

Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México

The importance of farmers' social, environmental and economic objectives in improved corn seeds adoption in Chiapas, México

Blanca Isabel Sánchez-Toledano ^{1,2*}, Zein Kallas ¹, José María Gil ¹

Originales: *Recepción*: 24/08/2016 - *Aceptación*: 17/10/2016

RESUMEN

Mientras que las semillas mejoradas pueden aumentar el rendimiento y la productividad de maíz en México, su adopción sigue siendo baja. Si se pretende entender el comportamiento de adopción de innovaciones tecnológicas, es necesario, entender la heterogeneidad de los agricultores teniendo en cuenta no solo sus características socioeconómicas y las de sus explotaciones, sino también sus opiniones, actitudes, preferencias y objetivos. Por ello, en esta investigación se buscó en primer lugar, analizar los objetivos que los agricultores tienen en cuenta a la hora de cultivar maíz en Chiapas a través del proceso analítico jerárquico. En segundo lugar, segmentar a base de sus opiniones, actitudes y aversión al riesgo, utilizando el análisis de conglomerado y observar la heterogeneidad mediante el análisis Tobit. Los datos se recopilaron a través de una muestra de 200 agricultores de maíz en Chiapas, México. Se identificaron tres segmentos de agricultores: en "transición" - no aprecian en su totalidad el potencial de las semillas mejoradas (52,5%); "conservadores" - con una percepción negativa de las semillas mejoradas (18,5%); e "innovadores" - con una percepción positiva (29%). Se observó que los objetivos de los agricultores son diferentes para cada segmento.

Palabras clave

Zea mays L • adopción • objetivos de los agricultores • proceso analítico jerárquico • Tobit

1 Centro de Investigación en Economía y Desarrollo Agroalimentario (CREDA), UPC-IRTA. Parc Mediterrani de la Tecnologia Edifici ESAB. C/ Esteve Terrades, 8 E-08860. Barcelona, España.

2 Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Apartado Postal Núm. 18, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. E-98500. sugammx@hotmail.com

ABSTRACT

While improved seeds can increase performance and productivity of corn in Mexico, its adoption remains low. In order to understand the behavior of adoption of technological innovations, it is necessary to understand the heterogeneity of farmers taking into account not only their socio-economic characteristics and the nature of their holdings, but also their opinions, attitudes, preferences and objectives. Therefore, in this investigation our aim was firstly to analyze the objectives that farmers have to take into account when they cultivate corn in Chiapas and we have used the analytic hierarchy process. Secondly, to segment the farmers based on their opinions, attitudes and risk aversion using the cluster analysis and observing the heterogeneity by the Tobit analysis. Data were collected through a sample of 200 maize farmers in Chiapas, Mexico. Three segments of farmers were identified: In "transition" - not fully appreciating the potential of improved seeds (52.5%); "conservative" - with a negative perception of improved seeds (18.5%); and "innovative" - with a positive perception (29%). It was observed that the objectives of farmers are different for each segment.

Keywords

Zea mays L • adoption • objectives of farmers • analytic hierarchy process • Tobit

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Chiapas es el estado con la mayor producción de maíz en México (696 mil t). No obstante, también cuenta con los menores rendimientos (1,6 tha⁻¹) (65).

La baja productividad se debe a varios factores pero uno de ellos es el uso de semillas criollas que, a pesar de estar adaptadas a condiciones ambientales desfavorables, tienen un bajo potencial productivo y son más sensibles a padecer enfermedades reduciendo la calidad del cultivo y la productividad. En este sentido, la utilización de semillas mejoradas de maíz representa una oportunidad de mejora tecnológica que repercutiría en aumentar el rendimiento y rentabilidad de las explotaciones.

No obstante, la adopción de este tipo de semillas es aún limitada (30%) (35) debido principalmente al tamaño de las explotaciones, los precios de las semillas mejoradas y a que la promoción de su

uso se ha centrado en agricultores con grandes extensiones de tierra y de buena calidad edafológica (25).

Si se quiere incrementar la utilización de semillas mejoradas es necesario tener en cuenta la gran heterogeneidad de agricultores existentes con circunstancias diferenciadoras específicas, que por otro lado, condicionan las decisiones de producción de los agricultores. Entre estas circunstancias se destaca el entorno, factores naturales y económicos, los objetivos empresariales, las preferencias de los agricultores y las limitaciones en la disponibilidad de recursos.

Si las tecnologías se adecuan a las circunstancias específicas de los agricultores, estos las adoptarán rápidamente (16, 21).

Por consiguiente, si se pretende entender el comportamiento de adopción de tecnologías en este sector, es necesario, entender la heterogeneidad de los

agricultores teniendo en cuenta no solo sus características socioeconómicas y las de sus explotaciones, sino también sus actitudes y preferencias del riesgo percibido hacia las semillas mejoradas. Asimismo, es de importancia incluir en este análisis los objetivos que posee cada agricultor en su decisión de administrar la explotación. Por tanto, este trabajo pretende proporcionar información técnica, socioeconómica y tipológica de los agricultores de maíz en el estado de Chiapas, para impulsar estrategias diferenciadas de adopción para este cultivo tan importante en el Estado.

Para capturar y simplificar las actitudes y preferencias se utilizó el Análisis de Componentes Principales (ACP), los resultados se utilizaron como variables de segmentación de los agricultores mediante un Análisis de Conglomerados (AC).

Por otra parte, para analizar los objetivos se utilizó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). La metodología AHP es una técnica que se clasifica dentro de las técnicas de decisión multicriterio discretas. Así, los conceptos básicos del AHP se sustentan sobre la base teórica y la terminología común de la Teoría de la Decisión Multicriterio (TDMC) (7).

La toma de decisiones multicriterio se caracteriza por la existencia de más de un criterio para determinar el cumplimiento de un objetivo predeterminado. Asimismo, el modelo econométrico Tobit permitió analizar la heterogeneidad de los objetivos de los agricultores respecto de las variables sociodemográficas de los mismos.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Chiapas se localiza al sureste de México; colinda al norte con el estado de Tabasco, al oeste con Veracruz y Oaxaca, al sur con el Océano Pacífico y al este con la República de Guatemala. Tiene una superficie territorial de 74,415 km² (figura 1).

La agricultura representa el 8% del producto interno bruto de Chiapas y genera empleo para el 40% de la población económicamente activa (38). Esta región produce grandes excedentes de maíz que se destinan a otras partes de México, pero sigue dominado por los agricultores de pequeña escala que producen para el mercado y autoconsumo.

Actualmente se siembran 696 mil hectáreas de maíz de las cuales solo 240,629 hectáreas se siembran con semilla mejorada (65).

El rendimiento promedio es de 1,6 tha⁻¹ y este cultivo constituye por tradición la dieta de los habitantes. Su siembra está vinculada con una serie de fenómenos culturales, socio-políticos y económicos, toda vez que implica seguridad alimentaria y empleo de 3 de cada 5 agricultores del campo (23).



Figura 1. Localización del estado de Chiapas.
Figure 1. State of Chiapas location.

Definición del tamaño de muestra

La información analizada proviene de una encuesta personal y cara a cara, realizada entre enero y marzo de 2015, a una muestra de 200 agricultores estratificados por tamaño de la explotación y variedad de semilla utilizada.

Las encuestas se llevaron a cabo en la zona potencial de producción de maíz en el estado de Chiapas: Villaflores, Chiapas de Corzo, Villacorzo y La Concordia.

Para calcular el tamaño de la muestra se tomó como base a los agricultores registrados

en el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) en los municipios mencionados. Los agricultores registrados en el programa representan el 98% del total de agricultores según (62).

El tamaño de muestra se calculó en base a la fórmula de poblaciones finitas con un nivel de significación (α) de 5% ($Z=1,96$) y un nivel máximo de error de 6,87% (58). El enfoque metodológico seguido en este trabajo se puede consultar en la figura 2.

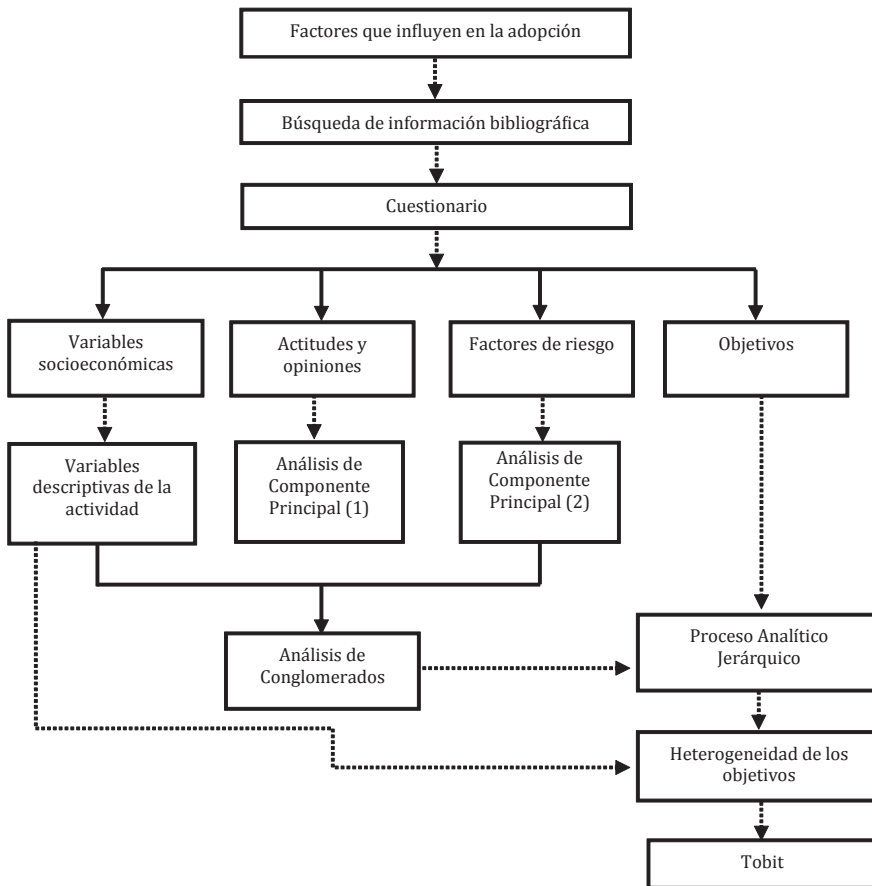


Figura 2. Esquema metodológico de la investigación.

Figure 2. Methodological research scheme.

La encuesta permitió delimitar, recolectar y sistematizar la mayor parte de los datos analizados en la investigación. Con este fin, se aplicó a cada agricultor un cuestionario con 54 preguntas de tipo cerrado, el cual se probó antes de su aplicación definitiva.

Las variables analizadas en el cuestionario se dividieron en los siguientes apartados siguiendo la clasificación presentada por Kallas *et al.* (2010) y Knowler y Bradshaw (2007): características del agricultor, estructura de la explotación, datos de la gestión agraria del cultivo de maíz, factores exógenos, actitudes y opiniones del agricultor hacia la adopción de nuevas tecnologías en la explotación (especialmente las semillas mejoradas), las percepciones del riesgo de dicha adopción y finalmente los objetivos económicos, socio-culturales y ambientales de cada agricultor.

Las actitudes, opiniones y percepciones de riesgo que juegan un papel importante como factores determinantes de la adopción de semillas mejoradas (10, 12, 13, 36, 52) se presentaron en diferentes constructos que incluían diversos ítems, medidos en una escala de likert entre 0 y 10, donde el 0 indicaba que el agricultor no estaba nada de acuerdo con las afirmaciones presentadas y el 10 que estaba totalmente de acuerdo.

Las afirmaciones identificadas fueron comentadas y analizadas en un grupo de discusión formado por los diferentes investigadores implicados en el estudio.

La información contenida en los constructos se validó y se redujo a través del Análisis de Componentes Principales confirmatorio (ACP) siguiendo a Hair *et al.* (1998). En la tabla 1 (pág. 274), se muestran el constructo de las variables utilizadas para el análisis.

Como tercer elemento clave en el proceso de adopción, se han considerado de importancia los objetivos que suele tener cada agricultor en el momento de planificar su actividad agraria (40). Dichos objetivos se clasificaron en objetivos económicos, socioculturales y ambientales (54). Dentro de cada objetivo primario, los agricultores contaban con diferentes objetivos secundarios. Los objetivos económicos secundarios fueron: maximizar las ventas de maíz, maximizar los beneficios totales de la familia y maximizar los beneficios del cultivo de maíz. Los objetivos secundarios socioculturales incluyeron: generar empleos en la zona, impedir el despoblamiento del medio rural y conservar los valores socioculturales existentes.

Los objetivos medioambientales secundarios fueron: favorecer prácticas agrarias que respeten el medioambiente, mantener la fertilidad del suelo y mantener razas criollas de maíz. Todos los objetivos comentados se definieron de acuerdo con un panel de consultores agrícolas en la zona de Chiapas y debatidas en un grupo de discusión, formado por los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Para la determinación de la importancia relativa de cada objetivo se utilizó la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP), técnica con escala del 1 al 9 que permite, a través del uso de las comparaciones pareadas entre dos elementos, la identificación de la priorización de cada agricultor hacia cada objetivo analizado (61).

Los factores que representan a las opiniones, actitudes y percepciones del riesgo identificadas con el ACP se utilizaron como variables de segmentación de los agricultores mediante un Análisis de Conglomerados (AC).

Tabla 1. Variables sobre actitudes, opiniones y preferencias del riesgo utilizadas en el estudio.**Table 1.** Variables on attitudes, opinions and risk preferences used in the study.

Variables sobre actitudes	Nombre de la variable	Literatura
Los precios de venta del maíz mejorado permiten cubrir los mayores costes de producción	(a ₁)	(70)
La siembra con semillas mejoradas de maíz puede asegurar el futuro de las explotaciones	(a ₂)	(70)
La siembra con semillas mejoradas de maíz contribuye a dar una imagen positiva para la explotación	(a ₃)	(70)
La siembra con semillas mejoradas incrementa los ingresos del hogar	(a ₄)	(32)
Las semillas mejoradas de maíz tienen mejor aceptación en el mercado	(a ₅)	(32)
La relación masa-tortilla es mayor con las semillas mejoradas	(a ₆)	(63)
Variables de riesgo		
El riesgo procedente con la sequía es menor con las semillas mejoradas	(b ₁)	(4, 7, 42, 72)
El riesgo procedente de la fluctuación de los rendimientos es menor con las semillas mejoradas	(b ₂)	(42, 48, 66, 72)
El riesgo de pérdidas por heladas es menor con semillas mejoradas	(b ₃)	(4, 72)
Los riesgos procedentes de la proliferación de plagas y enfermedades son menores con semillas mejoradas	(b ₄)	(7, 35, 48, 67, 72)
El riesgo procedente de la comercialización es menor con las semillas mejoradas	(b ₅)	(9, 46)
Existe menor riesgo para la concesión de créditos a los agricultores con semillas mejoradas	(b ₆)	(6, 37, 48, 67)

Por tanto, con los segmentos y la importancia relativa de los objetivos estimados con el AHP se pudo caracterizar e identificar los diferentes perfiles existentes respecto de la adopción de las semillas mejoradas.

Los análisis se llevaron a cabo a través del programa SPSS Statistics 21.

Asumir una homogeneidad de los agricultores respecto de sus objetivos económicos, socioculturales y ambientales es poco realista debido a la naturaleza

heterogénea del decisor agrario (30). Por ello, en este estudio se ha considerado igualmente relevante analizar la heterogeneidad de los objetivos de los agricultores, teniendo en cuenta las variables socio-económicas recogidas (tabla 2, pág. 275).

El modelo Tobit ha sido el utilizado debido al carácter de la variable dependiente (importancia relativa censurada entre 0% y 100%) utilizando el programa STATA 12.

Tabla 2. Variables utilizadas en el modelo Tobit.**Table 2.** Variables used in the Tobit model.

Variables	Acrónimo	Codificación
Miembros en el hogar	V1	Número de miembros que habitan en el hogar (continua)
Sin escolaridad	V2	Sin estudios (0: No, 1: Sí)
Escolaridad baja	V3	Primaria no finalizada (0: No, 1: Sí)
Escolaridad media	V4	Secundaria finalizada (0: No, 1: Sí)
Miembros universitarios	V5	Algún miembro del hogar con estudios universitarios (0: No, 1: Sí)
Generaciones en la agricultura	V6	Número de generaciones dedicadas a la agricultura (continua)
Fuente de información	V7	Información procedente de los empleados (0: No, 1: Sí)
Falta de organización por el sistema producto maíz	V8	Organización por parte del Sistema Producto Maíz (0: No, 1: Sí)
Titular de la explotación	V9	Si el agricultor entrevistado es el titular de la parcela (0: No, 1: Sí)
Tenencia	V10	Si la parcela es pequeña propiedad (0: No, 1: Sí)
Superficie sembrada	V11	Número de hectáreas sembradas (continua)
Rendimiento total	V12	Toneladas por hectárea (continua)
Ventas totales	V13	Ingreso por la venta de maíz (pesos mexicanos/ha) (continua)
Potencial de aceptación de semillas mejoradas	V14	Resultado del ACP
Poca aversión al riesgo	V15	Resultado del ACP

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Según De Cock (2005), en el proceso de adopción de tecnología, los individuos no optimizan sus decisiones en base a un solo criterio sino que, por el contrario, pretenden buscar un equilibrio o compromiso entre un conjunto de criterios u objetivos. Por tanto, cuando se pretende obtener las prioridades que un individuo asigna a un conjunto de

elementos a partir de las valoraciones asignadas a los mismos según sus juicios y preferencias, es necesario establecer un conjunto de procedimientos que permitan utilizar el poder de la mente para conectar las experiencias e intuiciones con los objetivos fijados (51).

El AHP es una técnica flexible y con un alto nivel teórico que permite la resolución de problemas con múltiples criterios,

objetivos y la inclusión del riesgo e incertidumbre; aunado a que se puede adaptar a cualquier tipo de entorno económico y territorial (34).

El método AHP ha sido utilizado con notable éxito en una amplia gama de aplicaciones en campos muy diversos, entre ellos, la protección a espacios naturales y valoración ambiental (11).

En la agricultura, se ha utilizado con éxito para evaluar formas de cultivo alternativas a la agricultura convencional (55, 73), en análisis de adopción (40), preferencias de alimentación (42), valoración de la multifuncionalidad agraria (39), selección de sistemas de riego y tecnología agrícola (26, 43), en la evaluación de diferentes sistemas agrícolas para la producción de olivares (53), para determinar la aptitud de tierras agrícolas (13), en aspectos relacionados con la PAC (Política Agrícola Común) (29), para analizar factores de riesgo de los agricultores (71), en la evaluaciones de crédito (73), en la evaluación de políticas públicas (27), en el desarrollo de nuevos productos (14) y en la evaluación y selección de sistemas de gestión áreas productivas (53), entre otras aplicaciones.

Conceptos básicos y fases operativas del AHP

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una técnica multiatributos para la toma de decisiones. El propósito de esta técnica es descomponer un problema complejo en jerarquías, donde cada nivel es desagregado en elementos específicos (61).

En la metodología AHP, en primer lugar, debe ser fijado el objetivo principal o meta que se pretende alcanzar. Sin embargo, para alcanzar el objetivo principal se puede requerir el cumplimiento de una serie de objetivos más específicos (secundarios) en los cuales, el objetivo principal puede descomponerse. Una vez

construido el árbol jerárquico con sus diferentes objetivos, las alternativas han de ser evaluadas con respecto a cada uno de los nodos de los que dependen directamente, y estos con respecto de los nodos del nivel inmediatamente superior en la jerarquía, y así sucesivamente hasta llegar al objetivo principal o meta.

Por ende, lo que en principio se debe realizar, es una estimación de las prioridades, ponderaciones o pesos locales (w) de los subnodos respecto de su nodo padre. Este procedimiento consiste en la realización de comparaciones por pares de los diferentes subnodos, estableciendo de esta manera los cocientes correspondientes a la importancia relativa de los subnodos considerados en cada comparación.

De esta forma se puede generar en cada caso una matriz llamada "matriz de Saaty" o matriz de valoración para cada individuo k , que presenta la siguiente estructura:

$$A_k = \begin{bmatrix} a_{11k} & a_{12k} & \dots & a_{1nk} \\ a_{21k} & a_{22k} & \dots & a_{2nk} \\ \dots & \dots & a_{1nk} & \dots \\ a_{n1k} & a_{n2k} & \dots & a_{nnk} \end{bmatrix}$$

donde:

a_{ijk} = valor de comparación (razón) entre el subnodo i y el subnodo j ; es decir, el número de veces que el subnodo i satisface mejor que el subnodo j el objetivo indicado por el nodo padre.

Posteriormente, se aplicó el método RGMM o de la media geométrica para estimar el vector de los pesos (\hat{w}_{ik}) (60). Lo anterior, consiste en que a partir de la matriz de Saaty (\hat{A}_k) se calculan los pesos de cada subnodo empleando la media geométrica de sus correspondientes

juicios (\hat{a}_{ijk}). Así, de forma algebraica cada prioridad se calcula de la siguiente forma:

$$\hat{w}_{ik} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{i=n} \hat{a}_{ijk}} \quad \forall \quad i, j \in n$$

donde:

\hat{w}_{ik} = peso o prioridad del subnodo i para el decisor k , \hat{a}_{ijk} : Juicios o valores de comparación expresados para el subnodo i respecto al subnodo j

n = número total de subnodos a comparar

Después de haber realizado la comparación por pares entre los diferentes objetivos y ya que se cuenta con sus correspondientes pesos locales, estos se relacionan con el objetivo principal de la jerarquía. Para ello, los pesos locales calculados se transformen en pesos globales.

Para agregar las ponderaciones \hat{w}_{ik} y obtener las del grupo (\hat{w}_j) se ha utilizado la media geométrica, por ser este el método

más recomendado para las decisiones de grupo en el ámbito social (22).

Aczél y Saaty (1983) y Aczél y Alsina (1986) proponen una matriz de Saaty agregada ($\hat{A} = \hat{a}_{ij} = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^{k=m} \hat{a}_{ijk}}$), a partir

de la cual se obtiene el vector de los pesos de los diferentes criterios representativos del conjunto del grupo (\hat{w}_j).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actitudes, opiniones y preferencias de riesgo

Tal y como se ha comentado, el ACP se llevó a cabo para analizar las actitudes, opiniones y percepciones de riesgo de los agricultores hacia las semillas mejoradas, en ambos casos se tuvo un único factor (tabla 3).

Tabla 3. Resultados del ACP sobre las actitudes, opiniones y percepciones de los agricultores.

Table 3. Results from PCA on farmers' attitudes, opinions and perceptions.

Variables	Factor 1: Potencial de aceptación de semillas mejoradas de maíz
a ₁	,849
a ₂	,830
a ₄	,772
a ₃	,822
a ₆	,819
a ₅	,847

Cronbach' Alfa: 0,882/KMO: 0,839/Bartlett Test: 774,32 (0,000)/Varianza explicada: 68%/Método de Rotación: Varimax.

Cronbach' Alfa: 0,882/KMO: 0,839/Bartlett Test: 774,32 (0,000)/Explained variance: 68%/Rotation method: Varimax.

Percepción del riesgo	Factor 2: Poca aversión al riesgo
b ₁	,779
b ₂	,797
b ₃	,207
b ₄	,819
b ₅	,871
b ₆	,815

Cronbach' Alfa: 0,795/KMO: 0,767/Bartlett Test: 613,85 (0,000)/Varianza explicada: 56%/Método de Rotación Varimax.

Cronbach' Alpha: 0,795/KMO: 0,767/Bartlett Test: 613,85 (0,000)/Explained variance: 56%/Rotation method: Varimax.

Segmentación de los agricultores

A partir de los factores confirmatorios extraídos anteriormente se procedió a segmentar a los agricultores.

El resultado de la aplicación del Análisis de Conglomerado (AC) fue la obtención de clústeres.

El primer segmento denominado "agricultores de transición" es el de mayor tamaño con un 52,5% de la muestra. Este grupo no aprecia completamente el potencial de las semillas mejoradas a pesar de que una gran parte de ellos las utiliza (54,7%). Cuentan con un promedio de edad de 58 años, la superficie sembrada es de 4,7 hectáreas con un rendimiento de 3,7 tha^{-1} y dedican el 89,6% de la producción de maíz para la venta.

En general, se trata de agricultores que asumen riesgos en su gestión y que se encuentran en la etapa de análisis de los aspectos técnicos y económicos de la innovación (74). Por tanto, el aprendizaje de la nueva tecnología es importante porque reduce la incertidumbre y mejora la toma de decisiones. Antes de llevar a cabo un juicio, los agricultores tienen ideas preconcebidas sobre los beneficios económicos de la nueva tecnología.

A partir de la información generada, el agricultor revisa sus creencias subjetivas sobre la rentabilidad de la tecnología y decide si continúa o no con la nueva tecnología (28).

El segundo segmento identificado como "conservadores" representa el 18,2% de la muestra. En general, muestran una actitud negativa hacia las semillas mejoradas. Este grupo tiene una edad promedio de 60 años, la superficie sembrada es de 3,4 hectáreas y cuentan con el menor rendimiento 2,9 tha^{-1} . Dedican el 82,5% de su producción para la venta y su ingreso procede principalmente del maíz (92,8%).

Mencionan que existen factores que restringen el uso de las mismas y se caracterizan por la escasez de recursos económicos y muy limitada disponibilidad de maquinaria y asistencia técnica. Estos datos coinciden con lo expuesto por Feder *et al.* (1985) sobre los factores necesarios para una adopción de tecnología eficiente. Son agricultores adversos al riesgo y no aplican de inmediato la tecnología que se le transfiere, sino esperan a que algún otro productor lo haga primero (adoptantes tardíos) (57).

En general, desconfían de las prácticas agrícolas diferentes a las que han aplicado tradicionalmente en el pasado lo que se asemeja a lo encontrado por Rivera y Romero (2003). Estos agricultores prefieren cultivar la variedad criolla para mantenerse en el sistema productivo principalmente por su sabor, reciclado de semillas y maduración temprana. Lo anterior, coincide con lo expuesto por Magorokosho (2006) sobre las variedades locales recolectadas de Malawi, Zambia y Zimbabwe. Aunado, algunas investigaciones (17) señalan que los agricultores ubicados en áreas de producción aisladas y en laderas con suelos pobres, generalmente no tienen acceso a la semilla mejorada, ya sea porque no son sujetos de crédito o porque la industria de semillas no se interesa en esas áreas que generan poca ganancia.

Asimismo, la fuente de información que emplea este segmento de agricultores son los miembros de su familia, por lo que es necesario, diversificar sus fuentes de información y experimentar para apreciar los beneficios de las semillas mejoradas (47).

El desconocimiento explica la diferencia que se observa entre el rendimiento experimental y el obtenido por la mayoría de los agricultores (24).

Los agricultores convencionales siembran la milpa tradicional. La milpa es un agroecosistema caracterizado por el policultivo. Las semillas de maíz, frijol y calabaza que el campesino siembra cada año están rodeadas de hierbas (quelites, entre otros) que se dejan crecer y se cortan en varias ocasiones durante el proceso de crecimiento del maíz y el frijol. Esta forma de cultivar puede ser más productiva debido a que no solo se mide el rendimiento de un cultivo, sino la producción de las diferentes especies que son aprovechadas para una dieta balanceada y como sistema que mantiene la calidad del suelo. Asimismo, las razas nativas tienen beneficios más allá del rendimiento, tales como sus usos pluriculturales y costos más bajos en el uso de insumos (69).

Hellin y Keleman (2013) mencionan que los productores toman la decisión deliberada de no adoptar las variedades mejoradas.

Las variedades criollas pueden enfocarse a mercados especializados de maíz con un nicho de mercado bien definido, los cuales también pueden mejorar ingresos y dar oportunidades a los agricultores mexicanos. Estas cadenas de valor permiten a los agricultores generar mayores ingresos y conservar *in situ* las variedades de maíz criollo.

El tercer segmento denominado como "innovadores" está formado por 29% del total de la muestra. Los miembros de este grupo utilizan semillas mejoradas y tienen una percepción positiva hacia las mismas.

La edad de este grupo de agricultores es de 52 años, cuentan con una mayor superficie sembrada (5,2 ha) y el mejor rendimiento en el cultivo (4,2 tha^{-1}). Sin embargo, estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en Chiapas han demostrado rendimientos de 15 tha^{-1} con híbridos mejorados (18).

El 93,5% de la producción se utiliza para la venta y su porcentaje de ingreso procedente del cultivo es de 86,03%. Son agricultores cautelosos respecto del riesgo y la mayoría de ellos son usuarios de las mismas (34,9%).

De igual manera, cuentan con el mayor ingreso, lo que concuerda con Chirwa (2005) quien menciona que la adopción se asocia positivamente con mayores niveles de educación, mayor tamaño de las parcelas y mayores ingresos.

Los datos indican que los agricultores observan ventajas agronómicas y económicas, lo que muestra que efectivamente están motivados para utilizar semillas mejoradas. Las ventajas más importantes que los agricultores consideran están relacionados con mayores rendimientos y resistencia al acame. Sin embargo, para mejorar la productividad de maíz la adopción tecnológica debe partir de todo un conjunto de tecnologías y no solo de un componente tecnológico. Consecuentemente, si los agricultores adoptan solo el uso de variedades mejoradas en lugar de un paquete que incluye la aplicación de fertilizantes, mejores formas de siembra y prácticas de manejo; los resultados no tendrán un efecto en la mejora de la productividad del cultivo (44).

Objetivos de los agricultores

Una vez identificados los diferentes segmentos, se estimaron los principales objetivos que los agricultores toman como referencia para orientar su explotación mediante la metodología AHP. Estos resultados sugieren que para los agricultores de transición los objetivos económicos son los más importantes con un peso acumulado de 63,50%, seguidos de los objetivos ambientales (22,32%) y socioculturales (14,18%). Esta jerarquía

de objetivos también es aplicable a los grupos conservadores e innovadores. Se aprecia, que los agricultores de transición tienen mayor interés por los objetivos económicos, los conservadores por los socioculturales y los innovadores por los objetivos ambientales (tabla 4).

Los resultados de la ponderación de los objetivos secundarios muestran que los agricultores de transición tienen una mayor orientación por maximizar las ventas, generar empleos en la zona y mantener la fertilidad del suelo.

Los agricultores conservadores conceden mayor prioridad a maximizar los beneficios totales de la familia, impedir el despoblamiento del medio rural y mantener la fertilidad del suelo. A los innovadores les interesa maximizar los beneficios del cultivo de maíz, generar empleos en la zona y favorecer prácticas agrarias que respeten el medio ambiente (tabla 4).

A manera general, el objetivo menos importante para los segmentos es conservar los valores socioculturales existentes y el más importante es maximizar las ventas (figura 3).

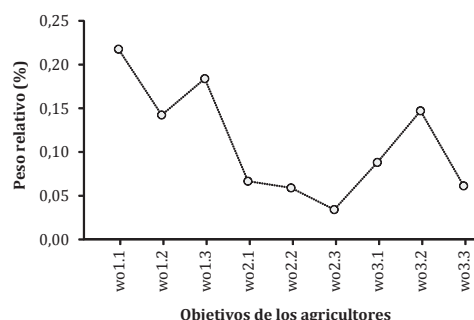


Figura 3. Priorización y ranking de los pesos relativos de los objetivos de los agricultores.

Figure 3. Prioritization and ranking of the relative weights of the farmers' objectives.

Tabla 4. Resultados de la Estructura jerárquica de los objetivos de los agricultores según el grupo.

Table 4. Results of the Hierarchical structure of farmers' objectives according to the group.

Objetivos de los agricultores	C1	C2	C3
Económicos (wo₁)	63,50%^a	51,16%^b	48,46%^b
wo _{1.1} : Maximizar las ventas	49,77% ^a	29,80%	38,02% ^{ab}
wo _{1.2} : Maximizar los beneficios totales de la familia	19,65% ^b	40,08% ^a	20,02% ^b
wo _{1.3} : Maximizar los beneficios del cultivo de maíz	30,58% ^b	30,11% ^b	41,96%
Socioculturales (wo₂)	14,18%^{ab}	21,09%^a	12,67%^b
wo _{2.1} : Generar empleos en la zona	52,96% ^a	29,51% ^b	49,40% ^a
wo _{2.2} : Impedir el despoblamiento del medio rural	27,64% ^b	45,55% ^a	32,93% ^b
wo _{2.3} : Conservar los valores socioculturales existentes	19,40% ^a	24,94% ^a	17,67% ^a
Ambientales (wo₃)	22,32%^b	27,75%^b	38,88%^a
wo _{3.1} : Favorecer prácticas agrarias que respeten el medioambiente	21,30% ^b	22,15% ^b	39,92% ^a
wo _{3.2} : Mantener la fertilidad del suelo	53,87% ^{ab}	57,13% ^a	41,80% ^b
wo _{3.3} : Mantener razas criollas de maíz	24,83% ^a	20,72% ^a	18,27% ^a

C1:De transición; C2:Conservadores; C3:Innovadores. / C1:In transition; C2:Conservative; C3:Innovative.

Heterogeneidad de los objetivos de los agricultores

En el apartado anterior se ha demostrado que existe una gran heterogeneidad entre las diferentes tipologías de agricultores en relación con los objetivos que marcan sus decisiones de producción.

En este apartado se pretende profundizar en los factores que determinan dicha heterogeneidad. Para ello, se ha especificado un modelo en el que la variable dependiente son los objetivos de los agricultores y las explicativas son las variables socioeconómicas, teniendo en cuenta la naturaleza de la variable dependiente.

Se ha estimado un modelo Tobit (68), el cual permite explicar datos que en algunas ocasiones muestran problemas de censura, es decir, cuando no todos los individuos de la muestra se comportan de la misma manera.

Los resultados muestran diferentes variables estadísticamente significativas, con valores estimados de probabilidad menores a 0,05 y al 90% de confianza. La Chi cuadrada de la razón de probabilidades indica que las variables estimadas en su conjunto son diferentes de cero (64).

Si se analiza la relación entre las variables socioeconómicas y los objetivos de los agricultores en los tres segmentos, se observa que la bondad de ajuste es satisfactoria según la función de verosimilitud y la significancia de las variables confirma que los grupos de agricultores difieren en sus objetivos (tabla 5, pág. 282).

A nivel general, tal y como se puede observar en la tabla 5 (pág. 282), el coeficiente de la variable miembros del hogar (V1) es significativa para los tres objetivos pero negativa para el objetivo sociocultural y ambiental. Lo que ratifica que entre mayor sea el número de familiares, mayor será la utilidad necesaria para satisfacer las necesidades del hogar (10).

Otra variable importante es contar con estudios básicos (V3) y/o que algún miembro de la familia tenga estudios universitarios (V5) pues afecta positivamente los objetivos económicos y socioculturales.

El número de generaciones dedicadas a la agricultura (V6) es una variable que afecta a los objetivos económicos. Lo anterior, debido a la continuidad del legado familiar y las tradiciones, aunado a que las inversiones adquiridas por el jefe de familia (maquinaria y tierras) son planeadas para ser utilizadas a largo plazo (8).

Cuando los empleados de la explotación son la fuente principal de información (V7) los objetivos socioculturales y ambientales son afectados positivamente mientras que el objetivo económico es negativamente afectado. Los empleados maiceros juegan un papel central en mantener la biodiversidad para constituir un patrimonio natural, cultural y social para la comunidad (32).

De esta manera, la falta de organización del sistema producto maíz (V8) y el potencial de aceptación de semillas mejoradas de maíz (V14) afecta los objetivos socioculturales y ambientales. Lo anterior, concuerda con Lutz y Herrera (2007) al mencionar que adecuados niveles de organización y capacitación permitirán a los agricultores aprovechar y establecer economías de escala, establecer mecanismo para cuidar el medio ambiente, desarrollar su infraestructura y crear sus propios instrumentos de apoyo económico.

Del mismo modo, los objetivos económicos y socioculturales son afectados positivamente por el número de hectáreas (V11) y rendimiento (V12). Sin embargo, las ventas totales (V13) afectan negativamente los objetivos económicos, lo anterior debido a que la utilidad recibida por la siembra de maíz no repercute en la recuperación de los costos de producción (5).

Tabla 5. Modelo Tobit censurado a la izquierda para la estimación de los objetivos de los agricultores de maíz.
Table 5. Tobit model left-censored for the estimation of the corn farmers' objectives.

Variable	Eco.		Amb.		Soc.		Eco.		Soc.		Amb.	
	TOTAL		Trans.	Cons.	Inno.	Trans.	Cons.	Inno.	Trans.	Cons.	Inno.	
Variables sociodemográficas												
V1	0,017***	-0,006 **	-0,010 **	-0,036	0,039 **	0,006 **	-0,016 *	-0,014 **	0,011**	0,054***	-0,023 **	
V2	-0,018	0,023 **	-0,005 *	-0,020 *	-0,070	-0,020 *	0,028 *	0,214 *	0,016 *	-0,005	-0,129	
V3	0,074 **	0,016 **	-0,087	0,029	0,157 **	-0,058	0,119***	0,052 **	-0,044	-0,135	-0,195	
V4	0,040 *	-0,003 *	-0,035	0,331***	0,218 **	0,043 *	-0,007	-0,036	-0,045	-0,321	-0,178	
V5	0,071***	0,025 **	-0,089	0,264 **	0,093 **	0,030 **	-0,069	0,025 *	-0,070	-0,182	-0,110	
V6	0,048 **	-0,008 *	-0,037 *	0,024 *	0,049 **	0,014 *	0,002 *	-0,012 **	-0,085	-0,028 *	-0,032 *	
V7	-0,009 **	0,006***	0,007***	-0,001 **	-0,012 **	0,002***	-0,004 **	-0,001 **	-0,003**	0,008 **	0,011***	
V8	-0,024 *	0,077 **	-0,051 *	0,098	0,005	0,057 **	0,034 *	0,119 **	-0,038 *	-0,146	-0,119	
Variables sobre la explotación												
V9	-0,345	0,099	0,229 **	0,374	-0,464	0,046	0,097	0,052	0,124	-0,474	0,363***	
V10	0,039 *	0,014 **	-0,052	0,295 **	0,063	0,013 *	-0,084	0,021 *	0,006 *	-0,225	-0,077	
V11	0,048***	0,018***	-0,064	-0,038	0,105 **	0,005 **	0,028 **	0,018 **	-0,081	-0,004 *	-0,120	
V12	0,014 **	0,005 **	-0,021 *	-0,065	0,174 *	0,007 **	0,014 **	-0,044	-0,012 *	0,045 **	-0,132	
V13	-0,001***	0,002	0,001	0,007	-0,002***	-0,001***	-0,001***	-0,007***	0,001	0,004	0,002	
Actitudes y riesgo												
V14	0,036 *	-0,042 *	0,001 **	-0,151	-0,088	-0,087	0,079 **	-0,053	-0,094	0,074 **	0,127 **	
V15	-0,078	0,019 **	-0,186	-0,094	-0,202	0,094 **	-0,002 *	0,039 **	0,102**	0,076 **	0,152 **	
_cons	0,785	-0,133	0,345***	-0,302	0,062	-0,090	0,34	-0,008	0,345	1,002	0,969	
L _R Chi2	44,28	54,42	53,54	27,42	45,34	41,63	23,42	38,71	29,14	49,79	46,63	
Prob > chi2	0,0101	0,0004	0,0008	0,0120	0,0522	0,0100	0,1031	0,0031	0,2150	0,000	0,0002	

El nombre de las variables se recoge en la tabla 2 (pág. 273). Nivel de significación: ***p < 0,01; **p < 0,05; *p < 0,10.

The name of the variables is given in table 2 (page 273). Level of significance: ***p < 0,01; **p < 0,05; *p < 0,10.

Los objetivos socioculturales y ambientales están relacionados positivamente con poca aversión al riesgo (V15). Es decir, es normal que los agricultores suelen enfrentar cualquier innovación con incertidumbre y preconceptos sobre las afectaciones de las mismas (3).

CONCLUSIONES

Existe un desconocimiento en la mayoría de los agricultores hacia las semillas mejoradas que se debe principalmente a la falta de información y difusión de las ventajas de las mismas. Una desventaja importante radica principalmente en la dependencia de la compra de semilla, puesto que a pesar de que el agricultor puede inspeccionar las semillas antes de adquirirlas, los agricultores dependen en gran medida de la calidad de la información ofrecida por el proveedor en cuanto a sus características y adaptabilidad.

Los agricultores de maíz del estado de Chiapas se pueden agrupar en tres segmentos de agricultores con respecto a sus actitudes y percepción hacia las semillas mejoradas. Por ello, el enfoque comercial y de mercadeo de los grupos de agricultores debe ser diferente, aunque el orden de la importancia relativa de los diferentes tipos de objetivos en los agricultores es similar. Los agricultores de transición tienen mayor interés por los objetivos económicos, los conservadores por los socioculturales y los innovadores por los objetivos ambientales.

Los agricultores innovadores son un grupo potencial, el cual puede ayudar a la difusión de las semillas mejoradas compartiendo su experiencia con agricultores vecinos o utilizando sus parcelas como demostración de los beneficios de las mismas. Es importante, seguir apoyándolos y actualizando en innovaciones tecnológicas.

El uso de un paquete tecnológico en conjunto y no solo de una innovación tecnológica (semillas mejoradas) es indispensable para una mejora del cultivo.

Para los agricultores de transición los objetivos económicos son los de mayor importancia. Estos agricultores se encuentran en la etapa de evaluación de la innovación. Por tanto, si se busca su conversión a semillas mejoradas, es necesario desarrollar un servicio de extensión eficiente y oportuno en el que se resalte la mejora en el rendimiento y calidad del grano, y por ende de la utilidad.

Los agricultores conservadores no están siendo atendidos por el servicio de extensión ni por las empresas semilleras, y estos, podrían potencialmente beneficiarse del uso de semillas mejoradas. No obstante, los agricultores que decidan seguir cultivando las variedades criollas pueden enfocarse a un nicho de mercado bien definido. De la misma forma, será necesario mejorar la productividad de las razas nativas de maíz a través de prácticas sostenibles con el fin de conservar el sistema milpa.

La siembra compuesta puede ser más productiva porque no solo mide el rendimiento de un cultivo, sino la producción total de las especies cultivadas.

Si se analiza la relación entre las características de los agricultores, estructura de la explotación, gestión agraria, factores exógenos, actitudes y opiniones, se observa que tienen un papel importante en la determinación de los objetivos económicos, socioculturales y ambientales de los agricultores de maíz en la zona estudiada.

Se demuestra que definir y tomar en cuenta tipología, preferencias y objetivos de los agricultores, es una estrategia para incrementar la adopción de innovaciones tecnológicas y en base a ello crear políticas agrícolas acordes a sus necesidades.

Las políticas agrícolas y rurales eficientes y diferenciadas juegan un rol importante en la distribución de la riqueza, lo cual puede aumentar el nivel de desarrollo económico y de equidad social.

Asimismo, no se puede olvidar que México es centro de origen del maíz e importante centro mundial de su biodiversidad. El reto es aumentar la producción de maíz de forma sostenible sin degradar la base de recursos naturales.

Los bancos de germoplasma representan un instrumento esencial para salvaguardar la diversidad y para la sustentabilidad de la investigación y producción agrícola.

El impacto del aumento de la superficie sembrada con variedades mejoradas sigue siendo un debate. En base a ello, es necesario analizar el porcentaje de tierra que debe ser dedicado a las variedades criollas para no perderlas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aczél, J.; Alsina, C. 1986. Onsynthesis of judgements. *Socio-Economic Planning Science*. 20(6): 333-339.
2. Aczél, J.; Saaty, T. 1983. Procedures for synthesizing ratio judgments. *Journal of Mathematical Psychology*. 27(1): 93-102.
3. Allub, L. 2001. Aversión al riesgo y adopción de innovaciones tecnológicas en pequeños productores rurales de zonas áridas: un enfoque causal. *Estudios Sociológicos*. 9(2): 467-493.
4. Asrat, S.; Yesuf, M.; Carlsson, F.; Wale, E. 2010. Farmers' preferences for crop variety traits: Lessons for on-farm conservation and technology adoption. *Ecological Economics*. 69(12): 2394-2401.
5. Ayala, A.; Schwentesius, R.; O-Olán, 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.
6. Bellon, M.; Taylor, J. 1993. "Folk" soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties. *Economic Development and Cultural Change*. 41: 763-786.
7. Bellon, M.; Risopoulos, J. 2001. Small-scale farmers expand the benefits of improved maize germplasm: a case study from Chiapas, Mexico. *World Development*. 29(5): 799-811.
8. Berrone, P.; Cruz, C.; Gomez, L.; Larraza, M. 2010. Socioemotional wealth and corporate responses to institutional pressures: do family-controlled firms pollute less? *Administrative Science Quarterly*. 55: 82-113.
9. Birol, E.; Smale, M.; Yorobe, J. 2012. Bi-modal preferences for Bt maize in the Philippines: A latent class model. *AgBioForum*. 15(12): 175-190.
10. Blanco, M.; Bardomás, S. 2015. Agrario y no agrario: ingresos de hogares rurales argentinos. *Revista Mexicana de Sociología*. 77(1): 95-127.
11. Cabrera, E.; Rodríguez, M.; Arriaza, M. 2014. La influencia del manejo del suelo en la función ambiental del olivar según la opinión de expertos. *Revista Española de Estudios Agro sociales y Pesqueros*. 238: 81-104.
12. Cavallo, E.; Ferrari, E.; Bollani, L.; Coccia, M. 2014. Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. *Agricultural Systems*. 130: 44-54.
13. Ceballos, A.; López, J. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a Multi-Criteria Evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. *Agricultural Systems*. 77: 117-136.
14. Chin, K.; Xu, D.; Yang, J.; Ping-Kit, J. 2008. Group-based ER-AHP system for product project screening. *Expert Systems with Applications*. 35: 1909-1929.
15. Chirwa, E. 2005. Adoption of fertiliser and hybrid seeds by smallholder maize farmers in Southern Malawi. *Development Southern Africa*. 22(1): 1-12.

16. CIMMYT, 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: guía para el diseño de encuestas. Programa de Economía. México, DF. 88 p.
17. Córdova, H.; Castellanos, S.; Bolaños, J. 2002. Veinticinco años de mejoramiento en los sistemas de maíz en Centroamérica: logros y estrategias hacia el año 2000. *Agronomía Mesoamericana*. 13: 73-84.
18. Coutiño, B.; Betanzos, E.; Ramírez, A.; Espinoza, N. 2004. V-229 y V-231A, nuevas variedades mejoradas de maíz de la raza Comiteco. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2783: 295-296.
19. De Cock, L. 2005. Determinants of organic farming conversion. Paper presented at the XI International Congress of The European Association of Agricultural Economists, Copenhagen, Denmark. 13 p.
20. Feder, G.; Just, R.; Zilberman, D. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. *Economic Development and Cultural Change*. 33(2): 255-298.
21. Flores-Pérez, L.; López, P. A.; Gil-Muñoz, A.; Santacruz-Varela, A.; Chávez-Servia, J. L. Variación intra-racial de maíces nativos del altiplano de Puebla, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*. 47(1): 1-17.
22. Forman, E.; Peniwati, K. 1998. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. 108(1): 165-169.
23. Fundación Produce Chiapas A. C. 2011. Agenda estatal de innovación. programa de desarrollo de capacidades, innovación tecnológica y extensionismo rural componente: innovación y transferencia de tecnología. Chiapas, México. 124 p.
24. Galindo, G. 2007. El servicio de asistencia técnica a los productores de chile seco en Zacatecas. *Convergencia*. 14(43): 137-165.
25. García, A.; Guzmán, S. 2015. Factores que afectan la demanda de semilla mejorada de maíz en México. *Revista fitotecnia mexicana*. 38(3): 319-327.
26. García, J.; Noriega, S.; Díaz, J.; Riva, J. 2005. Aplicación del proceso de jerarquía analítica en la selección de tecnología agrícola. *Agronomía Costarricense*. 30(1): 107-114.
27. Gerber, J.; Carsjens, J.; Pak-uthai, T.; Robinson, T. 2008. Decision support for spatially targeted livestock policies: Diverse examples from Uganda and Thailand. *Agricultural Systems*. 96: 37-51.
28. Ghadim, A.; Pannell, D.; Burton, M. 2005. Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*. 33(1): 1-9.
29. Gómez-Limón, J.; Atance, I. 2004. Identification of public objectives related to agricultural sector support. *Journal of Policy Modeling*. 26(8): 1045-1071.
30. Guillem, E.; Murray, D.; Robinson, T.; Barnes, A.; Rounsevell, M. 2015. Modelling farmer decision-making to anticipate tradeoffs between provisioning ecosystem services and biodiversity. *Agricultural Systems*. 137: 12-23.
31. Hair, J.; Anderson, E.; Tatham, R.; Black, W. 1998. *Multivariate Data Analysis*. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey, USA. 730 p.
32. Hellin, J.; Bellon, M. 2007. Manejo de semillas y diversidad del maíz-AgriCultures Network. *LEISA Revista de Agroecología*. 23(2): 9-11.
33. Hellin, J.; Keleman, A. 2013. Las variedades criollas del maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores. *LEISA Revista de Agroecología*. 29(2): 9-14.
34. Hernández, A.; Cardells, F. 1999. Aplicación del método de las jerarquías analíticas a la valoración del uso recreativo de los espacios naturales de Canarias. *Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, Gobierno de Canarias*. 13 p.
35. Herrera, E.; Macías, A.; Díaz, R.; Valadez, M.; Delgado, A. 2002. Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. 25(1): 17-23.
36. Howley, P.; Buckley, C.; O Donoghue, C.; Ryan, M. 2015. Explaining the economic "irrationality" of farmers' land use behaviour: The role of productivist attitudes and non-pecuniary benefits. *Ecological Economics*. 109: 186-193.
37. Immink, M.; Alarcon, J. 1993. Household income, food availability, and commercial crop production by smallholder farmers in the western highlands of Guatemala. *Economic Development and Cultural Change*. 41: 319-342.

38. INEGI, 2015. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2014. Resultados. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/doc/pre_sentacion/ena2014_pres.pdf, Acceso julio 2016.
39. Kallas, Z.; Gómez-Limón, J. 2007. Agricultural multifunctionality valuation: a case study using the choice. *Estudios de economía aplicada*. 25: 107-144.
40. Kallas, Z.; Serra, T.; Gil, J. 2010. Farmers' objectives as determinants of organic farming adoption: the case of Catalanian vineyard production. *Agricultural Economics*. 41(5): 409-423.
41. Kallas, Z.; Gil, J. 2012. Combining contingent valuation with the analytical hierarchy process to decompose the value of rabbit meat. *Food Quality and Preference*. 24(2): 251-259.
42. Kamara, A.; Kureh, I.; Menkir, A.; Kartung, P.; Tarfa, B.; Amaza, P. 2006. Participatory on-farm evaluation of the performance of drought-tolerant maize varieties in the Guinea savannas of Nigeria. *International journal of food, agriculture and environment*. 4: 192-196.
43. Karami, E. 2006. Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of the AHP model. *Agricultural Systems*. 87: 101-119.
44. Karanja, D.; Renkow, M.; Crawford, E. 2003. Welfare effects of maize technologies in marginal and high potential regions of Kenya. *Agricultural Economics*. 29: 331-341.
45. Knowler, D.; Bradshaw, B. 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*. 32: 25-48.
46. Langyintuo, S.; Mwangi, W.; Diallo, A.; MacRobert, J.; Dixon, J.; Bänziger, M. 2010. Challenges of the maize seed industry in eastern and southern Africa: A compelling case for private-public intervention to promote growth. *Food Policy*. 35(4): 323-331.
47. Lee, D. 2005. Agricultural sustainability and technology adoption: issues and policies for developing countries. *American Journal of Agricultural Economics*. 87(5): 1325-1334.
48. Li, J.; Lammerts, E.; Jiggins, J.; Leeuwis, C. 2012. Farmers' adoption of maize (*Zea mays* L.) hybrids and the persistence of landraces in Southwest China: implications for policy and breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59: 1147-1160.
49. Lutz, B.; Herrera, F. 2007. Organización de productores de maíz en el Estado de México: papel de las instituciones e importancia de las coyunturas políticas. *Ciencia Ergo Sum*. 14(1): 15-26.
50. Magorokosho, C. 2006. Genetic diversity and performance of maize varieties from Zimbabwe, Zambia and Malawi. Texas A&M University.
51. Moreno, J. 2002. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). *Fundamentos, metodologías y aplicaciones*. Recta monográfico. 1: 21-53.
52. Nandi, R.; Gowdru, N.; Bokelmann, W.; Dias, G. 2015. Smallholder organic farmer's attitudes, objectives and barriers towards production of organic fruits and vegetables in India: A multivariate analysis. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 27(5): 396-406.
53. Parra, C.; Calatrava, J.; De-Haro, T. 2008. A systemic comparative assessment of the multifunctional performance of alternative olive systems in Spain within an AHP-extended framework. *Ecological Economics*. 64: 820-834.
54. Peng, J.; Liu, Z.; Liu, Y.; Hu, X.; Wang, A. 2015. Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China. *Science of The Total Environment*. 14(537): 343-351.
55. Requena, C.; López, J. 2005. Factors related to the adoption of organic farming in Spanish olive orchards. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 3(1): 5-16.
56. Rivera, A.; Romero, H. 2003. Evaluación del nivel de transferencia y adopción de tecnología en el cultivo de caña de azúcar en Córdoba, Veracruz, México. *Avances en la Investigación Agropecuaria*. 21(2): 20-40.
57. Rogers, E. 1986. *Diffusion of Innovations*. Fourth ed. New York: The Free Press. U.S.A. 251 p.
58. Rojas, R. 2005. *Guía para realizar investigaciones sociales*. 40a ed. Plaza y Valdez S.A. México, D.F. 237 p.
59. Romero, C.; Rehman, T. 2003. *Multiple criteria analysis for agricultural decisions* (Vol. 11). Elsevier.
60. Saaty, T.; Vargas, L. 1984. Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios. *Mathematical Modelling*. 5(1): 309-324.
61. Saaty, T. 1980. *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-hill.
62. SAGARPA, 2015. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Disponible en: <http://www.gob.mx/sagarpa>. Acceso Febrero 2016.

63. Salazar, J.; Rivera, H.; Arévalo, S.; Guevara, A.; Mald, G.; Raascón, Q. 2015. Calidad del nixtamal y su relación con el ambiente de cultivo del maíz. *Fitotec. Mex.* 38(1): 67-73.
64. Scott, J. 1997. *Regression models for categorical and limited dependent variables*. California. United States: Sage Publications. 282 p.
65. SIAP, 2016. *Avances de Siembras y Cosechas por Estado y Año Agrícola*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.gob.mx/siap>. Acceso Marzo 2016.
66. Sibiya, J.; Tongoona, P.; Derera, J.; Makanda, I. 2013. Farmers' desired traits and selection criteria for maize varieties and their implications for maize breeding: A case study from Kwazulu-Natal Province, South Africa. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 114(1): 39-49.
67. Smale, M.; Richard, J.; Howard, L. 1994. Land Allocation in HYV Adoption models: an investigation of alternative explanations. *Agricultural, American Journal of Economics*, 76(3): 535-546.
68. Tobin, J. 1958. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrika*. 26: 24-36.
69. Turrent, A.; Wise, A.; Garvey, E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Mexican Rural Development Research Reports*. 24: 1-36.
70. Valdivia, R.; Espinosa, A.; Tadeo, M.; Caro, F.; Aguilar, J.; Vidal, V.; López, G. 2015. "Cora 2012": híbrido intervarietal de maíz para Nayarit y regiones similares. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 6(2): 417-420.
71. Valdivia, R.; Caro, F.; Ortiz, M.; Betancourt, A.; Ortega, A.; Vidal, V.; Espinosa, A. 2007. Desarrollo participativo de híbridos sintéticos de maíz y producción de semilla por agricultores. *Agricultura técnica en México*. 33(2): 135-143.
72. Veisi, H.; Liaghati, H.; Alipour, A. 2016. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). *Ecological Indicators*. 60: 644-654.
73. Xu, M.; Zhang, C. 2009. Bankruptcy prediction: the case of Japanese listed companies. *Review of Accounting Studies*. 14(4): 534-558.
74. Young, Y.; Rigby, D.; Burton, M. 2001. The development of and prospects for organic farming in the UK. *Food Policy*. 26: 599-613.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo para la realización de esta investigación.

Nota: Una versión anterior y reducida del artículo fue presentada en el X Congreso Nacional de Economía Agraria.