

Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla

Economic analysis of the socio-technical system amaranth cultivation in Tochimilco, Puebla

Josset Sánchez-Olarte*, Adrián Argumedo-Macias*, Jesús Felipe Álvarez-Gaxiola*, José Arturo Méndez-Espinoza*, Benjamín Ortiz-Espejel**

RESUMEN

El cultivo del amaranto en Tochimilco, Puebla, tiene un alto valor económico en el mercado. Por ello, se ha convertido en una actividad productiva importante para contribuir al ingreso económico de las familias campesinas de este municipio. El manejo para la producción se realiza, principalmente, con técnicas tradicionales, con variaciones en el grado de uso de prácticas que incorporan tecnología, sin embargo, no se cuenta con información económica de los costos y beneficios que los tipos de manejo aportan a los agricultores. La pregunta de investigación fue: ¿existe diferencia en el beneficio económico que aporta el cultivo de amaranto entre aquel que es manejado de manera tradicional y el tecnificado? La información se obtuvo mediante un cuestionario que se aplicó a una muestra de 83 productores. Los resultados evidencian que el aporte del amaranto es relevante para la economía de las familias, aún con los altibajos en los precios durante el año; los ingresos registrados siempre fueron positivos. En cuanto al manejo, se encontró que tanto la forma tradicional como la tecnificada son económicamente viables.

ABSTRACT

Amaranth in Tochimilco, Puebla, represents an alternative that provides income to peasant production units. This is due to apparent low supply of grain and a demand which is increasing. Even though in the study area predominate amaranth traditional management supplemented with elements of technology management, however, there are not economic data about costs and benefits for producers. The question that guided research was: Is there a difference in economic benefit which is provided by cultivation of amaranth between that which is traditionally managed and tech? Information obtained through a questionnaire to 83 producers. Results show that contribution of amaranth is relevant and could be increased depending on time in which it is marketed, in relation to management, both managements are economically viable.

Recibido: 10 de julio de 2015
Aceptado: 15 de junio de 2016

Palabras clave:

Ingreso; rentabilidad; manejo; tecnificado; tradicional; enfoque sociotécnico.

Keywords:

Income; profitability; management; technicized; traditional; socio-technical focusing.

Cómo citar:

Sánchez-Olarte, J., Argumedo-Macias, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A., Ortiz-Espejel, B. (2016). Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Acta Universitaria*, 26(3), 95-104. doi: 10.15174/au.2016.888

INTRODUCCIÓN

El sistema económico actual influye en todos los sectores productivos de la sociedad y provoca que, a partir de la dinámica de cada sector, se generen estrategias de adaptación para evitar ser desplazados por organizaciones con capacidad económica para acceder a información relevante que les permita mejorar sus procesos y su permanencia en el mercado.

En el sector agrícola, cultivos básicos como el maíz, frijol, trigo, sorgo, entre otros, tienen problemas para continuar su producción a causa del incremento de precios de los insumos químicos, de la mano de obra que se ocupa durante el ciclo del cultivo, de la degradación paulatina de la tierra donde se produce y de factores climáticos. Ello afecta en el beneficio económico de las familias que los cultivan. Quizás estas sean algunas

** Universidad Iberoamericana, Puebla. Boulevard del Niño Poblano núm. 2901, Unidad Territorial Atlixcáyotl, Puebla, Puebla, México, C.P. 72197. Tel.: (222) 2 29 07 00. Correo electrónico: benjamin.ortiz@iberopuebla.mx

de las razones por la cual algunos productores se han propuesto cambiar de cultivo, e incluso cambiar de actividad. En este sentido, el amaranto podría representar para productores-campesinos una alternativa socioeconómica, ya que en la actualidad el cultivo está cobrando importancia por la poca superficie en que se cultiva, por la poca oferta que tiene y por su aporte al ingreso de las familias que lo cultivan.

El mercado del amaranto es cada vez más amplio, fundamentalmente por las posibilidades socioeconómicas que ofrece el cultivo. Por ello, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS, por sus siglas en inglés) considera al amaranto como la planta más prometedora para combatir el hambre en el mundo (Porr, 2012).

El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.) fue una planta de gran tradición en la cultura de los pueblos mesoamericanos. Su semilla, además de ser utilizada como alimento, también la ocupaban en ceremonias religiosas en las culturas prehispánicas (Mapes, Caballero, Espitia & Bye, 1996). Tiene excelentes características agronómicas, debido a que se puede adaptar a condiciones ambientales en donde otros cultivos fracasan (Omamt, Hammes & Robbertse, 2006). En el país, los principales estados productores son Puebla, Tlaxcala, Morelos y Estado de México; a nivel nacional se cultiva en una superficie de 3692 ha, con una producción estimada en poco más de 5000 ton (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2013). Es uno de los cultivos más antiguos de Mesoamérica (Mapes *et al.* (1996) (refieren que los primeros datos de esta planta datan de 10 000 años atrás), no obstante, a la llegada de los españoles su cultivo y consumo fue prohibido, y casi erradicado por su relación con ceremonias religiosas asociadas a prácticas cruentas. El cultivo sobrevivió en pequeñas áreas esparcidas en zonas montañosas de México y los Andes (Asociación Mexicana de Amaranto [AMA], 2010; Franco & Franco, 2010). Lo anterior explica la razón por la que en la actualidad el cultivo se encuentra presente en una pequeña superficie del país, a diferencia de otros cultivos como el maíz, cultivado en una superficie superior a 6.3 millones de ha (SIAP, 2013).

La agricultura campesina en México con propósitos de autoconsumo, generalmente, es practicada en superficies de minifundio, con utilización de mano de obra familiar, con limitada aplicación de tecnologías y métodos modernos de producción (Hernández, 1988). En el caso del amaranto, en el municipio de Tochimilco, Puebla, a pesar de que se practica en condiciones de agricultura campesina su producción se orienta principalmente al mercado, a través de intermediarios, con el fin de obtener recursos económicos que apor-

ten al ingreso de la unidad de producción (Sánchez, Argumedo, Álvarez, Méndez & Ortiz, 2014). En dicho municipio se cultiva una superficie mayor a 1400 ha de las 3692 ha que se siembran a nivel nacional, con una producción total de 1600 ton de las 5000 ton del total nacional (SIAP, 2013). La superficie destinada al amaranto en los últimos veintiocho años se ha incrementado a una tasa media anual (tma) de 9.82% (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2012). Los datos reflejan la importancia que ha adquirido Tochimilco como el principal municipio productor de la entidad poblana, donde se introdujo hace aproximadamente veinte años.

Actualmente, el amaranto, en la zona de investigación, representa una opción económica, y dadas las condiciones técnicas en que se produce conserva de mejor manera los recursos. En el área de estudio existen dos formas de manejo, entendiendo por manejo el conjunto de actividades o prácticas agronómicas que se llevan a cabo desde la siembra (y aún antes) hasta la cosecha y comercialización (Sánchez *et al.*, 2014). Una forma es con uso de herramientas manuales, bajo o nulo uso de insumos elaborados con base en energía fósil, con predominancia de uso de insumos locales; otra forma es con uso de tecnología, es decir, complementando el manejo tradicional con insumos químicos y maquinaria (Sánchez *et al.*, 2014). Sin embargo, cabe aclarar que el manejo de un mismo cultivo en entornos distintos puede variar considerablemente, lo cual obedece sobre todo al contexto social, cultural, económico y ambiental donde se produce.

En una agricultura tradicional, el manejo que el agricultor da a las especies cultivadas en su entorno está en relación directa con el conocimiento específico que tiene de ellas, el cual se basa primordialmente en la observación y en el método de prueba y error (De Walt, 1999; Hernández, 1977; Toledo, 1997). De esta manera, el conocimiento tradicional para el manejo de sus cultivos envuelve saberes culturalmente compartidos, actividades que se han practicado y mejorado con la experiencia durante muchas generaciones en las comunidades, hasta llegar a los actuales procesos de producción (Toledo & Barrera-Bassols, 2008). Este tipo de manejo incluye diversas prácticas como rotación y asociación de cultivos, técnicas de conservación de suelo, uso de herramientas manuales y de tracción animal, abonos orgánicos con base en el estiércol de origen animal y desechos orgánicos, uso de semillas criollas, uso de mano de obra familiar, entre otras. Desde un enfoque agroecológico, Altieri (1999) refiere

que el manejo que se realiza a los cultivos tiene como característica principal el respeto al medio ambiente, donde se desarrolla el sistema de cultivo a través de la optimización del agroecosistema en lo económico, social y ecológico, de los recursos empleados en el cultivo, es decir, utilización de materia orgánica como abono para el cultivo, reciclado de desechos (orgánicos, malezas y del propio rastrojo del cultivo), conservación del agua y el suelo.

Por otra parte, a lo largo de la evolución la actividad humana ha introducido profundos cambios en la forma de hacer las cosas con mayor efectividad. La ciencia ha puesto al servicio de la humanidad métodos, sistemas, prácticas, materiales, herramientas y maquinaria que le permiten aumentar el volumen y la calidad. De este modo, la tecnificación comprende la introducción de procedimientos técnicos modernos en las ramas de la producción donde no se empleaban, con el propósito de hacerlo más eficiente (Diccionario de la Real Academia Española [DRAE], 2014).

En la actividad agrícola, la tecnificación es requisito imprescindible para aumentar la productividad del trabajo y la tierra; es la principal manera para una producción eficaz y rentable (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2007). De esta forma, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 1997) señala que el manejo tecnificado integra una serie de actividades como preparación de terreno, empleo de variedades mejoradas, siembra (época, método y densidad de siembra), fertilización, riegos, labores de cultivo, control de plagas y enfermedades, uso de maquinaria, entre otras. En esta línea, Sevilla & González (1993) refieren que la artificialización del agroecosistema es el resultado de una coevolución, en el sentido de evolución integrada, entre cultura y ambiente.

Ante las presiones que ejerce el mercado, el sector agrícola se enfrenta a una dinámica en la que surge la necesidad de entender las relaciones e interacciones que se dan al interior de los sistemas de cultivo para mejorarlos. El estudio del cultivo de amaranto como sistema sociotécnico permite un análisis más profundo del conocimiento implícito y explícito en las relaciones e interacciones dadas al interior de un sistema de cultivo, además, vislumbra la pertinencia de la interacción entre los elementos estructurales del sistema (Sánchez-Olarte & Argumedo-Macias, 2015).

Los sistemas sociotécnicos destacan la necesidad de establecer un diseño y análisis conjunto del sistema técnico, del sistema social y el estudio de las relacio-

nes, entre ellos, pues el desempeño del sistema depende más de la manera como interactúan sus partes que del modo como actúan independientemente unas de otras: el mejor desempeño del todo no puede reducirse a la suma de los mejores desempeños de sus partes tomadas por separado (Trist, 1981). Además, configuran componentes intangibles como conocimiento, técnicas o formas de lograr los objetivos específicos para cada una de las partes que componen su estructura, conectados entre sí mediante una red o estructura de interconexiones sociales (Aibar, 2000). Autores como Lepratte, Thomas & Yoguel (2011) y Pietroboni, Hegglin & Lepratte (2012) refieren que este tipo de sistemas adquieren características contemporáneas acordes con cadenas globales de valor en cualquier sector productivo, y estos permiten mejorar su dinámica productiva desencadenando un beneficio económico mayor.

Por lo antes referido, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis del beneficio económico del sistema sociotécnico de producción de amaranto a partir de la comparación de un manejo tradicional con un manejo tecnificado en el municipio de Tochimilco, Puebla, durante el ciclo agrícola de 2013. Ello a partir del supuesto de que un manejo tecnificado tiene un mayor beneficio económico que un manejo tradicional, con el propósito de mostrar la importancia socioeconómica que tiene el amaranto en la agricultura campesina en la zona objeto de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tochimilco, ubicado en la parte centro oeste del estado de Puebla (figura 1). De acuerdo con el INEGI (2010), tiene una población de 17 028 habitantes, de los que 7916 son hombres y 9112 son mujeres; cuenta con una superficie de 233.45 km², que lo ubica en el lugar 48 entre los municipios del estado. Se localiza a 38 km de la ciudad de Puebla, a una altitud promedio de 2060 msnm, su temperatura media anual oscila entre los 12 °C y 18 °C. En la zona se distinguen seis tipos de suelos: Andosol, Regosol, Cambisol, Fluvisol, Litosol y Feozem; este último ocupa una extensa área de las faldas inferiores de la Sierra Nevada (INEGI, 2012). El suelo Feozem es muy fértil y apto para el cultivo, y con frecuencia es profundo y rico en materia orgánica (Ojeda & Ojeda, 1996).

La actividad económica de Tochimilco es preponderantemente agropecuaria, teniendo como cultivos principales al amaranto, maíz y frijol. Se seleccionó el

cultivo de amaranto por la importancia económica y social que tiene para sus habitantes y por ser el primero a nivel nacional en la producción del grano. En la actualidad, el manejo se hace de manera tradicional complementado con algunos elementos tecnológicos (Sánchez, Argumedo, Álvarez, Méndez & ortiz, 2013). La superficie que disponen los productores y que constituyen su sistema de cultivo es de minifundio, y pueden ser menores o igual a 4.2 ha, las cuales fueron establecidas durante el primer periodo de la Reforma y Reparto Agrario (Warman, 2001).

Los sujetos de este análisis fueron campesinos productores de amaranto, tomando como universo de estudio aquellos que se encontraban registrados en el padrón de Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) en 2013, del municipio en cuestión (584 productores). El tamaño de muestra ($n = 83$) se obtuvo mediante la fórmula de varianza máxima: $n = (N * Z^2 a / 2 p * q) / [(N d^2) + (Z^2 a / 2 p * q)]$ (Cochran, 1971).

Para la recolección de información se aplicó un cuestionario a 83 productores, con preguntas relacionadas con datos generales, información económica, información general del sistema de producción de amaranto (manejo del sistema de cultivo de amaranto, conocimiento del clima, suelos, prácticas agrícolas, uso de herramientas y tecnología), costos de producción promedio del cultivo tanto con un manejo tradicional como con un manejo tecnificado y comercialización del grano (relacionado con el precio promedio de venta del grano por trimestre durante el 2013).



Figura 1. Ubicación espacial de Tochimilco, Puebla. Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI (2014).

Los cuestionarios se aplicaron durante el ciclo agrícola de 2013. Se realizó el cálculo de los costos de producción y de la rentabilidad del cultivo, aunque en la zona de estudio el manejo del cultivo se realiza de manera tradicional, complementado con elementos del manejo tecnológico. Sin embargo, para efectos del cálculo de los costos de producción se realizó una diferenciación con base en el nivel de uso de técnicas tradicionales y de uso de tecnología para tener dos categorías de manejo, mismas que se definieron a partir de los siguientes criterios:

Manejo tradicional (se ubicó a 27 productores)

- Predomina en terrenos de difícil acceso a laderas y superficies pequeñas.
- Ocupan herramientas manuales (azadón, aro, hoz, machete, arado y yunta de tracción animal, entre otros).
- Mano de obra principalmente familiar.
- Aplican parcialmente fertilizantes químicos, predominando los abonos de origen animal y desechos orgánicos.

Manejo tecnificado (se ubicó a 56 productores)

- Predomina en planicies y terrenos de fácil acceso.
- Imperan elementos modernos (utilizan maquinaria, tractor, combinada, ventilador, entre otros).
- Ocupan jornaleros.
- Prevalecen los insumos químicos sobre los abonos orgánicos.

El cálculo del beneficio económico (rentabilidad) del amaranto por hectárea se realizó estimando el ingreso total del cultivo (valor final) menos el costo total de producción (valor inicial), en ambas formas de manejo. Para el valor final se estimaron los precios comerciales promedio del amaranto por trimestre; el valor inicial incluyó los costos de la preparación del terreno, siembra, control de malezas, fertilización tanto con insumos químicos como con abono orgánico complementado con insumos químicos, cosecha y poscosecha, herramientas, maquinaria y mano de obra con precios vigentes durante el 2013 en la zona objeto de investigación. Para el cálculo de la rentabilidad total se determinó de acuerdo con la teoría económica y fórmula propuesta por McDonald & Morris (1984) $[(\text{valor final} - \text{valor inicial}) / \text{valor inicial}] \times 100 = \text{rentabilidad total}$, que tiene como característica principal que permite realizar cálculos por periodos a pesar de que los precios durante el año sean inestables, lo que a diferencia

de otras fórmulas como la TIR y la VAN, permiten realizar análisis de rentabilidad prospectivos, especialmente cuando los precios promedio son estables, lo que en la zona de estudio difícilmente son de esa manera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Tochimilco, la actividad económica está basada en la agricultura; sus habitantes cultivan principalmente maíz, amaranto, frijol, hortalizas, entre otros. De acuerdo con la información proporcionada por los productores, el amaranto es uno de los cultivos que más se practica porque se dispone de conocimiento local para su manejo, hay una producción de calidad de grano debido a las condiciones ecológicas del municipio y proporciona beneficio económico. La edad promedio de los productores es de 55 años, la superficie promedio que destinan para este cultivo es de 2.5 ha fraccionadas en diferentes predios y bajo el régimen de temporal.

El manejo que el productor hace al cultivo está pensado en mejorar y agilizar las prácticas agrícolas del sistema a través del uso oportuno de insumos, herramientas y tecnologías, en generar el ingreso, en perpetuar el propio cultivo y ayudar a mantener la reproducción de la unidad de producción familiar campesina. Esto es congruente con lo que Hernández (1988) refiere al señalar que en la agricultura tradicional minifundista de temporal predomina el trabajo humano y animal sobre el trabajo mecanizado, con una total dependencia de las lluvias. El manejo que el productor realiza al cultivo de amaranto muestra el profundo conocimiento físico-biótico del medio, pero también la habilidad que posee para amalgamar prácticas de manejo tradicional con manejo tecnológico. No obstante, en ciertos casos ya no es posible observar esa predominancia del trabajo con prácticas de orden técnico por sobre aquellas de orden tecnológico, con la idea de aplicar estrategias de incremento de la productividad y del ingreso manteniendo un interés por la diversidad de materiales para perpetuar el cultivo de manera generacional.

En la tabla 1 se muestra que el costo de producción con un manejo tradicional es relativamente mayor que el manejo tecnificado. Sin embargo, en cuanto a la preparación del terreno, época de siembra, primera labor, segunda labor, cosecha y poscosecha, cabe destacar que con un manejo tradicional dichas prácticas se llevan a cabo en un lapso de trabajo promedio de 25 días y con un uso intensivo de mano de obra,

mientras que con el manejo tecnificado las mismas actividades son realizadas en 12 días; es decir, el uso de maquinaria permite agilizar las prácticas en más del 50%, y disminuir el uso de mano de obra.

Los productores que hacen mayor uso de tecnología tienen terrenos con facilidad de acceso para la maquinaria; además, son personas que se ocupan en otras actividades dentro de la agricultura, como el comercio, y en otros cultivos; pero también algunos se emplean en fábricas, empresas y otros oficios, por lo que el tiempo que disponen para realizar las labores del cultivo se limita. En esta línea, Pearson (2003) y Ramírez, Ramírez, Juárez & Cesín (2007) expresan que la preferencia por el uso del tractor se debe principalmente porque actividades como el barbecho y la preparación del terreno son prácticas muy laboriosas, por lo que muchos campesinos optan por el uso de este equipo. No obstante, en el manejo tradicional los productores de amaranto para la primera, segunda labor y cosecha (corte de la planta) ocupan herramientas como yunta y arado de tracción animal, azadón, aro, hoz y machete. Pearson (2003) menciona que en cultivos como el maíz, en prácticas menos laboriosas como labranzas secundarias, siembra, deshierbes y cosechas, ocupan herramientas y animales. La fuerza animal en la agricultura es una fuente de energía de gran importancia, en particular en superficies menores a 10 ha (Cruz, 2003), pues en realidad no hay tecnología de manejo para todas las labores que demanda el cultivo.

En relación con el rendimiento del grano de amaranto, los datos proporcionados exhiben que los menores rendimientos son de 1.2 ton/ha y los mayores son de poco más de 2 ton/ha, no obstante, la gran mayoría en promedio obtienen 1.5 ton/ha con ambos manejos. Esto coincide con los datos registrados por el SIAP (2013), el cual reporta un promedio de 1.5 ton/ha para el estado de Puebla. A pesar de obtener rendimientos similares con ambos manejos, el productor que realiza un manejo tradicional sabe que la ausencia de fertilizante químico en el manejo tradicional no afecta el rendimiento si este es compensado con abono de origen animal, y por el contrario, los productores del manejo tecnificado refieren que aplican una mayor cantidad de fertilizante químico para compensar la falta de abono.

La lógica asociada al mayor uso de tecnología supondría un mayor rendimiento, sin embargo, se identificó, según la información obtenida, que en el sistema socio-técnico del cultivo de amaranto el rendimiento es similar en ambos manejos. A partir de esa información se planteó la siguiente interrogante: ¿cuál es la razón por la que no existen diferencias en cuanto al rendimiento?

Tabla 1.

Costos de producción del cultivo de amaranto con manejos tecnificado y tradicional en Tochimilco, Puebla.

Concepto	Unidades	Unidad de medida	Precio unitario	Manejo tecnificado	Manejo tradicional
Preparación de terreno					
Barbecho	1	Hectárea		Tractor \$1100	Arado \$1300
Rastra	1	Hectárea		Tractor \$1100	Yunta \$650
Surcado	1	Hectárea		Tractor \$1100	Yunta \$1300
Subtotal				\$3300	\$3250
Siembra					
Semilla	6	Kilogramo	\$40	\$240	\$240
Mano de obra	3	Jornales	\$120	\$360	\$360
Subtotal				\$600	\$600
Control de arvenses					
Aclareo-Raleo	8	Jornales	\$120	\$960	\$960
1a. Labor	1	Hectárea		Tractor \$1100	Yunta \$1300
Deshierbe 1	8	Jornales	\$120	\$960	\$960
2a. Labor	1	Hectárea		Tractor \$1.100	Yunta \$1300
Deshierbe 2	8	Jornales	\$120	\$960	\$960
Subtotal				\$5080	\$5480
Fertilización y abonamiento orgánico complementado con fertilizantes					
Abono de corral	1	Carro 3 ton	\$1200		1 Viaje \$1200
Aplicación	1	Jornal	\$120		3 Jornales \$360
Urea	1	Bulto	\$350	5 Bultos \$1750	3 Bultos \$1050
DAP 18-46-00	1	Bulto	\$480	2 Bultos \$960	1 Bultos \$480
Aplicación	1	Jornal	\$120	4 Jornales \$480	4 Jornales \$480
Subtotal				\$3190	\$3570
Cosecha y poscosecha					
Corte	8	Jornales	\$120	\$960	\$960
Trilla	1	Hectárea		Combinada \$1100 8 jornales \$960	12 jornales y renta de animales \$2740
Limpia de grano	4	Hectárea	\$120		\$480
Flete (acarreo)	1	Flete	\$300	\$300	\$300
Subtotal				\$3320	\$4480
Costo total de producción (valor inicial)				\$15 490	\$17 380

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario 2013, n=83.

Una hipótesis para esta pregunta, de acuerdo con la información obtenida y complementada con información secundaria, está dada por la situación de que si bien el fertilizante es un producto tecnológico, no se tienen definidas las dosis óptimas económicas de fertilizante químico y orgánico según el tipo y nivel de fertilidad del suelo. Por ello, se podría responder que existe un conocimiento de los suelos y su manejo, así como de ambos tipos de fertilización, que el agricultor ha encontrado aproximaciones de combinaciones de abono de origen vegetal y animal y el fertilizante químico, con niveles similares de rendimiento. En este mismo sentido, se encontró que existe tecnología en uso para el amaranto que fue diseñada para otros cultivos, la cual presenta ineficiencias marcadas; por ejemplo, durante la cosecha del grano la máquina combinada que utilizan para dicha actividad es una que está diseñada para cosechar trigo y sorgo, aunque presenta, por opinión de los productores, deficiencias en la cosecha, ya que han observado que parte del grano se pierde al quedar en el terreno (los productores estiman una pérdida de un 15% a 20% del total), no obstante, aún no existen estudios formales que precisen el dato referido por los productores. Así, una tecnología apropiada, de acuerdo con Díaz & Massera (1998), es aquella de pequeña escala, basada en los recursos locales, de operatividad y mantenimiento sencillo que utiliza fuentes naturales de energía, pues no provoca impactos negativos significativos en el ambiente, pero sobre todo toma en cuenta el contexto del usuario y sus conocimientos, así como elementos sociales y económicos, además de los estrictamente técnicos. En

el contexto campesino, la tecnificación es aquella que permite potenciar las capacidades productivas a través de maquinaria que facilita o mejora el trabajo (Aguilar, 1994). Sin embargo, Nomand, González & Rees (1988) mencionan que por muchos años la introducción de tecnologías “modernas” en el medio rural se ha realizado desconociendo las herramientas, tecnologías locales y los conocimientos de los usuarios. El no considerar los aspectos sociales, culturales y productivos en el ámbito local da como resultado paquetes tecnológicos inapropiados que no son congruentes con el contexto del campesino (Valverde, Vieta & Pacheco, 1996).

Por otro lado, para la estimación del beneficio económico, se calculó el precio promedio del grano y los costos de producción total de acuerdo con la forma de manejo del cultivo por hectárea; a partir de los datos obtenidos, los resultados se presentan en la tabla 2.

En la tabla 2 se puede observar la variabilidad del precio del grano de amaranto de manera trimestral durante el 2013, sin embargo, a pesar de la inestabilidad en el precio por carga del grano, la diferencia económica siempre permaneció positiva, especialmente porque el costo de producción de todo el ciclo agrícola es absorbido en promedio por seis cargas de las diez que en promedio obtienen los productores del área de estudio; ello demuestra la importancia económica que tiene el amaranto. La diferencia en costos entre tipos de manejo fue de 11% más caro en el tradicional que en el tecnificado, mientras que la diferencia en los ingresos solo representa un 8% en el mismo orden.

Tabla 2.

Rentabilidad promedio del cultivo de amaranto con manejo tradicional versus manejo tecnificado en Tochimilco, Puebla (2013).

Costo total de producción: manejo tecnificado		\$15 490 (valor inicial)			
Costo total de producción: manejo tradicional		\$17 380 (valor inicial)			
Rendimiento promedio por hectárea:					
1.56 ton = 10 cargas		[(valor final-valor inicial)/valor inicial] × 100 = Rentabilidad total			
1 Carga = 10 botes de 18 l equivalentes a 156 kg					
Trimestre: enero-marzo (1), abril-junio (2), julio-septiembre (3), octubre-diciembre (4)					
Trimestre	(PPC × 10) – CPTec = IT × ha (valor final) (valor inicial)	Rentabilidad	(PPC × 10) – CPTrad IT × ha (valor final) (valor inicial)	Rentabilidad	
-1	(2800 × 10) – 15 490 = 12 510	80.70%	(2800 × 10) – 17 380 = 10 620	79.40%	
-2	(3600 × 10) – 15 490 = 20 510	132.40%	(3600 × 10) – 17 380 = 18 620	130.70%	
-3	(4700 × 10) – 15 490 = 31 510	203.40%	(4700 × 10) – 17 380 = 29 620	201.20%	
-4	(5500 × 10) – 15 490 = 39 510	255.10%	(5500 × 10) – 17 380 = 37 620	252.50%	
PPC	Ingreso promedio por hectárea	Rentabilidad promedio	Ingreso promedio por hectárea	Rentabilidad promedio	
\$4150	Manejo tecnificado \$26 010	167.90%	Manejo tradicional \$24 120	138.70%	

n=83.

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario 2013.

Lo anterior exhibe que el propósito de este cultivo en la zona de investigación es especialmente de tipo económico para contribuir al ingreso de la unidad de producción, ya que hablar de consumo sería otra alternativa, sobre todo porque el grano no es consumido por las familias de los campesinos que lo producen debido a su reciente introducción a la región, hace aproximadamente veinte años, y no existe una cultura de alimentación con este grano.

La producción con un manejo tradicional, haciendo uso de herramientas manuales y de tracción animal, mano de obra familiar, abonos a base de estiércol de origen animal y desechos orgánicos, son fundamentales para dar continuidad al sistema, en especial en condiciones económicas desfavorables para el uso de tecnología moderna; además, con la comercialización del grano y el ingreso que obtienen les permite aportar a la compra de sus alimentos y contribuir en su reproducción social. El uso, manejo y, sobre todo, la adopción de innovaciones tecnológicas en la pequeña agricultura depende, en gran medida, del tipo de productores a los que se dirija, en tanto la lógica productiva y económica es diferente para cada uno de ellos; mientras unos buscan la satisfacción de las necesidades de la familia y su propia reproducción social, otros buscan la máxima ganancia a partir de la productividad del sistema (Hayami & Ruttan, 1989). Sin embargo, para que ambos tipos de productores logren una mayor productividad en el sistema del cultivo de amaranto deben lograr dinamizar de manera eficiente los factores productivos a través de la complementación o adopción de nuevas formas de manejo acordes con sus circunstancias edafoclimáticas, socioeconómicas, culturales y políticas.

No obstante, no se encontraron diferencias en el aspecto económico en los tipos de manejo estudiados, cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas, dependiendo de las circunstancias de cada unidad de producción; por ejemplo, por un lado, el manejo tecnificado permite la disminución del tiempo de cada práctica en que se aplica, así como prescindir del uso de mano de obra sustituyéndola con maquinaria, aunque con algunas pérdidas, por no ser tecnología apropiada al cultivo; por otro lado, el manejo tradicional tiene la ventaja de ocupar la mano de obra familiar o de la comunidad, aunque con criterios económico por el costo de oportunidad aplicado a otra actividad, lo cual pudiera convertirse en desventaja. Lo anterior refleja la importancia económica, social y cultural que en la actualidad representa el amaranto en Tochimilco y el potencial que tiene para ampliar la frontera de cultivo a nivel nacional, en especial en el ámbito rural.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron que independientemente del tipo de manejo y de la inestabilidad de precios a través del año estudiado, la diferencia en la relación costo-beneficio siempre fue favorable.

El rendimiento de grano con ambos manejos no presentó diferencias, por lo que se puede establecer que no hay un efecto significativo en el rendimiento por el tipo de manejo, ya sea tradicional o tecnificado.

El manejo tecnificado, además de aportar un poco más de ingreso y menores costos de producción a las familias, permite un ahorro de tiempo cercano al 50% en las prácticas agrícolas del cultivo en comparación con el manejo tradicional.

El manejo tradicional persiste, en parte, porque los productores disponen de un conocimiento que, aplicado al cultivo de amaranto, les genera ingresos para la unidad de producción. Además, porque disponen de herramientas y animales ajustados a su conocimiento, que pueden emplear en las diversas actividades agrícolas y que les permite mantener la diversidad agrícola y perpetuar las diversas especies cultivadas.

Dada la importancia que el sistema sociotécnico del cultivo de amaranto tiene por generar ingreso para las unidades de producción campesina y por su amplia adaptabilidad a diversas condiciones edafoclimáticas, se recomienda realizar actividades de intercambio de conocimiento entre los actores inmersos en este tipo de sistema y quienes incursionen en él, así como impulsar la investigación agronómica que permita la generación de tecnología apropiada para el área de estudio orientada a los propósitos que los agricultores tienen en sus unidades de producción.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. (1994). Agricultura campesina y proceso de apropiación tecnológica. En S. Martínez, A. Trujillo & G. Bejarano (comps.), *Agricultura campesina* (pp. 195-213). Chapingo, México: Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Aibar, E. (2000). *La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología*: Universidad de Salamanca. Recuperado el 20 de junio de 2010 y actualizado el 19 de enero de 2011 de <http://www.jstor.org/pss/40183990>
- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Uruguay: Edit. Nordan-Comunidad.
- Asociación Mexicana del Amaranto (AMA) (2010). *Centro de Información al Consumidor de Amaranto*. Recuperado en diciembre de 2014 de <http://www.amaranto.com.mx>

- Cruz, A. (2003). La fuerza de tracción animal en el medio rural mexicano. En C. Arriaga, O. Castelán & L. Velázquez (comp.), *Investigación en animales de trabajo para el desarrollo rural* (31-42 pp). México: UAEM / CIGOME.
- De Walt, B. (1999). Combining indigenous and scientific knowledge to improved agriculture and natural resource management in Latin America. En F. Pichon, J. Uquillas & J. Frenchione (Eds.), *Traditional and Modern Natural Resource Management in Latin America* (pp. 101-121). USA: University of Pittsburgh Press.
- Díaz, J. R., & Massera, O. (1998). *Estufas eficientes de leña. Metodología para planear y ejecutar programas de difusión y monitoreo*. México: GIRA.
- Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) (2014). Concepto *tecnificado*. Recuperado en enero de 2015 de <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- Franco Olivos, R. O. X. J., & Franco Xolalpa, F. (2010). Utilización del amaranto en la elaboración de productos alimenticios. En J. García Pereyra, G. Alejandro Ituebide, C. Valdés Lozano & H. *Elaboración de casos de éxito de Innovación en el sector agroalimentario*. México: Fundación Grupo PRODUCE.
- Grupo El Comercio** (2010). El mejor alimento de origen vegetal es de Ecuador. *Revista Lideres*, 1.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. (1989). *Desarrollo agrícola: una perspectiva internacional*. Fondo de Cultura Económica: México.
- Hernández Xolocotzi, E. (1977). *Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*. México: Colegio de Postgraduados.
- Hernández Xolocotzi, E. (1988). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, 38(8), 673-678.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2007). *Tecnificación de las unidades de producción agrícola en Guanajuato*. Resultados del VIII Censo Agropecuario. Recuperado en abril de 2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Principales resultados por localidad 2010*. Recuperado en abril de 2014 de <http://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2012). *Prontuario de información de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado en abril de 2014 de <http://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014). *Prontuario de información de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado en enero de 2015 de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=21>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (1997). *Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del campo experimental* (374 pp.). Tecamachalco, Puebla, México: INIFAR
- Lepratte, L., Thomas, H., & Yoguel, G. (2011). *Sistemas sociotécnicos, innovación y desarrollo*. Recuperado en diciembre de 2014 de WP 1-2011 GIDIC UTN. FRCU.
- Mapes, C., Caballero, J., Espitia, E., & Bye, R. (1996). Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: Evolutionary tendencies under domestication. *Journal of Genetic Resources and Crop Evolution*, 43, 283-290.
- McDonald, M., & Morris, M. (1984). The statistical validity of the ratio method in financial analysis: an Empirical Examination: A Comment. *Journal of Business Finance & Accounting*, 13, 627-632.
- Nomand, S., González, A., & Rees, M. (1988). *Tecnologías indígenas y medio ambiente* (282 pp). México: Centro de Ecodesarrollo.
- Ojeda, D., & Ojeda, E. (1996). *Suelos cultivados de la República Mexicana. Contenido medio de nutrimentos, minerales aprovechables*. México: UACH.
- Omat, E. N., Hammes, P. S., & Robbertse, P. J. (2006). Differences in salinity tolerance for growth and water-use efficiency in some amaranth (*Amaranthus* spp.) genotypes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34, 11-22.
- Pearson, R. (2003). La fuerza de tracción animal en el medio rural mexicano. En C. Arriaga, O. Castelán & L. Velázquez (comp.), *Investigación en animales de trabajo para el desarrollo rural* (15-30 pp). México: UAEM / Editorial CIGOME.
- Pietroboni, R., Hegglin, D., & Lepratte, L. (2012). Sistemas socio-técnicos de producción e innovación. Análisis de la dinámica del sector de producción de carne aviar en la Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Recuperado en abril de 2015 de http://www.revistacts.net/files/Volumen%208%20-%20N%C3%BAmero%2024/Lepratte_EDITADO.pdf
- Porr, M. (2012). *Amaranto: planta latinoamericana con fuerzas colosales*. Academia Nacional de Ciencias de EEUU, 1975. Recuperado en diciembre de 2014 de http://www.el-pan-alegre.org/Guia_Amaranto.pdf
- Ramírez, B., Ramírez, G., Juárez, J., & Cesin, A. (2007). Tecnología e implementos agrícolas: estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 38, 55-70.
- Sánchez, H. (2004). *Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de las buenas prácticas agrícolas en Huaura* (130 pp). Lima, Perú: IICA.
- Sánchez, O. J., Argumedo M., A., Álvarez G., F., Méndez E., J. A., & Ortiz E., B. (noviembre, 2013). Labores culturales y conocimiento tradicional en el sistema del cultivo de amaranto de tochimilco, Puebla. *XII Simposio Internacional y VII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible*. Puebla, Puebla.
- Sánchez, O. J., Argumedo, M. A., Álvarez, G. F., Méndez, E. J. A., & Ortiz, E. B. (agosto, 2014). Conocimiento tradicional y rentabilidad del amaranto en Tochimilco, Puebla. *Ponencia presentada en el Congreso Nacional de Amaranto*. Texcoco, México.
- Sánchez-Olarte, J., & Argumedo-Macias, A. (2015). El sistema sociotécnico, hacia un enfoque para la comprensión de los sistemas de cultivo agrícola. "El caso del amaranto de Tochimilco, Puebla". *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 8(22). Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/delos/22/amaranto.html>

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y Sistema de información agroalimentaria de consulta (Siacon) (2012). *Sistema de información agroalimentaria de consulta*. México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2013). Con información de las delegaciones de la Sagarpa. México: SIAP. Recuperado en diciembre de 2014 de <http://www.siap.gob.mx>
- Sevilla, E., & González de Molina, M. (Eds.) (1993). *Ecología, campesinado e historia*. Madrid: La Piqueta.
- Toledo, V. M. (1997). *La apropiación campesina de la naturaleza: un análisis etnoecológico* (mimeografiado, en prensa). México.
- Toledo, V., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de los saberes tradicionales* (202 pp). España: Ed. Icaria Barcelona.
- Trist, E. (1981). *The evolution of socio-technical systems a conceptual framework and an action research program*. Toronto Ontario: Associate of the Quality of Working Life Centre.
- Valverde, J., Vieto, R., & Pacheco, A. (1996). Procesos endógenos y lógica de investigación campesina. *Revista Bosques, Arboles y Comunidades Rurales*, 25, 4-11.
- Warman, A. (2001). *El campo mexicano en el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica.