México. México. 56230.

*Autor de correspondencia: ayala.alma@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio comparativo de rentabilidad entre la producción de maíz libre de glifosato en el faro agroecológico “Grupo Vicente Guerrero”, Españita, Tlaxcala y la producción convencional de maíz criollo en Huamantla, Tlaxcala. Para el cálculo de la rentabilidad, se aplicó una encuesta a 20 productores pertenecientes al faro y 20 a los del ejido de Huamantla. Los productores de Vicente Guerrero se caracterizan por su trayectoria en la agricultura agroecológica y la promoción de tecnologías alternativas, manejan el maíz como policultivo; asociado con frijol, calabaza y arvenses, agro ecosistema conocido como milpa. Este manejo exige mayor cantidad de mano de obra para ejecutar las labores de cultivo, sustituidas en el manejo convencional por el uso de herbicidas y otros agroquímicos. En el cálculo de la rentabilidad, la relación beneficio/costo B/C en Vicente Guerrero fue 1.24 resultando rentable para el productor, contrario, a los productores de Huamantla, su relación B/C fue de 0.88, es decir, negativa por lo que esta producción no es rentable. El establecimiento de faros garantiza un manejo agroecológico del maíz que, además de ser rentable, contribuye en la disminución de riesgos y daños a la salud de la población.

Palabras clave: costos de producción, producción, relación beneficio-costo.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Gómez *et al.* (2018), el modelo de agricultura convencional se fundamenta en un sistema de producción dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde predomina el monocultivo, que se justifica como herramienta fundamental para lograr mayor eficiencia en el proceso productivo. Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad y ha ocasionado el deterioro de los recursos naturales. Un problema grave, es el uso de insumos dañinos no solo para el medio ambiente, si no para la salud de los seres humanos, como es el caso del glifosato. En México, se ha identificado que el glifosato se usa en el cultivo de distintas especies en el sector agrícola, entre las que destaca su aplicación en el maíz con 35% del uso total nacional, seguido de la producción citrícola con 14%, aproximadamente (CONACYT, 2020). En México, el 31 de diciembre de 2020, se publicó el Decreto Presidencial en el Diario Oficial de la Federación, que establece que se debe “sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación del glifosato y agroquímicos que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. En ese sentido, a partir de la entrada en vigor del presente

Citation: Ayala-Garay AV, Hernández-Vásquez B. 2024. Rentabilidad de la producción de maíz en sistemas agroecológico y convencional en dos comunidades de Tlaxcala. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i1.1566>

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: October 28, 2022.
Approved: March 22, 2023.

Estimated publication date:
December 14, 2023.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license.



Decreto y hasta el 31 de enero de 2024, se establece un periodo de transición para lograr la sustitución total del glifosato. Asimismo, se instruye a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para que, en el ámbito de sus competencias y a partir de la entrada en vigor de dicho Decreto, se abstengan de adquirir, utilizar, distribuir, promover e importar glifosato o agroquímicos que lo contengan como ingrediente activo, en el marco de programas públicos o de cualquier otra actividad del gobierno. Durante este proceso de transición, las entidades de la administración pública federal, deberán mantener una participación creando alianzas estratégicas con centros de investigación y universidades en la búsqueda de acciones, que propicien una agricultura sostenible, utilizando insumos o métodos que sean seguros para la salud humana, animal y del medio ambiente” (DOF, 2020).

En la búsqueda de propuestas sostenibles que contribuyan a la sustitución gradual del uso de herbicidas a base de glifosato, para mantener la producción y resulten favorables para la salud humana, la diversidad biocultural y el ambiente en México, se realizó un estudio sobre la rentabilidad de la producción de maíz libre de glifosato en el Faro Agroecológico “Grupo Vicente Guerrero”, Tlaxcala. El sistema de producción en este lugar, corresponde a un manejo racional de los recursos naturales, que considera la diversidad biológica y sin la utilización de productos de síntesis química, con el fin de obtener alimentos sanos, además de conservar e incluso mejorar la fertilidad del suelo.

De acuerdo con Infante (2015), un faro agroecológico, es cada uno de los centros donde se comparten conocimientos técnicos y procesos agroecológicos para guiar a los productores locales hacia sistemas sustentables.

Todo proyecto que brinda demostración, formación y capacitación desde la práctica local, puede llamarse faro agroecológico. La propuesta técnica, social y cultural, se nutre del trabajo con las comunidades del área donde están establecidas y se implementan prácticas agroecológicas sustentables.

Para Tlaxcala, el cultivo del maíz tiene gran importancia y arraigo cultural. La mayor parte de la producción es minifundista y de temporal, aunque depende de los aspectos climáticos, oscila entre cien mil y 120 mil hectáreas anuales. Mientras los escasos productores de riego se han mantenido debajo de las 20 mil (Massieu, 2017). De acuerdo con Vega *et al.* (2022), el maíz es el cultivo de mayor importancia económica, social, cultural y política en Tlaxcala; en el año 2019, fue sembrado 47.6% del área agrícola estatal. Sin embargo, los problemas relacionados con su producción, mejora y conservación son diversos, complejos y progresivos, como Damián y Ramírez (2008) mencionaron, las innovaciones tecnológicas generadas, se basan en el empleo de agroquímicos y no consideran las tecnologías campesinas. Razón por la cual, el uso de agroquímicos sintéticos es bajo entre los pequeños productores, además, en el manejo del maíz, son más relevantes las tecnologías campesinas que las tecnologías recomendadas basadas en el uso de agroquímicos, ya que se acelera el deterioro de los recursos productivos y contribuyen con el calentamiento global del planeta.

Del mismo modo, Vega *et al.* (2022) señaló que, en el estado de Tlaxcala, los problemas actuales en los agroecosistemas de maíces son diversos, complejos y con efectos

acumulativos en el tiempo, así las investigaciones realizadas sobre maíces del estado, no parecen ser suficientes para dar explicación a todos los factores involucrados en estos problemas.

El objetivo de esta investigación, fue realizar un estudio comparativo de la rentabilidad de la producción de maíz bajo un sistema agroecológico libre de glifosato y otro bajo el sistema convencional con uso de agroquímicos.

METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolló en el estado de Tlaxcala, cuya capital es Tlaxcala de Xicohténcatl; tiene un área de 4,060 km², cuenta con 60 municipios y su extensión representa 0.2% del territorio nacional. Con una población de 1,342,977 habitantes, constituye 1.1% del total del país. De la población del estado, 83% es considerada urbana y 17% rural. Su escolaridad es de 9.8 (casi primer año de educación media superior) y su aportación al PIB Nacional en 2020 fue de 0.6%. Limita al sur, este y norte con el estado de Puebla, al noroeste con Hidalgo y al poniente con el Estado de México. La entidad se encuentra en altitudes entre 2,200 y 4,400 m, posee clima templado-húmedo y una precipitación media anual de 711 mm (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2022).

En esta investigación se seleccionaron dos sitios de estudio:

1. Faro agroecológico “Grupo Vicente Guerrero” en Tlaxcala. Este sitio fue elegido porque la producción de maíz es libre de glifosato y otros agroquímicos tóxicos. La comunidad de Vicente Guerrero se localiza a 40 kilómetros de la ciudad de Tlaxcala, al nororiente del estado, en el municipio de Españaíta (Carrillo y Ramírez, 2017). Este grupo se caracteriza por su trayectoria en la agricultura agroecológica y la promoción de tecnologías alternativas; es una organización campesina que impulsa el desarrollo sostenible, con el propósito de consolidar alternativas para hacer frente la pobreza y al deterioro ambiental, para permitir una mejor calidad de vida, principalmente de la población rural. Su objetivo social es promover, capacitar y asesorar a organizaciones campesinas, comunidades, productores e instituciones para lograr un desarrollo ecológicamente sostenible, una sociedad autogestiva más justa, equitativa y que esté en armonía con la naturaleza. Uno de los principales cultivos que se obtienen en el faro es el maíz. En el Faro Agroecológico, se seleccionaron a 20 productores pertenecientes al faro, que representan 10% del total que se tienen registrados (El Faro cuenta con 100 productores, según los representantes).
2. Productores de maíz criollo en Huamantla y Tlaxcala. El municipio de Huamantla tiene una extensión territorial aproximada de 331.92 km², que representa 8.7% de la superficie del estado. Colinda al norte con los municipios de Xaloztoc, Terrenate y Alzayanca; al este con los municipios de Alzayanca, Cuapiaxtla y el estado de Puebla; al sur con el estado de Puebla y los municipios de Ixtenco, Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos y el estado de Puebla; al oeste con los municipios de Teolocholco, San Francisco Tetlanohcan, San José Teacalco, Tzompantepec y Xaloztoc (INEGI, 2005).

Los productores que forman parte del estudio pertenecen al ejido de Huamantla; el criterio de selección de los individuos, fue que hubiese cultivado maíz el ciclo agrícola anterior al del estudio, con la mayoría de edad y que tuvieran la disponibilidad de contestar una encuesta y participar en un curso sobre manejo de maíz.

Se utilizó una encuesta dirigida, la cual fue aplicada a ambos grupos de productores; el uso de encuestas, se emplea en diversas disciplinas para realizar estudios de carácter exploratorio, ya que permite captar información abundante y básica sobre el problema; se utiliza además, para fundamentar hipótesis y orientar las estrategias para aplicar otras técnicas de recolección de datos. La encuesta estructurada o dirigida, se emplea cuando no existe suficiente material informativo sobre ciertos aspectos que interesa investigar, o cuando la información, no puede conseguirse a través de otras técnicas (Rojas, 2002).

Para el análisis de rentabilidad del cultivo, se obtuvieron los costos de producción con la metodología de paneles de productores (Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria [Agroprospecta], 2009, 2010; Ireta *et al.*, 2015), con grupos de productores con características similares de nivel tecnológico y superficie destinada al cultivo. “La técnica de paneles consiste en reunir a un grupo de productores por medio de un muestreo no probabilístico de selección experta” (Pimienta, 2000), (Franco, 2018). En estos paneles, se realiza la estimación de costos de producción e ingresos; los productores a través del consenso, permiten realizar dicha estimación. Franco *et al.* (2018), menciona que los paneles de productores son una adaptación de la técnica “Delphi”, utilizada con el propósito de obtener respuestas confiables y consensuadas de un grupo de “expertos” (Dalkley y Helmer, 1962), que representan a la población relevante a estudiar (Domínguez y Gómez, 2013). Se recomienda que los productores cuenten con el mismo sistema de producción, nivel tecnológico, con conocimiento e información sobre parámetros técnicos y costos de producción, reconocidos como líderes de opinión para participar en los paneles. De acuerdo con Ireta *et al.* (2018), la metodología propuesta por Agro-prospecta permite, a través del consenso de los productores participantes, obtener los costos de producción para determinado ciclo agrícola. Franco *et al.* (2018), señala que los resultados, carecen de significancia estadística, sin embargo, son indicativos de la situación de las unidades de producción con características similares a las URP analizadas, ubicadas en la zona en estudio. Esta metodología, es una alternativa a los recursos poco disponibles para realizar investigación (Pimienta, 2000; Sagarnaga y Salas, 2014). En este estudio, se realizaron dos paneles de productores en cada localidad con pequeños productores; cada uno lo integraron diez productores, por invitación directa, el requisito fue haber cultivado maíz en 2021. Esta metodología, permite que los productores se reúnan en una fecha determinada.

Los conceptos que se incluyeron para el cálculo de los costos de producción, fueron preparación del suelo, semilla, fertilizante, productos químicos, mano de obra y renta de la tierra. Estas incluyen la superficie promedio, propia y arrendada, que dedican al cultivo los productores, lo que muestra, la estructura de costos promedio y representativo de cada estrato de productores. El cálculo de la rentabilidad, corresponde al ciclo primavera-verano de 2021. Para cuantificar la rentabilidad, se determinaron la productividad y los costos de producción.

Dentro de los costos, se incluyeron los de los insumos y medios de producción, tales como semillas, fertilizantes y mano de obra. También se incluyeron los gastos generales. Swenson y Haugen (2012), dividieron los costos en directos e indirectos. El costo de oportunidad de la mano de obra, que en varias ocasiones es familiar. Para determinar la rentabilidad, se emplearon las siguientes expresiones algebraicas, basadas en la teoría económica (Krugman y Wells, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009): $CT = PxX$; donde CT : Costo total, Px : Precio del insumo o actividad x y X : Actividad o insumo. El ingreso total por hectárea, se obtiene de multiplicar el rendimiento del cultivo, por su precio del mercado. La expresión algebraica es: $IT = PyY$; donde IT : Ingreso total ($\$ \text{ ha}^{-1}$), Py : Precio del mercado del cultivo y ($\$ \text{ t}^{-1}$); Y : Rendimiento del cultivo (t ha^{-1}). Finalmente, la rentabilidad se calcula con la siguiente fórmula: $\text{Rentabilidad} = IT - CT$. La rentabilidad debe de ser mayor a cero para que se considere positiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores del Faro Agroecológico que fueron encuestados, manejan el maíz de temporal como policultivo, es decir, asociado con frijol, calabaza y múltiples arvenses, agroecosistema conocido como milpa. La preparación del terreno, es mecanizada y el manejo del proceso productivo es agroecológico.

Los productores utilizan insumos en el manejo del cultivo como: compostas, lombricomposta, lixiviados, bocashi, harinas de rocas, microorganismos benéficos, abonos verdes, extractos vegetales y productos minerales, este tipo de insumos se van utilizando en el proceso de producción del cultivo de maíz, en donde no se utilizan productos químicos.

Los productores tradicionales de Huamantla siembran maíz amarillo nativo en temporal. La preparación del terreno es mecanizada al igual que algunas labores agrícolas. Se conoce que el productor de maíz, no dispone de un paquete tecnológico validado por alguna institución de investigación como INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), en el que se indique las dosis correctas por hectárea para semilla, fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, para la zona productora en el estado, lo que se refleja en los costos de producción e influye en la rentabilidad del cultivo (Cuadro 1). El productor genera su paquete tecnológico de manera empírica y atiende el cultivo según va observando el desarrollo de la planta. Decide aplicar insumos (fertilizantes, agroquímicos, etc.) de acuerdo con (o con base en) su experiencia en el cultivo, observando y replicando lo que sucede en las parcelas vecinas, ya sea que el producto o los resultados obtenidos le convengan, o se tenga una buena referencia de un productor líder en la región; o bien, siguiendo las indicaciones genéricas que le proporcione el técnico-vendedor de la casa comercial de insumos de la región.

Rendimientos

Sobre los rendimientos obtenidos, se observó que en el Faro Agroecológico fue mayor, respecto a los obtenidos por los productores de Huamantla. Mientras que los productores con el esquema agroecológico, obtuvieron un promedio de 3.5 t ha^{-1} , superior incluso, al promedio nacional y estatal, además de la producción obtenida de frijol y calabaza, para

Cuadro 1. Rentabilidad de maíz, precios de 2021.

Actividad	Faro Agroecológico Vicente Guerrero	Huamantla Tlaxcala
Preparación del terreno (\$) (1)	\$2,366.70	\$3,980.00
Labores agrícolas (\$) (A+B+C+D) (2)	\$9,180.70	\$3,556.00
Manejo de arvenses (\$) (A)	\$5,400.70	-
Manejo nutricional (\$) (B)	\$2,030.00	-
Manejo de plagas y enfermedades (\$) (C)	\$1,750.00	\$1,606.00
Otras actividades (p.e. aplicación de herbicidas o deshierbes) (\$) (D)	\$0.00	\$1,950.00
Insumos (\$) (3)	\$4,900.50	\$4,814.00
Cosecha (\$) (4)	\$1,930.00	\$1,890.00
Costo total (\$/ha) (5=1+2+3+4)	\$18,377.90	\$14,240.00
Rendimiento (t ha ⁻¹) (6)	3.50	2.50
Precio (\$/t) (7)	\$6,500.00	\$5,000.00
Ingreso por ha (\$) (8=6*7)	\$22,750.00	\$12,500.00
Utilidad por ha (\$) (9 = 8-5))	\$4,372.10	-\$1,740.00
Costo (\$/t) (10= 5/6)	\$5,250.83	\$5,696.00
Utilidad por t (\$/t) (11=7-10)	\$1,249.17	-\$696.00
Relación Beneficio/Costo (12=7/10)	\$1.24	\$0.88

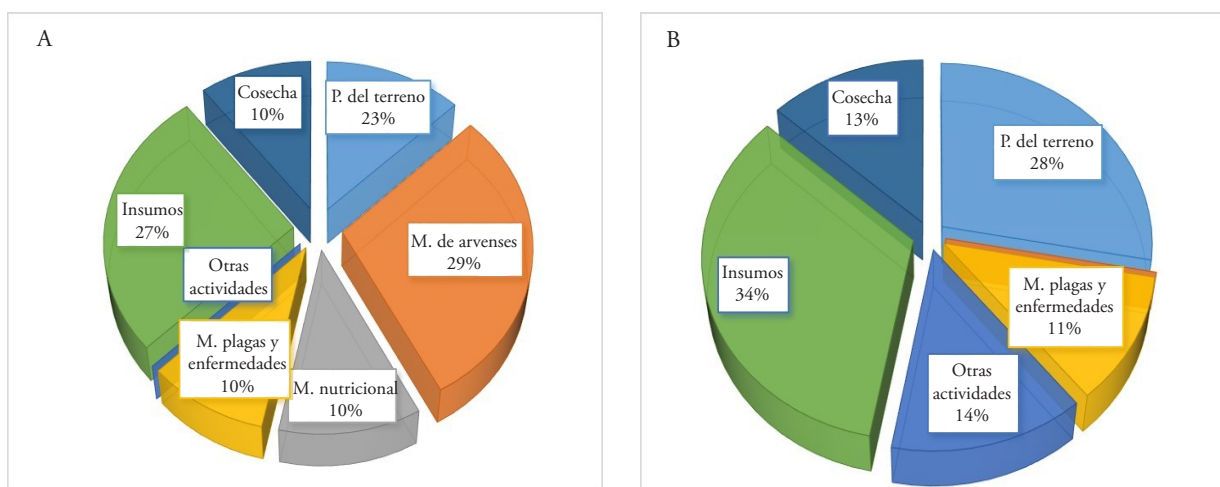
Fuente: elaborado por los autores, con base en información de campo, durante 2021.

los productores con sistema convencional, el rendimiento promedio fue de 2.5 t ha⁻¹, menor al promedio estatal de 2.72 t ha⁻¹ y al nacional de 3.34 t ha⁻¹ (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2021). El bajo rendimiento, es consecuencia de la carencia de un paquete tecnológico adaptado a las condiciones climáticas de Huamantla, que repercuten directamente en la productividad del cultivo.

Costos de producción

En el Cuadro 1, se muestra el comparativo de la rentabilidad del cultivo de maíz para los dos sitios y dos sistemas de producción estudiados.

Para los productores del Faro Agroecológico, los costos son diferentes en todos los rubros, pero el mayor es el de otras actividades (50%) que incluye manejo de arvenses (control manual o con implementos como el azadón o machetes), manejo nutricional (aplicación de compostas o fabricación de sus propios abonos, como lixiviados) y manejo de plagas y enfermedades (uso de minerales y control biológico). Estas labores de cultivo, son sustituidas en el manejo convencional, por el uso de herbicidas y otros agroquímicos (Figura 1A). Para la propuesta de prácticas orientadas a la sustitución de herbicidas, se aprovecha el conocimiento que los agricultores han acumulado por la participación de investigadores de la región y se retoma el conocimiento de productores en el manejo de arvenses, algunas de estas incluso aprovechadas por los productores como alimento. Mucho de la rentabilidad se explica por diferencias en precio y rendimiento, lo cual no tiene que ver con las prácticas agroecológicas, pero sí con el tipo de producto, que se considera agroecológico, lo que permite ofrecerlo a un mayor precio. También, desarrollar la producción bajo métodos orgánicos para aprovechar las condiciones ambientales y socioeconómicas propicias para



Fuente: elaborado por los autores, este estudio.

Figura 1. A: Costos de producción de maíz en Faro Agroecológico. B: Costos de producción de maíz en Huamantla, Tlaxcala.

la actividad y proporciona una alternativa sustentable a los sistemas de producción de los pequeños productores, cooperativistas, ejidatarios y comuneros (DOF, 2006).

El manejo agroecológico de la producción de maíz, requiere de un mayor número de mano de obra, aproximadamente de 32 a 38 jornales; en algunos casos, esta mano de obra es familiar, sin embargo, debido a la acelerada migración campo-ciudad, se ha reducido drásticamente la fuerza de trabajo disponible en el medio rural, conflicto al que se enfrentan las comunidades de este tipo.

De acuerdo con el Sistema Producto Maíz-Tlaxcala (2009), la mano de obra es escasa y difícil de conseguir. Ante la temporalidad del empleo en el campo, la población joven, prefiere emplearse en las fábricas, cercanas o emigrar a Estados Unidos. Esta situación, hace difícil encontrar jornaleros eventuales y los más disponibles son de edad avanzada, puesto que ya no son empleados en las fábricas ni cuentan con posibilidades claras de trabajo en otro país. De ahí, que solo trabajan pocas horas y se aseguran de que se les proporcione la comida y traslado como parte de sus condiciones.

Bajo este panorama, Jaramillo *et al.* (2018), indicó que la diversificación de actividades de pequeños agricultores y campesinos, siempre ha sido estrategia básica de supervivencia, desarrollada mediante la combinación de actividades agrícolas y no agrícolas, que pueden ser desarrolladas dentro o fuera de las unidades de producción. Situación que se observa en la región de estudio, pues a la par de la agricultura, los productores realizan otras actividades económicas con las cuales pueda tener ingresos, mientras se obtiene la cosecha de maíz.

Para el caso de los productores de Huamantla, Tlaxcala, ellos utilizan en promedio 16 jornales, destinan un mayor porcentaje a la compra de insumos como fertilizantes, plaguicidas y herbicidas. No existe un control en el manejo nutricional y de arvenses, ya que basan su esquema de producción en el uso y aplicación de insumos químicos y, sin un acompañamiento técnico. En otras actividades se consideran aplicación de herbicidas o insumos químicos

(Figura 1B). Se observó que, el desconocimiento de los productores de las tecnologías de producción y, como consecuencia, el mal uso de implementos y aplicación de dosis incorrectas de insumos, resulta en un incremento en los costos de producción. Para *Damián et al.* (2008), el uso excesivo de fertilizante en la entidad, es un factor clave derivado del tipo de suelos predominantes: los cambisoles, que son poco desarrollados y parecidos al material original, por lo que su productividad es baja.

Rentabilidad

En el Faro Agroecológico, tuvo una utilidad positiva; los productores, presentaron ganancia económica en la producción de maíz, aunado a la producción de frijol y calabaza, que se obtiene en el proceso productivo y que sirve de autoconsumo. Por otra parte, los productores de Huamantla, obtuvieron pérdidas por tonelada en su producción. Lo que representa, que la producción convencional de maíz criollo, utilizando insumos químicos, no es rentable en el sitio de estudio.

Los productores agroecológicos, mencionaron un precio mayor en comparación al de los productores de manejo convencional. Los mejores rendimientos y precios en el Foro Agroecológico permiten que su producción sea rentable. De acuerdo con las estimaciones realizadas con los datos proporcionados por los productores, la relación beneficio-costos (B/C), fue 1.24 en la comunidad Vicente Guerrero, lo que significa que, por cada peso invertido, se está ganando 24 centavos, indicando, que la actividad de cultivar maíz es rentable para el productor. Además, se pueden encontrar arvenses comestibles. Este valor es incluso menor a lo reportado por *Mancilla et al.* (2020), quienes tuvieron valores de 8.22 (B/C) bajo manejo agroecológico y 3.83 en cultivo convencional.

Para lograr valores positivos de rentabilidad, en los sistemas tradicionales o alternativos, es necesario que las prácticas conlleven un acompañamiento técnico, así como, que estas sean parte del sistema a través de los ciclos de cultivo, es decir, que a través de varios ciclos de producción permitan el establecimiento y acondicionamiento de las parcelas año con año, tal como lo refleja el trabajo de *Mancilla et al.* (2020), quienes evaluaron un periodo de 5 años, mientras que en este trabajo se evaluó un ciclo agrícola, pero con la condicionante que los sistemas de cultivo agroecológico aquí evaluados, han realizado estas prácticas por muchos ciclos agrícolas. Las experiencias en el manejo de la milpa resultan exitosas, pues se obtiene una producción libre de agroquímicos y se potencia la producción de otros cultivos como el frijol y la calabaza, lo cual permite reconocer, que las tecnologías agroecológicas, son mejores para las familias, el medio ambiente y favorecen la soberanía alimentaria. La milpa, es un tradicional policultivo Mesoamericano que incluye maíz, calabaza y frijol (*Ebel et al.*, 2017), se caracteriza por una sinergia entre estos tres cultivos que favorece su rendimiento en conjunto y genera resiliencia ante perturbaciones externas. *Damián et al.* (2010) menciona que, los policultivos, cultivos asociados o múltiples, maximizan las interacciones agroecológicas, ya que, el agrupamiento de plantas con distinta eficiencia energética, hábitos de crecimiento y estructuras radiculares, emplean de forma más eficiente la energía solar, nutrientes y agua (*Altieri y Nicholls*, 2007). Con una producción agroecológica de maíz, se revaloriza el trabajo de los productores, quienes elaboran sus

propios insumos con recursos de las localidades, se impulsa la producción doméstica de semillas nativas, se reactiva la economía agrícola y rural y, se fomenta la cohesión social comunitaria. También, la asociación maíz-frijol-calabaza, potencia la relación agua-suelo-planta-ambiente, ya que el frijol fija nitrógeno atmosférico que es aprovechado por el maíz; la calabaza, con su amplio follaje y hábito rastrero, protege al suelo de la erosión e impide el crecimiento de malezas y la evaporación del agua (Damián *et al.*, 2012).

Para los productores de maíz en Huamantla, la siembra de este cultivo es de manera convencional en condiciones de temporal; la preparación del terreno es mecanizada al igual que la cosecha. Se hace uso de insumos como fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, sin embargo, su aplicación es con base en su experiencia, o por las indicaciones genéricas proporcionadas por el técnico-vendedor de la casa comercial de insumos de la región. Como ya se mencionó, no conocen un paquete recomendado por el INIFAP, por ejemplo. Según Damián y Ramírez (2008), el uso adecuado de la tecnología se traduce en mayor rendimiento por hectárea, sin embargo, la producción de maíz, depende de las condiciones climáticas, lo que la torna vulnerable.

Los productores realizan las compras de insumos de forma individual, al igual que la venta de la cosecha, pues no pertenecen a alguna organización productiva. Respecto a la capacitación, 24% de los productores de maíz nativo de Huamantla asisten a eventos de capacitación y divulgación de tecnologías de producción para el maíz nativo en la región, los cuales son organizados por el Comisariado Ejidal del ejido San Luis Huamantla. La relación beneficio/costo (B/C) fue de 0.88, lo que significa que, por cada peso invertido se está perdiendo 12 centavos, indicando que el cultivo de maíz nativo en condiciones convencionales no es rentable para el productor de Tlaxcala. Sin embargo, a pesar de la baja rentabilidad del cultivo, los productores siguen sembrando maíz por cuestión de usos y costumbres, ya que por ser un alimento básico, 60% de la producción se destina al autoconsumo.

Entre los principales problemas del cultivo, están los altos costos de producción, ocasionados por el uso no adecuado de insumos, desde la adquisición de semillas, fertilizantes, en algunos casos, herbicidas y plaguicidas; así como que la producción es de temporal y, en algunos casos, los productores utilizan variedades o híbridos que requieren de riegos. Es importante que el productor conozca y tenga acceso a paquetes tecnológicos de producción comercial, que consideren las densidades de siembra por hectárea, las dosis de fertilización y recomendaciones óptimas de aplicación según la etapa fenológica del cultivo, lo que en conjunto, propiciará la disminución en los costos de producción y mejorará la productividad, principalmente para aquella que se destina a la comercialización.

El desconocimiento ya mencionado, de los paquetes tecnológicos adecuados para cultivar maíz nativo, de los productores de Huamantla, trae como consecuencia, el aplicar dosis incorrectas de insumos, como semilla o fertilizante, aumento de los costos de producción y deterioro del rendimiento de los cultivos y, en consecuencia, afecta la rentabilidad. De acuerdo con Ayala *et al.* (2013), es indispensable que los productores reduzcan sus costos de producción por tonelada; lo que se puede lograr con la adopción de tecnología por parte de los productores.

Damián y Ramírez (2008), señalan que, en el manejo del maíz, son más relevantes las tecnologías campesinas que las tecnologías recomendadas por el INIFAP u otras instituciones, las cuales se caracterizan porque han sido creadas con modelos de investigación importados de los países desarrollados, por el bajo impacto que tiene en el aumento de la productividad entre productores de la entidad Tlaxcalteca y porque se basa exclusivamente, en el empleo de agroquímicos, acelerando el deterioro de los recursos productivos y contribuyendo con el calentamiento global del planeta.

En este caso las tecnologías agroecológicas, mostraron mayores rendimientos por hectárea, debido a que potencian las interacciones agronómicas, promueven la sinergia agricultura-ganadería y resultan ser más eficientes en la utilización de los recursos naturales. Damián *et al.* (2010) señala que, en el manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, es esencial el empleo de tecnologías campesinas las cuales, en las condiciones de los productores estudiados, resultaron ser más productivas que las tecnologías basadas en el uso de insumos modernos que aceleran el deterioro de los recursos humanos y naturales. Se ha demostrado que la tecnología campesina se ha generado en una relación armónica entre el hombre y la naturaleza a través del tiempo, y por esta razón inducen interacciones agronómicas las cuales mejoran la productividad de los escasos recursos empleados por los maiceros.

CONCLUSIONES

El uso de productos alternativos a la producción convencional, como lo son los abonos orgánicos, se reflejó en la reducción de costos por adquisición de estos, así como de actividades. Un menor costo se pudo reflejar en la relación beneficio/costo (B/C) de 1.24. Para lograr valores positivos de rentabilidad, es necesario que las prácticas conlleven un acompañamiento técnico, así como, que estas sean parte del sistema a través de los ciclos de cultivo, es decir, que a través de varios ciclos de producción permitan el establecimiento y acondicionamiento de las parcelas año con año.

La producción bajo esquemas agroecológicos, requiere mayor mano de obra y exige más esfuerzo de trabajo, respecto a una producción convencional.

Para el caso de los productores de Huamantla, la rentabilidad es negativa, la ausencia de vinculación de los productores de maíz con las instituciones de investigación, aunado al desconocimiento de los paquetes tecnológicos para cultivar maíz en el estado de Tlaxcala, trae como consecuencia, la aplicación incorrecta y uso excesivo de insumos como semilla o fertilizante, lo que propicia, el aumento de los costos de producción y el deterioro de la rentabilidad del cultivo, aunque se trate de maíz que se destina para autoconsumo. La relación beneficio–costo indicó pérdidas para el productor. Con base en lo anterior, para contribuir al incremento del rendimiento por hectárea y tratar de conservar tradiciones en las técnicas para la producción de maíz, es necesario diseñar una estrategia que contribuya a la divulgación de los paquetes tecnológicos aptos para cada región maicera nativa, los cuales favorecerán la rentabilidad del maíz.

REFERENCIAS

- Altieri M, Nicholls CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Revista Ecosistemas*, 16(1). 3-12.

- Ayala AV, Schwentesius R, De la O M, Preciado P, Almaguer G, Rivas P. 2013. Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 10 (4): 381–395. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3605/360533097001.pdf>.
- Carrillo G, Ramírez A. 2017. Agroecología y sustentabilidad. Hacia una economía verde, *Administración y Organizaciones* 19 (37). 35–54. Recuperado de <https://rayo.xoc.uam.mx/index.php/Rayo/article/view/14>.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2020. Expediente científico sobre el glifosato y los cultivos GM. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/ciencia-para-lasociedad/especiales/1289-expediente-cient-glifosato-y-cultivos-gm>.
- Damián, MÁ, López JF, Ramírez B, Parra F, Paredes JA, Gil A, Cruz A. 2008. Hombres y mujeres en la producción de maíz: un estudio comparativo en Tlaxcala. *Región y sociedad*, 20(42). 63-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10204203>.
- Damián MÁ, Ramírez B. 2008. Dependencia científica y tecnologías campesinas. El caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala. *Economía y Sociedad*, 14(21). 59-76. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51002104>.
- Damián MÁ, Ramírez B, Aragón A, Huerta M, Sangerman DM de J, Romero O. 2010. Manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6(2). 67-76. Recuperado de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v6-n2-1-manejo-del-maiz-en-el-estado-de-tlaxcala.pdf>.
- Damián MÁ, Cruz A, Orozco S, Aragón A, Sangermán D MJ, López JF. 2012. Manejo del maíz en Cohetzala, Puebla, México: entre lo local y lo global. *Estudios sociales*, 20 (40). 331-333. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000200012&lng=es&tlng=es. Recuperado: mes y año.
- Dalkey N, Helmer O. 1963. An experimental application of the Delphi method to use of experts. *Management Science*.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2020. Decreto. 31 de diciembre de 2020. Diario Oficial de la Federación, México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0.
- Domínguez TM, Gómez RF. 2013. Agri-environment schemes and agricultural producers: a Delphi analysis of the perceptions and compensation demands of the farmers benefiting from the payments. *Rev. Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*.
- Ebel R, Pozas JG, Soria F, Cruz J. 2017. Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2). 149-160. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57350494006>.
- Franco MA, Leos JA, Salas JM, Acosta M, García A. 2018. Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2). 391-403. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2005. Cuéntame. Información por Entidad. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/sint_sociodem/Sint_Huamantla.pdf.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2022. Síntesis Sociodemográfica Municipal de Huamantla, Tlaxcala. Disponible en: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/default.aspx?tema=me&e=29>.
- Infante A. 2015. Los faros agroecológicos: Definición y caracterización a partir de una experiencia de reconstrucción rural en el secano de Chile central. *Agroecología*, 10(1). 73-78.
- Ireta AR, Pérez P, Bautista J, Rosas EL. 2018. Análisis de la red de valor cala-baza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en Campeche, México. *Agrociencia*, 52(1). 151-167.
- Gómez LM, Márquez SM, Restrepo LF. 2018. La milpa como alternativa de conversión agroecológica de sistemas agrícolas convencionales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el municipio El Carmen de Viboral, Colombia. *Idesia (Arica)*, 36(1). 123-131. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100123>.
- Jaramillo JG, Peña BV, Hernández JH, Díaz R, Espinosa A. 2018. Caracterización de productores de maíz de temporal en Tierra Blanca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5). 911-923.
- Krugman P, Wells R. 2006. Introducción a la Economía: Microeconomía. Reverte. España. 537 p.
- Mancilla OR, Hernández OM, Corteéz JC, Chávez JA, Castillo EA, Guevara RD, Huerta JJ, Can Á, Ortega HM, Sánchez EI. 2020. Profitability in maize (*Zea mays* L.) and chile (*Capsicum annuum* L.) with

- conventional and alternative management in Autlán, Jalisco. *Idesia (Arica)*, 38(3). 33-42. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300033>.
- Massieu Y. 2017. Los productores de maíz en Tlaxcala: cultura, innovación y alimentación. *La Jornada del Campo*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2017/05/20/cam-maiz.html#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20ma%C3%ADz%20en,debajo%20de%20las%2020%20mil>.
- Rojas R. 2002. Guía para realizar Investigaciones Sociales. Plaza y Valdés Editores. <https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>.
- Vega I, Flores D, Escalona MJ, Castillo F, Jiménez MA. 2022. Tlaxcala, investigación en maíz nativo y mejorado: problemática, campos del conocimiento y nuevos retos. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 13(3). 539–551. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2888>.
- Sagarnaga LM, Salas JM. 2014. Los paneles de productores como instrumento de colecta de información para la cuantificación de costos de producción. *In: Villa G. (ed), ingresos y costos de producción 2013. Unidades representativas de producción: Trópico Húmedo y Mesa Central-paneles de productores.*
- Samuelson PA, Nordhaus WD. 2009. *Economía*. 19ª Edición. McGraw-Hill. España. 744 p.
- Sánchez P, Ocampo I, Parra F, Sánchez J, María A, Argumedo A. 2014. Evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema maíz en la región de Huamantla, Tlaxcala, México. *Agroecología*, (9). 111-122.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Sistema Producto Maíz - Tlaxcala. 2009. Diagnóstico Sistema Producto Maíz estado de Tlaxcala. Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- Swenson A, Haugen R. 2012. Projected crop budgets. USA: North Dakota. Recuperado de <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/agecon/ecguides/nw2013.pdf>.