

TITULO:

**PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD DE TRES PAQUETES TECNOLÓGICOS
PARA MAÍZ (*Zea mays L.*) EN HUANDACAREO, MICHOACÁN, MÉXICO**

Fecha:

17 a 19 de octubre de 2018

Categoría: Trabajo de investigación

Loera Martínez Jesús¹

jloeram@chapingo.mx

Eje temático: Economía ambiental y de los recursos naturales

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco, Texcoco, Estado de México, México. Tel. 5550559653.

PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD DE TRES PAQUETES TECNOLÓGICOS PARA MAÍZ (*Zea mays L.*) EN HUANDACAREO, MICHOACÁN, MÉXICO

RESUMEN

La investigación tiene por objetivo analizar tres paquetes tecnológicos utilizados para el cultivo de maíz en Huandacareo, Michoacán, México, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2016, para determinar aquel que ofrezca una productividad alta y rentabilidad positiva, que preserve el medio ambiente y genere un impacto social positivo, en un contexto de sustentabilidad. Dos paquetes consisten en un manejo convencional con diferente intensidad en el uso de insumos químicos y, un tercero, consiste en un manejo alternativo que sustituye a los agroquímicos por insumos orgánicos. Los resultados muestran una productividad alta y rentabilidad positiva para las dos tecnologías convencionales, perjudiciales al ambiente y de bajo impacto social, y una productividad baja y rentabilidad negativa para la tecnología alternativa, amigable con el ambiente y de alto impacto social. Se concluyó que ninguno de estos paquetes cumple con todos los factores para ser sustentables. Las perspectivas para lograr una producción sustentable de maíz en la región, se basan en la necesidad de aumentar la productividad del paquete tecnológico alternativo, negociar un precio diferenciado para el grano producido con esta tecnología y acortar el período de transición para transformar el proceso de producción convencional en uno alternativo, que produzca rentablemente y preserve el medio ambiente.

Palabras clave: Maíz, Manejo alternativo, Manejo convencional, Productividad, Sustentabilidad.

ABSTRACT

This research aims to analyze three technological packages used for the cultivation of corn in Huandacareo, Michoacan, Mexico, during the Spring-Summer 2016 agricultural cycle, to determine the one that offers high productivity and positive profitability, while preserving the environment and generating a positive social impact, in a context of sustainability. Two of these packages consist of conventional management with different intensity in the use of chemical inputs, and a third consists of alternative management that replaces agrochemicals with organic inputs. The results show high productivity and positive profitability for the two conventional technologies, which are environmentally damaging and have low social impact, and low productivity and negative profitability for the environmentally friendly and high social impact alternative technology. It was concluded that none of these packages meets all the factors to be sustainable. Therefore, the prospects for achieving sustainable corn production in the region are based on the need to increase the productivity of the alternative technology package, as well as to negotiate a differentiated price for the grain produced with this technology and shorten the transition period to transform the conventional production process into another alternative, which produces profitably while preserving the environment.

Keywords: Corn, Alternative management, Conventional management, Productivity, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es el principal cultivo en México, debido a su importancia como alimento y sustento de la población, lo cual lo convierte en un elemento clave a nivel económico, político y social en el país. Este cultivo se produce cada año en dos ciclos agrícolas: Primavera-Verano y Otoño-Invierno, bajo diferentes condiciones tecnológicas y agroclimáticas (Fernández *et al.*, 2013; Luna *et al.*, 2012; Márquez *et al.*, 2007).

En el caso del municipio de Huandacareo, Michoacán, el 25.28% del territorio es de uso agrícola, con predominancia de agricultura de temporal (4,093 hectáreas) con respecto a la agricultura de riego (444 hectáreas); los principales cultivos son el maíz, alfalfa, sorgo y trigo (SIAP, 2016; INEGI, 2009). Los productores que cultivan maíz en el municipio tienen como objetivo obtener una ganancia mediante la venta del grano. El margen de ganancia constituye la base económica que permite a los agricultores garantizar la rentabilidad de la producción de maíz para el sustento de sus familias, partiendo de que la agricultura no debe ser sólo una forma de vida *per se*, sino una forma de vida con decoro (Peraza, 2014; Volke, 1977).

Sin embargo, en el proceso de creación de satisfactores materiales, los seres humanos en alguna medida suelen entrar en conflicto con la naturaleza, situación observable en toda la historia de la humanidad (Surasky & Morosi, 2013). En efecto, la relación hombre con el medio ambiente casi siempre es contradictoria ya que, por un lado, destruye para sobrevivir y, por otro, reproduce o propicia la reproducción de seres vivos con el propósito de vivir mejor. La historia económica de las naciones muestra que esa doble necesidad siempre ha estado presente, de manera que las sociedades menos desarrolladas tecnológicamente han sufrido crisis medioambientales, en la mayoría de los casos por depredar sus recursos naturales, hasta casi su extinción (Caballero, 2012; Foladori & Perri, 2005; Múnive, 1994).

Por lo anterior, es necesario que los agricultores aprendan a producir coexistiendo con la naturaleza y actuando en equilibrio con ella y no en su contra, para prevenir las crisis medioambientales provocadas por los procesos productivos que emplean tecnologías dañinas, debiendo transitar hacia la sustentabilidad. Ésta se entiende como el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (CMMAD, 1987). Para analizar la sustentabilidad, se consideran los factores económicos, sociales y ecológicos. De acuerdo con Muller (1996), ésta se evalúa mediante la viabilidad económica (nivel de ingreso en las unidades de producción, dentro de una región), la aceptabilidad social (promedio de ingreso anual per cápita que se deriva del empleo generado por una actividad o un proyecto) y la sostenibilidad ecológica (impacto positivo, o negativo mínimo en el medio ambiente).

Esta situación motivó para realizar la presente investigación, cuyo objetivo es analizar la productividad y la rentabilidad, en un contexto de sustentabilidad, de tres paquetes tecnológicos utilizados para la producción de maíz en la región agrícola del municipio de Huandacareo, Michoacán, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2016. Dos de los paquetes analizados

consisten en un manejo convencional con diferente intensidad en el uso de insumos químicos y, un tercero, consiste en un manejo alternativo que sustituye los agroquímicos por insumos orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el área maicera del municipio de Huandacareo, Michoacán, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2016. El trabajo de campo permitió obtener directamente la información técnica y de costos utilizada en este análisis, de tres paquetes tecnológicos usados por los productores en la región: el convencional no intensivo, el convencional intensivo y el alternativo. En el ciclo de cultivo analizado, el universo de los productores de maíz en la región fue de 238, del cual se obtuvo una muestra correspondiente al 10% de la población, dando como resultado la aplicación de 24 encuestas asignadas de manera aleatoria, para obtener los datos de prácticas culturales y sus costos, así como los rendimientos del cultivo y el precio de venta.

La productividad se midió mediante el rendimiento del cultivo en toneladas por hectárea y la rentabilidad se evaluó mediante la relación Beneficio/Costo calculada con el flujo corriente de ingresos y costos. La sustentabilidad se evaluó con base en los siguientes criterios: a) Viabilidad económica. Se utilizó como indicador la Relación Beneficio/Costo. b) Aceptabilidad social. Se utilizó como indicador la cantidad de jornales utilizados por hectárea. c) Sostenibilidad ecológica o ambiental. Se consideró que una tecnología es apropiada si el impacto negativo al ambiente es mínimo, o si impacta positivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Los paquetes tecnológicos y las labores culturales.

En el municipio de Huandacareo el maíz se cultiva en el ciclo Primavera-Verano de cada año. Existen dos variantes de cultivo en cuanto al régimen hídrico: los maíces con punta de riego, que se siembran a finales de marzo y se cosechan a finales de septiembre, y los maíces de temporal, que se siembran a mediados de mayo y se cosechan entre diciembre y enero, dependiendo del grado de humedad y de la disponibilidad de la maquinaria para trillar. De las 4,093 ha de superficie agrícola de temporal en Huandacareo, alrededor de 308 ha se siembran con maíz; de las 444 ha bajo riego, 220 ha se siembran con este grano. El resto de la superficie se siembra con otros cultivos, o se ocupa para el pastoreo en el caso de temporal.

La superficie promedio cultivada con maíz por productor en esta región es de 1.4 ha en temporal, con un mínimo de 0.5 y un máximo de 2.5 ha; la superficie cultivada con maíz bajo riego es de 12.2 ha en promedio por productor. Existen 220 productores en temporal y 18 de riego que cultivan en conjunto una superficie de 528 ha con maíz. Las labores de cultivo y sus costos, se analizan a continuación, señalando en cada caso en qué paquete tecnológico se usa.

Preparación del terreno. La preparación del terreno en los dos paquetes tecnológicos convencionales consiste en un barbecho con tractor y arado de discos, y el desmenuzado de

terrones se hace con rastreo y cruza. Para preparar una hectárea de terreno con tractor se requieren 7 horas de trabajo, con un costo total de \$2,450.00/ha. Por otro lado, para preparar el terreno de forma alternativa se requiere barbechar con yunta de caballos, invirtiendo 18 horas de trabajo con un costo total de \$2,700.00/ha.

Siembra y fertilización. Las labores de siembra en los dos paquetes tecnológicos convencionales se realizan con sembradora neumática, al mismo tiempo que se hace la fertilización. El precio de la semilla varía de acuerdo con la calidad, el distribuidor, la temporada y volumen de compra. Por su parte, la fertilización convencional más usada consiste en aplicar 300 kg de sulfato de amonio y 150 kg de superfosfato simple granulado. Adicionalmente, en la siembra se utiliza un insecticida para prevenir el ataque de la gallina ciega. El costo total oscila entre \$6,000.00 y \$7,740.00/ha dependiendo de la calidad de semilla que se utilice. Por otra parte, la siembra alternativa se realiza manualmente requiriendo para una hectárea un total de 4 jornales, 50 kg de semilla criolla y en algunos casos media tonelada de pollinaza; la siembra alternativa tiene un costo total que varía entre \$1,150.00 y \$1,900.00/ha.

Abonado. El abonado de los terrenos con estiércol es una práctica costosa, debido a los altos costos para transportar este material a la parcela. Diez viajes en camioneta, tienen un costo de: 1) Estiércol, \$100.00 por viaje; 2) Dos jornales por día de trabajo, \$400.00; 3) Gasolina, \$300.00 por día de trabajo; 4) Comida y agua para los trabajadores, \$300 por día. El costo total es de \$2,000.00/ha.

En cuanto a los costos de transportar el estiércol en camiones de volteo, estos son: 1) Estiércol, \$200.00 por viaje; 2) Flete, \$200.00 por viaje; 3) Renta de retroexcavadora, \$150.00 por viaje. Diez viajes de estiércol de cinco toneladas cada uno, tendrían un costo de \$5,500.00.

Riegos. En las parcelas con riego, esta labor tiene un costo de \$1,000.00 por riego. Los agricultores convencionales realizan dos riegos durante toda la temporada del cultivo, la cual abarca de mayo a septiembre. Mientras que los agricultores alternativos aplican sólo un riego de auxilio durante la canícula (período más caluroso del año, comprendido entre el 24 de julio al 2 de septiembre).

Escarda y fertilización foliar. La escarda en los dos paquetes tecnológicos convencionales se realiza con tractor para eliminar la maleza en sus primeras etapas de desarrollo, cuando el maíz tiene alrededor de cuatro hojas verdaderas; su costo es de \$500.00/ha. Días después, se realiza una aplicación de herbicida cuyo costo varía, si la aplicación es manual \$700.00/ha o con tractor \$300.00/ha. De igual forma, se realiza una fertilización foliar con microelementos para fortalecer las plantas de maíz después de la aplicación del herbicida, con un costo de \$450.00/ha. Por su parte, en el paquete tecnológico alternativo la escarda se realiza con yunta de caballos, deshierbe manual y fertilización foliar con lixiviado de lombriz al 5%; el costo de esta actividad es de \$2,200.00/ha, más \$500.00 para la alimentación de jornaleros.

Segunda fertilización. La segunda fertilización en los dos paquetes tecnológicos convencionales se realiza con urea (46-0-0), 200 kg/ha, con un costo de \$1,440.00 a \$1,965.00, costo frecuente \$1,740, dependiendo de si se realiza la aplicación manualmente o con tractor. Por otra parte, en el paquete tecnológico alternativo una de las opciones para realizar la segunda fertilización es la aplicación de bocashi² con un costo de \$4,000.00/ha; se requieren 6 jornales para aplicarlo, con un costo de \$1,200.00, dando un total de \$5,200.00/ha para esta actividad.

Control de plagas. Las plagas que atacan al maíz son el chapulín o chocho y el gusano cogollero. En los dos paquetes tecnológicos convencionales el control de estas plagas tiene un costo de \$500.00/ha, cada uno. Para el caso del paquete tecnológico alternativo, el control se realiza con la aplicación de caldo sulfocálcico al 3% cuyo costo es de \$400.00/ha, incluyendo el jornal.

Cosecha. La cosecha en los dos paquetes tecnológicos convencionales se realiza con trilladora, cuyo costo por actividad es de \$2,500.00/ha, con flete incluido para transporte a la bodega. Mientras que la cosecha en el paquete tecnológico alternativo se hace manualmente con un costo de \$8,550.00/ha, tomando en cuenta el transporte y jornales extra para desgranar las mazorcas.

Rendimientos. Los rendimientos promedio obtenidos en los dos paquetes tecnológicos convencionales oscilaron entre 10 y 12 toneladas por hectárea en aquellas parcelas que se sembraron con semilla de calidad, mientras que en las parcelas que utilizaron semilla barata los rendimientos oscilaron entre 7 y 9 ton/ha. Por otra parte, en parcelas cultivadas con el paquete tecnológico alternativo, los rendimientos oscilaron entre 4 y 5 ton/ha.

Precio de venta. El precio de venta del maíz en grano en el municipio osciló entre \$3,500.00 y \$3,600.00/ton durante el ciclo analizado.

Manejo de los residuos de cosecha. Debido a que la ganadería bovina es también una actividad económica importante en la región (INEGI, 2009), casi ningún productor incorpora los residuos de cosecha al suelo, sino que desvaran la caña de maíz y la empacan para su venta como forraje. En promedio se obtienen 65 pacas/ha, que se venden a un precio de \$20.00/paca, generando un ingreso extra al productor de \$1,300.00/ha.

2. Los paquetes tecnológicos y la rentabilidad del cultivo de maíz.

En este apartado se analizan los resultados obtenidos con los tres paquetes tecnológicos aplicados en la región, a través del cálculo y comparación de las Relaciones Beneficio/Costo. Algunas personas en la región se dedican a la agricultura como una ocupación terapéutica, ya que son empresarios en otras ramas productivas del sector industrial o de servicios, las cuales proveen su sustento, permitiéndoles incluso financiar las actividades agrícolas que realizan, sin buscar una

² Abono orgánico sólido. El término es un vocablo japonés que significa “materia orgánica fermentada”. Es producto de un proceso de fermentación (proceso anaerobio) que acelera la degradación de la materia orgánica (animal y vegetal) y también eleva la temperatura permitiendo la eliminación de patógenos (pasteurización). Es un proceso más acelerado que el compostaje y permite obtener el abono entre 12 y 21 días. La aplicación de este producto aumenta la biodiversidad microbiológica de los suelos.

ganancia. Sin embargo, la mayoría de los productores viven del ingreso generado por la venta de su maíz, razón por la cual la obtención de ganancias es el móvil principal de su actividad productiva.

En el Cuadro 1 se observa que el Paquete Tecnológico convencional no intensivo generó una ganancia de \$13,210.00/ha, con una Relación Beneficio/Costo de 1.57, lo cual indica que se obtuvieron \$0.57 de ganancia por cada peso erogado. Por lo tanto, la aplicación de este paquete tecnológico ofrece una rentabilidad positiva.

Cuadro 1. Análisis financiero del Paquete Tecnológico Convencional No Intensivo para maíz en Huandacareo, Michoacán. Ciclo P-V 2016.

| CONCEPTO | MONTO (\$/ha) |
|---|---------------|
| COSTOS | |
| Preparación del terreno | |
| 4 horas tractor para barbecho (\$350/hora) | 1,400.00 |
| 3 horas tractor para rastreo y cruza | 1,050.00 |
| Siembra y primera fertilización | |
| 1.5 bultos de 60,000 semillas cada uno. Asgrow, Dekalb, Pionner o Syngenta. | 5,000.00 |
| 5 bultos de sulfato de amonio | 1,140.00 |
| 3 bultos de superfostato simple granulado | 600.00 |
| Lorsban 480 granulado (insecticida vs. gallina ciega) | 300.00 |
| 1.5 hora de tractor con sembradora convencional | 500.00 |
| Aplicación de Lorsban 480 | 200.00 |
| Riegos: 2 riegos | 2,000.00 |
| Escardas: 2 escardas con tractor | 1,000.00 |
| Herbicidas | |
| Herbicida (gramozone, hierbamina, faena) | 300.00 |
| 2 jornales para aplicación | 400.00 |
| Fertilización foliar | |
| 1 hora tractor con bomba, mezcla con bayfolan forte | 450.00 |
| Segunda fertilización | |
| 200 kg Urea, 2 jornales para aplicación | 1,740.00 |
| Control de plagas | |
| Cipermetrina y 2 jornales (chapulín) | 500.00 |
| Imidacloprid y 1 hr tractor (gusano cogollero) | 500.00 |
| Cosecha: 1 hora de máquina trilladora | 2,500.00 |
| Renta de la tierra | 2,000.00 |
| Total de costo directo/ha | 21,580.00 |
| Total de costo financiero (14% ASSI por 6 meses) | 1,510.00 |

| | |
|---|-----------|
| Total de costo/ha | 23,090.00 |
| INGRESOS | |
| 10 toneladas de maíz | 35,000.00 |
| 65 pacas de rastrojo | 1,300.00 |
| Total de ingresos/ha | 36,300.00 |
| GANANCIA (B-A) | |
| Total Ingresos (\$36,300.00)–Total Costos (\$23,090.00) | 13,210.00 |
| Relación Beneficio/Costo | 1.57 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo del ciclo Primavera-Verano 2016.

En el Cuadro 2 se observa que el Paquete Tecnológico convencional intensivo generó una ganancia de \$21,629.00/ha, con una Relación Beneficio/Costo de 1.73, lo cual indica que se obtuvieron \$0.73 de ganancia por cada peso erogado. Por lo tanto, la aplicación de este paquete tecnológico es rentable.

Cuadro 2. Análisis financiero del Paquete Tecnológico Convencional Intensivo para maíz en Huandacareo, Michoacán. Ciclo P-V 2016.

| CONCEPTO | MONTO (\$/ha) |
|--|---------------|
| COSTOS | |
| Preparación del terreno | |
| 4 horas tractor para barbecho con arado de rejas reversible | 1,400.00 |
| 3 horas tractor para rastreo y cruza | 1,050.00 |
| Siembra y fertilización | |
| 1.5 bultos (90,000 semillas cada uno) Asgrow, Dekalb, Pionner o Syngenta | 6,000.00 |
| 1 kg de Teprosyn NP+Zn | 300.00 |
| 20 kg de Zabra granulado (gallina ciega) | 450.00 |
| 7 bultos de fórmula 20-10-10 | 4,400.00 |
| 2 horas tractor con sembradora neumática | 700.00 |
| 1 hora tractor para surcado | 350.00 |
| Riegos: 2 riegos | 2,000.00 |
| Escarada: 2 escardas con tractor | 1,000.00 |
| Foliares | |
| Aplicación de herbicida gramoxone super | 500.00 |
| Aplicación de dimetoato 40% (vs. trips) | 500.00 |
| Aplicación de coragen (vs. gusano cogollero) | 500.00 |
| Aplicación foliar triple 19 con microelementos | 600.00 |
| Segunda fertilización a la segunda escarda | |
| 150 kilogramos de Entec 26 | 1,900.00 |
| Tercera fertilización al jiloteo | |

| | |
|--|-----------|
| 150 kilogramos de fosfonitrato | 1,300.00 |
| Cosecha: Maquila trilladora | 2,500.00 |
| Renta de la tierra | 2,000.00 |
| Total de costo directo/ha | 27,450.00 |
| Total de costo financiero (14% ASSI por 6 meses) | 1,921.00 |
| Total de costo/ha | 29,371.00 |
| INGRESOS | |
| 14 toneladas de maíz | 49,000.00 |
| 100 pacas de rastrojo | 2,000.00 |
| Ingreso total/ha | 51,000.00 |
| GANANCIA (B-A) | |
| Ingresos (\$51,000.00)–Costos (\$29,371.00) | 21,629.00 |
| Relación Beneficio/Costo | 1.73 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo del ciclo Primavera-Verano 2016.

Finalmente, en el Cuadro 3 se puede ver que el Paquete Tecnológico Alternativo generó una pérdida de \$12,192.00/ha, con una Relación Beneficio/Costo de 0.58, lo cual significa que sólo se recuperaron \$0.58 por cada peso erogado. Por lo tanto, la aplicación de este paquete tecnológico no es rentable, debido a la baja productividad y al alto requerimiento de mano de obra que eleva los costos de producción por hectárea.

La pérdida resultante constituye una deseconomía que impide la sostenibilidad del cultivo por méritos propios, es decir, la aplicación de este paquete tecnológico requiere la inyección de recursos frescos externos generados en otras actividades productivas de los agricultores, o procedentes de los subsidios gubernamentales.

Cuadro 3. Análisis financiero del Paquete Tecnológico Alternativo para maíz en Huandacareo, Michoacán. Ciclo P-V 2016.

| CONCEPTO | MONTO (\$/ha) |
|---|---------------|
| COSTOS | |
| Preparación del terreno | |
| 8 horas de barbecho con arado tirado por caballo | 1,200.00 |
| 10 horas con barra desmenuzadora tirada por caballo | 1,500.00 |
| Siembra con semilla criolla | |
| 50 kilogramos de semilla | 350.00 |
| 0.5 toneladas de pollinaza | 1,050.00 |
| 5 horas de surcado con timón surcador tirado por caballo | 750.00 |
| 4 jornales para siembra y abonado con pollinaza | 800.00 |
| Abonado | |
| 10 toneladas de estiércol transportado en camión al terreno | 1,100.00 |

| | |
|---|------------|
| 2 jornales para dispersar el estiércol en el terreno | 400.00 |
| Riegos: 1 riego | 1,000.00 |
| Escardas, deshierbes | |
| 4 horas de escarda con timón tirado por caballo | 600.00 |
| 6 jornales para deshierbe manual | 1,200.00 |
| Comida y bebida para jornaleros | 500.00 |
| Foliares | |
| 2 aplicaciones de lixiviados de lombriz al 5% | 800.00 |
| Aplicación de caldo sulfocálcico al 3% | 400.00 |
| Segunda abonada | |
| 3 toneladas de bocashi | 4,000.00 |
| 6 jornales para aplicación de bocashi | 1,200.00 |
| Cosecha | |
| 28 jornales para cosechar mazorcas | 5,600.00 |
| 100 Costales | 300.00 |
| Gasolina para transportar mazorcas al almacén | 400.00 |
| 15 jornales para desgranar mazorcas (\$150/jornal) | 2,250.00 |
| 1 hora tractor para desvare de cañas | 350.00 |
| Renta de la tierra | 2,000.00 |
| Total de costo directo/ha | 27,750.00 |
| Total de costo financiero (14% ASSI por 6 meses) | 1,942.00 |
| Total de costo/ha | 29,692.00 |
| INGRESOS | |
| 5 toneladas de maíz (valor más alto: rango de 4 a 5 ton/ha) | 17,500.00 |
| GANANCIAS (B-A) | |
| Ingresos (\$17,500.00) – Costos (\$29,692.00) | -12,192.00 |
| Relación Beneficio/Costo | 0.58 |

Fuente: Elaboración propia con datos de campo del ciclo Primavera-Verano 2016.

3. Los paquetes tecnológicos y el impacto ambiental.

Los paquetes tecnológicos convencionales en sus dos modalidades, no intensivo e intensivo, no son tecnológicamente apropiados ya que generan impactos negativos en el medio ambiente, pues se hace uso de agroquímicos de alta toxicidad, los cuales contaminan el suelo y el agua, perjudicando la salud tanto de las personas, así como de las plantas y de los animales. Por lo tanto, no son sostenibles en el largo plazo, desde el punto de vista ambiental. El paquete tecnológico alternativo es tecnológicamente apropiado, ya que es más amigable con el medio ambiente, puesto que sustituye el uso de agroquímicos por insumos orgánicos que no contaminan, lo cual lo convierte en una opción sostenible a largo plazo, desde el punto de vista ambiental.

4. Los paquetes tecnológicos y el impacto social

Los paquetes tecnológicos convencionales analizados generan muy poca demanda de mano de obra directa en las labores de cultivo, ya que éstas se realizan principalmente con maquinaria e implementos agrícolas. Por esta razón, su impacto social es casi nulo. El paquete tecnológico alternativo genera una alta demanda de mano de obra directa para las labores de culturales, ante la necesidad de sustituir el uso de insumos químicos mediante el uso intensivo de mano de obra. Su impacto social es alto, ya que se requieren 61 jornales por hectárea.

5. Los paquetes tecnológicos y la sustentabilidad

En el Cuadro 4 se presentan los tres paquetes tecnológicos analizados y los factores que se consideraron como atributos para el análisis de la sustentabilidad en el cultivo de maíz.

Cuadro 4. Los paquetes tecnológicos y el análisis de la sustentabilidad de la producción de maíz en Huandacareo, Michoacán, ciclo P-V 2016.

| Paquete tecnológico | Viabilidad económica (R B/C) | Sostenibilidad ecológica (impacto positivo) | Aceptabilidad social (jornales usados) | Sustentable* |
|---------------------------|------------------------------|---|--|--------------|
| Convencional no intensivo | SI (1.57) | No | Escasa (6) | No |
| Convencional intensivo | SI (1.73) | No | No (0) | No |
| Alternativo | No (0.58) | Si | Si (61) | No |

*Cualidad del paquete tecnológico al que le favorecen todos los factores de la sustentabilidad evaluados.

Fuente: Elaboración propia con información de campo 2016.

En el Cuadro 4 se observa que los paquetes tecnológicos convencionales, en sus dos modalidades, no son sustentables porque, si bien cumplen con el atributo de la viabilidad económica debido a su rentabilidad positiva, no cumplen con ninguno del resto de los atributos para considerarse sustentables.

El paquete tecnológico alternativo no posee el atributo de la viabilidad económica y, aunque cumple con el resto de los factores de la sustentabilidad, tampoco es sustentable.

6. Perspectivas para una producción de maíz sustentable.

El único paquete tecnológico que tiene buenas perspectivas para ser sustentable en la región estudiada es el alternativo. Este paquete puede ser sustentable si se consigue una rentabilidad positiva; para ello debe obtenerse un precio más alto por el maíz producido, mismo que podría negociarse con base en que se trata de un producto libre de agrotóxicos. Sin embargo, aunado a la falta de rentabilidad, y a pesar de que se podrían financiar las pérdidas con la obtención de

subsidios, existen otras limitantes para la aplicación generalizada del paquete tecnológico alternativo en la región, las cuales se mencionan a continuación:

- a) La dificultad para satisfacer el alto requerimiento de mano de obra, ya que no todos los agricultores tienen la posibilidad de pagar 61 jornales/ha.
- b) El largo período de transición necesario para convertir el manejo convencional al alternativo, pues por muchos años se han cultivado las parcelas con altas dosis de productos químicos, cuyo impacto negativo es difícil corregir en el corto plazo.
- c) Al generalizarse el uso del paquete tecnológico alternativo, se generaría una situación de escasez de insumos, tales como: la mano de obra, el estiércol y la tracción animal, lo cual, en el corto plazo, implicaría un incremento en su precio.
- d) Más del 25% de las tierras cultivadas son rentadas, situación que desalienta la aplicación del paquete tecnológico alternativo, pues los beneficios obtenidos al mejorar las parcelas a largo plazo serían para el dueño, y no para el arrendatario.
- e) No existe un mercado regional para el maíz cultivado con manejo alternativo; éste debería venderse a \$6.00/kg para recuperar los costos de producción. Sin embargo, en el ciclo agrícola analizado, el precio pagado al productor fue de \$3.50/kg, por lo que este Paquete Tecnológico no fue rentable.
- f) Para la obtención de un precio de venta competitivo, se deben realizar gastos extras para la certificación del producto y para la búsqueda de mercados alternativos, así como para cubrir los costos de comercialización, tales como: acopio, transporte, embalaje y almacenamiento.

CONCLUSIONES

El Paquete Tecnológico Convencional no intensivo es rentable puesto que produjo 10 ton/ha, generó una ganancia de \$13,210.00/ha y ofreció una RB/C de 1.57; pero no cumple con los demás factores para ser sustentable. El Paquete Tecnológico Convencional intensivo es rentable puesto que produjo 14 ton/ha, generó una ganancia de \$21,629.00/ha y brindó una RB/C de 1.73; pero tampoco cumple con los demás factores para ser sustentable. El Paquete Tecnológico Alternativo produjo 5 ton/ha, generó una pérdida de \$12,192.00/ha y arrojó una RB/C de 0.58; su baja rentabilidad negativa y su baja productividad, implican que no es viable económicamente, razón por la cual tampoco es sustentable.

Por lo tanto, considerando los factores de la sustentabilidad, se concluye que ninguno de los tres paquetes tecnológicos analizados es sustentable. Las perspectivas para lograr una producción sustentable de maíz en la región, se basan en la posibilidad de aumentar la productividad del paquete tecnológico alternativo y negociar un precio más alto para el grano producido bajo esta tecnología, todo lo cual daría rentabilidad positiva al cultivo; además, debe acortarse el período de transición entre los procesos productivos convencionales y alternativos. Todo lo anterior, para no comprometer el nivel de ingreso presente de los agricultores, ni se dañe el medio ambiente, en forma tal que se fomente la sustentabilidad en la agricultura maicera en la región.

LITERATURA CITADA

- Caballero M. R. 2012. El suelo y la agricultura sustentable. En: *Los recursos naturales suelo, agua y biodiversidad. Propuestas para su aprovechamiento y conservación*. Valadez R. M., Contreras R. J., Blas S. R., Ancheyta M. G., Zaragoza O. J., Pérez J. M (Eds). Altres Costa-Amic.: Puebla.
- CMMAD. 1987. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. Oxford University Press, 1987.
- Fernández S. R., Morales C. L. A., Gálvez M. A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Fitotecnia Mexicana* 36 (Supl. 3A): 275-283.
- Foladori G., Pierri N. 2005. ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. Miguel Ángel Porrúa, Universidad Autónoma de Zacatecas y H. Cámara de Diputados LIX Legislatura. 219 p.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huandacareo, Michoacán. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 9 p.
- Luna M. B. M., Hinojosa R. M. A., Ayala G. O. J., Castillo G. F., Mejía C. J. A. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz de México. *Fitotecnia Mexicana* 35(1):1-7.
- Márquez B. S. R., Ayala G. A. V., Schwentesius R. R., Almaguer V. G. 2007. El maíz en México ante la apertura comercial. *Extensión al campo* 1(3): 5-9.
- Muller S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. IICA & GTZ.: San José, Costa Rica.
- Munive H. J. A. 1994. Efecto del pH del suelo sobre la asociación *Azospirillum brasilense* cepa UAP-154 – *Zea mays* bajo condiciones de invernadero con base en el desarrollo de la planta. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 36 p.
- Peraza R. J. C. 2014. Relación de los campesinos con su ambiente en la zona de reserva del Merendón, Honduras. Universidad Autónoma Chapingo. 162 p.
- SIAP. 2016. Estadística de la Producción Agrícola 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Surasky J., Morosi G. 2013. La relación entre los seres humanos y la naturaleza: construcción, actualidad y proyecciones de un peligro ambiental. Instituto de Relaciones Internacionales. 38 p.
- Volke H. V. 1977. Generación de tecnología para agricultura de temporal y subsistencia: el caso del maíz en la región del Plan Puebla. Escuela Nacional de Agricultura. 280 p.