

## Preferencias de los agricultores por semillas mejoradas y nativas de maíz en la Península de Yucatán, México\*

### Farmers preferences for improved and native maize seeds in the Yucatán Península, Mexico

Nelda Guadalupe Uzcanga Pérez<sup>1§</sup>, Bertha Larqué Saavedra<sup>2</sup>, Ana Lid Del Ángel Pérez<sup>3</sup>, María Alma Rangel Fajardo<sup>1</sup> y Alejandro de Jesús Cano González<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Mocochoá-INIFAP. Antigua Carretera Mérida-Motul km 25, Mocochoá, Yucatán. CP. 97454. <sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco km 13.5. Coatlínchán, Textcoco, Estado de México, México. AP. 10, CP. 56250. (larque.bertha@inifap.gob.mx). <sup>3</sup>Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Medellín de Bravo, Veracruz, México. (delangel.ana@inifap.gob.mx). <sup>4</sup>INIFAP-CECODET. Calle 6, núm. 398 x 13, Av. Correa Rachó. Col. Díaz Ordáz, Mérida, Yucatán, México. CP. 97130. Tel. 01 (999) 1961183, ext. 600. (cano.alejandro@inifap.gob.mx). Autora para correspondencia: uzcanga.nelda@inifap.gob.mx.

#### Resumen

Para proporcionar información referente a las preferencias de los agricultores por semillas mejoradas y nativas de maíz se aplicó un cuestionario semi estructurado a 210 productores de maíz pertenecientes a los municipios de mayor producción en la Península de Yucatán de los cuales cinco municipios se ubicaron en Campeche, dos en Yucatán y uno en Quintana Roo. Los productores fueron seleccionados aleatoriamente y el tamaño de muestra fue calculado con muestreo estratificado clasificando a los productores en dos grupos o estratos de acuerdo a la superficie sembrada. Considerando el número de años de uso de la semilla, el grado de satisfacción de los productos obtenidos, las ventajas agronómicas de la semilla y su disponibilidad en el mercado se generó un indicador que permitió clasificar a los productores en tres categorías según su nivel de adopción del componente semilla. Resultando que solo 97 agricultores de la muestra conocen las semillas generadas por el INIFAP (H-520 Y VS-536) y de estos, 16.7% iniciaron el proceso de adopción y lo interrumpieron, 7.1% si la conoce y si la adoptó, 12.9% si la conoce, pero no la adoptó. Los materiales nativos fueron Tzib-bacal y Tuxpeño para la

#### Abstract

In order to provide information regarding farmers' preferences for improved and native maize seeds, a semi-structured questionnaire was applied to 210 maize producers from the highest-producing municipalities in the Yucatán Península of which five municipalities were located in Campeche, Two in Yucatán and one in Quintana Roo. The producers were randomly selected and the sample size was calculated with stratified sampling by classifying the producers into two groups or strata according to the planted area. Considering the number of years of use of the seed, the degree of satisfaction of the products obtained, the agronomic advantages of the seed and its availability in the market, an indicator was generated that allowed to classify the producers in three categories according to the adoption level of the seed component. As a result, only 97 farmers in the sample know the seeds generated by INIFAP (H-520 and VS-536). Of these, 16.7% started the adoption process and interrupted it, 7.1% knew it and adopted it, 12.9% knew it, but did not adopt it. The native preferred materials of were Tzib-bacal and Tuxpeño for the preparation of tortillas,

\* Recibido: mayo de 2017  
Aceptado: agosto de 2017

elaboración de tortillas, pozole y atole. La mayoría de los entrevistados tienen como actividad principal la agricultura y su producción la comercializan localmente o en mercados regionales.

**Palabras clave:** adopción de tecnología, maíz, semillas mejoradas, tipología del productor.

## Introducción

Desde el punto de vista alimentario, político, económico y social el maíz es el cultivo más importante del país (Fernández, 2013) con un consumo per cápita en forma de tortilla de 70 kg (Salinas *et al.*, 2010). El 80% de la superficie sembrada es de temporal (5 650 795.84 ha) principalmente para autoconsumo en productores a pequeña escala. Más de la mitad de la producción nacional de maíz proviene de este sistema pues contribuye con la seguridad alimentaria de los estratos rurales con mayor pobreza (Turrent, 2012).

Según Turrent (2012), una de las estrategias para mitigar el déficit de grano de maíz, estimado en cerca de 10 millones de toneladas anuales, con valor aproximado de 2.5 mil millones de dólares, es incrementar la producción a través del mejoramiento genético de las variedades híbridas y eficiencia en el riego.

Al respecto podemos comentar que en el año agrícola 2015, la superficie sembrada con maíz grano en la Península de Yucatán fue de 382,661.29 hectáreas, 96.6% de temporal y 3.4% de riego. El 66.1% de esta superficie se sembró con semilla mejorada y el resto con semilla criolla. De donde se obtuvieron 571 052.11 toneladas de grano provenientes principalmente del estado de Campeche, quien aporta 76.3% de la producción total de la región y ocupa el lugar número 14 dentro del contexto nacional (SIAP, 2015a; SIAP, 2015b).

En su conjunto la Península de Yucatán tiene una participación de 2.3% de la producción nacional de maíz grano (SIAP a, 2015). Sin embargo, esta producción demanda un abasto de semillas de aproximadamente 7 168 toneladas, 38.4% corresponden a semilla mejorada y 61.6% a semilla criolla, con preferencia por el consumo de materiales de maíz de grano blanco (95.3%) por encima de los amarillos (4.7%). No obstante, en la región se producen solo 27 toneladas de semilla, lo que implica un déficit de alrededor de 7 140 toneladas (García *et al.*, 2014).

pozole and atole. Most of the interviewees are mainly engaged in agriculture and their production is marketed locally or in regional markets.

**Keywords:** improved seeds, maize, producer typology, technology adoption.

## Introduction

From the food, political, economic and social point of view, maize is the country's most important crop (Fernández, 2013) with a per capita consumption as tortilla of 70 kg (Salinas *et al.*, 2010). 80% of the sown area is under rainfed conditions (5 650 795.84 ha) mainly for self-consumption in small-scale producers. More than half of the national maize production comes from this system because it contributes to the food security of the rural strata with greater poverty (Turrent, 2012).

According to Turrent (2012), one of the strategies to mitigate the maize grain deficit, estimated at about 10 million tons per year, with an estimated value of 2.5 billion dollars, is to increase production through genetic improvement of hybrid varieties and irrigation efficiency.

In the agricultural year 2015, the area planted with maize grain in the Yucatán Peninsula was 382 661.29 hectares, 96.6% under rainfed and 3.4% of irrigation. 66.1% of this area was planted with improved seed and the rest with native seed. From where 571 052.11 tonnes of grain were obtained mainly from the state of Campeche, which contributes with 76.3% of the total production of the region and occupies the 14<sup>th</sup> place in the national context (SIAP, 2015a; SIAP, 2015b).

As a whole, the Yucatán Peninsula has a 2.3% share of the national maize grain production (SIAP a, 2015). However, this production requires a seed supply of approximately 7 168 tons, 38.4% corresponds to improved seed and 61.6% to native seed, with preference for the consumption of materials of white maize (95.3%) above the yellow ones (4.7%). However, in the region only 27 tons of seed are produced, implying a deficit of about 7 140 tons (García *et al.*, 2014).

At the national level, this seed is offered by the large companies that hold the market with a participation of 85.3%, followed by small companies with 9.1%, rural production

A nivel nacional esta semilla es ofertada por las grandes empresas quienes acaparan el mercado con una participación de 85.3%, seguidas de pequeñas empresas con 9.1%, sociedades de producción rural con 3.8% y las semillas que son producidas por personas físicas e instituciones de investigación equivalentes a 1.9% (García *et al.*, 2014).

Lo anterior ha ocasionado que en algunas áreas aisladas no tengan acceso a la semilla debido a que no son sujetos a crédito o porque la industria de semilla no se interesa en éstas áreas, pues sus ganancias son poco atractivas (García *et al.*, 2014), como es el caso de la Península de Yucatán. En cuanto a los productores comerciales que disponen por lo regular de grandes extensiones de tierra de cultivo superiores a 100 hectáreas (DPF, 2015), tienen como proveedores de semillas a comercializadoras como Monsanto, Pioneer y Syngenta.

Lo cierto es que en un período de 1985 a 2009, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha liberado cerca de 43 materiales de semillas mejoradas de maíz entre variedades de polinización libre e híbridos, para la región del trópico húmedo, con la finalidad de obtener altos rendimientos y la calidad de grano que requieren los industriales y consumidores (Coutiño, 2008). Sin embargo, esta innovación ha tenido un lento proceso de adopción.

Este estudio parte de considerar que la adopción es un proceso conformado por una serie de pasos. Para la American Association of Agricultural College Editors (citado por Cadena *et al.*, 2009) se conforma de cinco etapas: la primera es el conocimiento de la existencia de una nueva tecnología; la segunda etapa se define por el interés por integrar a otros individuos; la tercera surge el interés personal de probar la tecnología con el fin de evaluarla; la cuarta etapa consiste en que si la evaluación fue positiva el individuo estará en disposición de seguirla ensayando. El quinto paso es la adopción. Otros autores consideran que la adopción está íntimamente ligada al fenómeno de cambio y posición del adoptante ante la innovación. Explican que la adopción obedece a varias causantes: variables tecnológicas (incremento de la producción, mayor competitividad) variables demográficas y sociales, variables del entorno como: condiciones de mercado, costos de la tecnología, políticas públicas y variables personales: cognitivas, afectivas y actitudinales. Consideran que la adopción está permeada de juicios, creencias y valores sociales (Roth y Clementi, 2010).

companies with 3.8% and seeds that are produced by individuals and research institutions add up to 1.9% (García *et al.*, 2014).

This has resulted that in some isolated areas there is no access to seeds because they are not subject to credit or because the seed industry is not interested in these areas, because their earnings are unattractive (García *et al.*, 2014), as is the case of the Yucatán Península. As for commercial producers that usually have large tracts of cultivated land of more than 100 hectares (DPF, 2015), they have as seeds suppliers marketers such as Monsanto, Pioneer and Syngenta.

In a period from 1985 to 2009, the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) has released about 43 improved maize seed materials between free and hybrid pollinated varieties for the humid tropic region, with the purpose of obtaining high yields and grain quality required by industrialists and consumers (Coutiño, 2008). However, this innovation has had a slow adoption process.

This study starts from considering that the adoption is a process conformed by a series of steps. For the American Association of Agricultural College Editors (quoted by Cadena *et al.*, 2009) it is made up of five stages: the first is knowing the existence of a new technology; the second stage is defined by the interest in integrating other individuals; the third arises from the personal interest of testing the technology in order to evaluate it; the fourth stage is that if the evaluation was positive the individual will be in a position to continue rehearsing it. The fifth step is adoption. Other authors consider that adoption is intimately linked to the phenomenon of change and position of the adopter facing innovation. They explain that adoption is due to several factors: technological variables (increased production, greater competitiveness), demographic and social variables, environmental variables such as market conditions, technology costs, public policies and personal variables: cognitive, affective and attitudinal. They consider adoption to be permeated with judgments, beliefs and social values (Roth and Clementi, 2010).

According to Aguilar *et al.* (2005) farmers in the adoption process, should not be considered as passive agents willing to receive and apply technological packages, nor should it be thought that adoption finds constraints in the difficulties that the farmer faces to carry it out. This thought assumes that the farmer is always willing to assume the change, which is

De acuerdo con Aguilar *et al.* (2005) los agricultores en el proceso de adopción, no deben ser considerados como agentes pasivos dispuestos a recibir y aplicar los paquetes tecnológicos, tampoco se debe partir de la creencia de que la adopción encuentra limitantes, en las dificultades que el agricultor enfrenta para llevarla a cabo. Esta visión, da por sentado que el agricultor siempre está dispuesto a asumir el cambio, aspecto que choca con la realidad. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue identificar las preferencias de los productores por estas semillas y clasificarlos por categorías de acuerdo a su nivel de adopción.

## Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en la Península de Yucatán en las principales zonas temporales y con mayor superficie sembrada con maíz, distribuidos de la siguiente manera: cinco municipios del estado de Campeche (Tenabo, Calkiní, Hopelchén, Hecelchakán y Campeche), un municipio del estado de Quintana Roo (Othón P. Blanco) y seis municipios del estado de Yucatán (Tekax, Oxcutzcab, Valladolid, Suma, Cansacab y Teya).

Con información generada en dos proyectos: manejo integral de la heterogeneidad de los suelos mecanizables de la península de Yucatán (Proyecto Fiscal) (Uzcanga *et al.*, 2015) y evaluación del rendimiento de maíz en diez municipios del estado de Campeche durante el ciclo primavera-verano 2013 (Uzcanga *et al.*, 2015), se integró un base de datos con información de superficie sembrada por productor, misma que fue completada con datos proporcionados por la Unión de ejidos de Tekax, Yucatán, para finalmente obtener un marco de muestreo de 642 productores.

### Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se estimó con muestreo estratificado aleatorio con distribución proporcional, precisión de 10% y confianza de 95% (Taro, 1967). Las unidades de muestreo fueron los productores arreglados en dos estratos de acuerdo al número de hectáreas sembradas por productor, de tal forma, que el estrato  $K_1$  se integró por productores con superficie sembrada de media y hasta cinco hectáreas y el estrato  $K_2$  de más de cinco hectáreas (Cuadro 1). El tamaño de la muestra se calculó con las siguientes ecuaciones:

an aspect that is contrary with reality. Therefore, the main objective of this research was to identify the preferences of the producers for these seeds and to classify them by categories according to the adoption level.

## Materials and methods

Fieldwork was carried out in the Yucatán Peninsula in the main rainfed zones and with the largest area planted with maize, distributed as follows: five municipalities in the state of Campeche (Tenabo, Calkiní, Hopelchén, Hecelchakán and Campeche), one municipality of the state of Quintana Roo (Othón P. Blanco) and six municipalities of the state of Yucatán (Tekax, Oxcutzcab, Valladolid, Suma, Cansacab and Teya).

With information generated in two projects: integral management of the mechanizable soils heterogeneity of the Yucatán Peninsula (Fiscal Project) (Uzcanga *et al.*, 2015) and evaluation of maize yield in ten municipalities in the state of Campeche during the cycle spring-summer 2013 (Uzcanga *et al.*, 2015) a database was integrated with information of the planted area per producer, which was completed with data provided by the Union of ejidos of Tekax, Yucatán, to finally get a sampling frame from 642 producers.

### Sample size

Sample size was estimated with a random stratified sampling with proportional distribution, accuracy of 10% and 95% confidence (Taro, 1967). The sampling units were producers arranged in two strata according to the number of planted hectares per producer, so that the stratum  $K_1$  was integrated by producers with a half up to five planted hectares and stratum  $K_2$  of more than five hectares (Table 1). The sample size was calculated with the following equations:

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^k N_i s_{n_i}^2}{N^2 D^2 + \sum_{i=1}^k N_i s_{n_i}^2}, \quad \text{Where: } D^2 = \frac{d_e^2}{Z_{\alpha/2}}$$

$$d_e = 0.1 * \bar{x}_e', \quad \bar{x}_e' = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \bar{x}_{n_i}}{N}, \quad n_i = \frac{N_i}{N} n$$

The information was collected through a questionnaire with a semi-structured script. Data were tabulated and analyzed using the predictive analytical software and solut

$$n = \frac{N \sum_{i=1}^k N_i s_{n_i}^2}{N^2 D^2 + \sum_{i=1}^k N_i s_{n_i}^2}, \quad \text{Donde: } D^2 = \frac{d_c^2}{Z_{\alpha/2}},$$

$$d_c = 0.1 * \bar{x}e', \quad \bar{x}e' = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \bar{x}_{n_i}}{N}, \quad n_i = \frac{N_i}{N} n$$

### Cuadro 1. Elementos de la población y tamaño de muestra por estrato.

Table 1. Population elements and sample size by stratum.

Estratos (K <sub>i</sub> )	Población (N <sub>i</sub> )	Muestra (n <sub>i</sub> )
K <sub>1</sub> (0.5 a 5 ha)	386	100
K <sub>2</sub> (> 5.1 ha)	256	66
Total	642	166

La información se recolectó a través de un cuestionario con un guion semi estructurado. Los datos fueron tabulados y analizados con el paquete estadístico Predictive Analytical Software and Solut (PASS) versión 21. Se tomó como variable dependiente (superficie sembrada, edad del productor, número de dependientes económicos, número de años que conoce la semilla) e independiente (estrato) para realizar el test de Levene para homogeneidad de varianzas y contrastar la hipótesis  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$ . Además, se realizó la comparación de medias con Anova de un factor y contrastar la hipótesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  y encontrar diferencias significativas por estrato (Pérez, 2009; Nel, 2012).

Con los datos obtenidos del cuestionario se generó un indicador con valores de 1 a 0.2 para evaluar el nivel de adopción del componente tecnológico semilla. Este indicador consideró que, si durante un período de cinco años un agricultor siembra semillas del INIFAP, ha hecho una adopción de ellas. Para ello, se consideraron los años de uso de la semilla, el grado de satisfacción de los productos obtenidos, las ventajas agronómicas de la semilla y su disponibilidad en el mercado. El indicador tomó el valor de uno cuando el productor sembró ininterrumpidamente la semilla. El valor fue de 0.8 para los agricultores que durante el periodo de cinco años sembraron la semilla de manera inconstante o están interrumpiendo el proceso de adopción. El valor del indicador varió de 0.4 a 0.6 dependiendo del número de años que se haya sembrado la semilla. El nivel más bajo fue 0.2 y para el agricultor que está iniciando

(PASS) version 21 statistical package. There were used as a dependent variable (sown area, producer's age, number of economic dependents, number of years knowing the seed) and independent (stratum) in order to calculate Levene's test for variance homogeneity and to contrast the hypothesis  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$ . In addition, the means comparison was performed using one-way ANOVA and to contrast the hypothesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  and find significant differences per stratum (Perez, 2009; Nel, 2012).

With the data obtained from the questionnaire generated an indicator with values from 1 to 0.2 to evaluate the level of adoption of the seed technology component, was generated. This indicator considered that, if during a period of five years a farmer sows INIFAP's seeds, there has been an adoption. To do so there were considered the years of seed use, the satisfaction degree of the obtained products, the agronomic advantages of the seed and its availability in the market. The indicator took a one value when the producer sowed the seed uninterruptedly. The value was 0.8 for farmers who during the five-year period sowed the seed in a fickle manner or are disrupting the adoption process. The indicator value varied from 0.4 to 0.6 depending on the number of years planting the seeds. The lowest level was 0.2 for the farmer who is initiating the adoption process, or that tested the seed and did not like it, so adoption was considered an unlikely process.

With this indicator, producers were typified into three categories: a) they knew it and adopted it; b) they knew it and started the adoption process but interrupted it; and c) they knew it but did not adopt it.

## Results and discussion

The field work was conducted during the months of November and December 2014 and July to September 2015. During the practice, 210 questionnaires were applied from which 121 were from the K<sub>1</sub> stratum and 89 from K<sub>2</sub> stratum (Figure 1).

### Characteristics of maize farmers

Sociodemographic characteristics of respondents indicate that 95.5% has lived all their life in the locality, all were married men, with an average age of 54 years, no significant difference was shown at the Levene statistic ( $p = 0.209$ ) for the variance homogeneity test and Anova ( $p = 0.273$ ), because critical levels were calculated above 0.05. 56.2%

el proceso de adopción, o bien, probó la semilla y no le agradó, por lo que la adopción se consideró un proceso poco probable.

Con este indicador se tipificó a los productores dentro de tres categorías: a) si la conocen y si la adoptó; b) si la conoce e inició el proceso de adopción pero lo interrumpió; y c) si la conoce pero no la adoptó.

## Resultados y discusión

El trabajo de campo se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de 2014 y de julio a septiembre de 2015. En la práctica se realizaron 210 cuestionarios de los cuales 121 fueron del estrato K<sub>1</sub> y 89 del estrato K<sub>2</sub> (Figura 1).

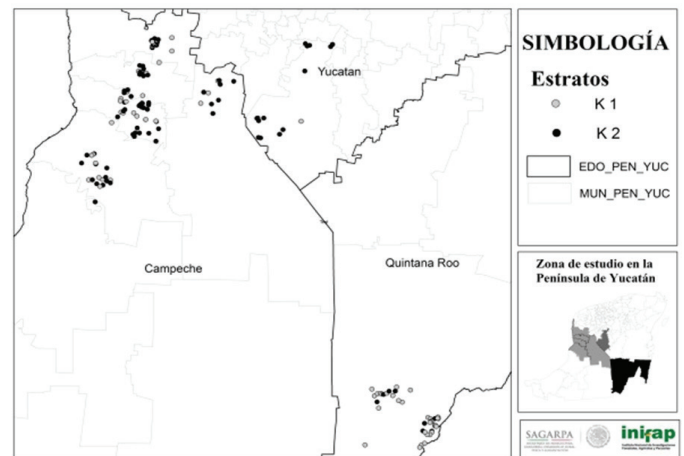
### Características de los agricultores de maíz

Las características sociodemográficas de los encuestados indican que 95.5% ha vivido toda su vida en la localidad de origen, todos fueron hombres casados, con edad promedio de 54 años, no se presentó diferencia significativa en el estadístico de Levene ( $p= 0.209$ ) para la prueba de homogeneidad de varianzas y en el Anova ( $p= 0.273$ ), debido a que se calcularon niveles críticos por encima de 0.05. El 56.2% de los encuestados cuentan con estudios de primaria principalmente (5.3 años), escolaridad característica de los productores de maíz para la zona de estudio (Uzcanga *et al.*, 2015). Asimismo, no hubo diferencia estadística entre el número de dependientes económicos por estrato, el cual se ubicó en 3.3 personas en promedio (Cuadro 2).

El 64.8% de los productores de la muestra tiene como actividad principal la producción de maíz y el resto, 35.2 %, además desempeña alguna otra actividad dentro del sector agropecuario: apicultura, ganadería y siembras de otros cultivos como piña, caña de azúcar y henequén; también se identificaron, aunque en menor frecuencia, oficios como albañilería, transportistas locales y empelados de algún negocio.

La producción se comercializa principalmente en mercados regionales o de manera local colocándola en molinos o entre sus vecinos como alimento para sus animales. Otro

of respondents have mainly primary studies (5.3 years), characteristic schooling of maize producers for the studied area (Uzcanga *et al.*, 2015). Likewise, there was no statistical difference between the number of economic dependents per stratum, which stood at 3.3 persons on average (Table 2).



**Figura 1. Distribución espacial del trabajo de campo.**

**Figure 1. Spatial distribution of field work.**

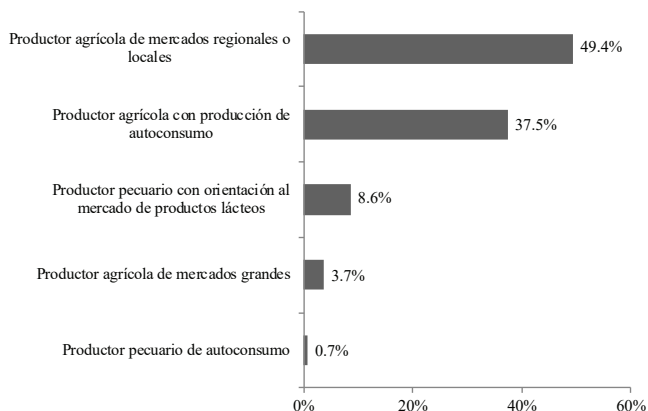
**Cuadro 2. Características de la muestra de productores.**

**Table 2. Characteristics of the producers sample.**

Variables	Definición	Estratos	
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
Género	Hombres	97.5%	98.9%
	Mujeres	2.5%	1.1%
Edad	Límite inferior*	50.2	50.1
	Media	54.5	52.5
	Límite superior*	57	54.9
Escolaridad	Límite inferior*	4.1	5.1
	Media	4.8	5.9
	Límite superior*	5.5	6.8
Número de dependientes económicos	Límite inferior*	2.9	2.9
	Media	3.3	3.4
	Límite superior*	3.6	4
Estado civil	No contesto	1.7%	2.2%
	Casado	78.5%	85.4%
	Divorciado	1.7%	3.4%
	Viudo	6.6%	0%
	Soltero	6.6%	4.5%
	Unión libre	5%	4.5%

\*Límite del intervalo de confianza para la media al 95%.

considerable porcentaje 38.2% de productores tanto agrícolas como pecuarios, producen maíz principalmente para su autoconsumo (Figura 2).



**Figura 2. Ocupación principal de la muestra de productores.**  
**Figure 2. Main occupation of the sample of producers.**

### Tipificación de los agricultores por categorías

En un período de aproximadamente 51 años (1964-2015) los agricultores de la zona de estudio están familiarizados con las semillas mejoradas de maíz. Este auge de conocimiento de la existencia de este tipo de semillas fue de 1997 a 2007 y de 2008 a 2015, periodos que registraron la mayor frecuencia entre los agricultores y que coincide con el período (1999 a 2010) de mayor oferta y demanda de híbridos generados por INIFAP, provenientes de 20 diferentes cruces y líneas de progenitores (Larqué *et al.*, 2013).

Por otro lado, entre los agricultores del estrato  $K_1$  y  $K_2$ , se encontraron diferencias para establecer una media e indicar desde hace cuánto tiempo conoce las semillas mejoradas. Para los agricultores del estrato  $K_1$  la media fue de 7 años, mientras que para los agricultores del estrato  $K_2$ , la media fue de 12 años. La mayoría coincidió (34.3%), que conoció la semilla por un amigo o algún familiar, (17.1%) por el técnico de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGARPA), en alguna parcela demostrativa de otro productor (13.3%), entre las más significativas.

Los entrevistados prefieren utilizar semillas mejoradas, se identificó que 53.8% de estos, no conocen las variedades polinización libre, criollo mejorado e híbridos del INIFAP y por tal motivo nunca las han sembrado, principalmente los

64.8% of the sample's producers have maize as a main crop and 35.2% is engaged in some other activity in the agricultural sector: beekeeping, livestock and sowing other crops such as pineapple, sugar cane and henequen; there were also identified, albeit to a lesser extent, trades such as masonry, local transporters and employees of some business.

The production is marketed mainly in regional markets or locally placed in mills or among their neighbors as food for their animals. Another 38.2% of both agricultural and livestock producers produce maize mainly for their own consumption (Figure 2).

### Typification of farmers by category

Over a period of approximately 51 years (1964-2015) farmers in the study area reported being familiar with improved maize seeds. This boom in the knowledge of this type of seed occurred from 1997 to 2007 and from 2008 to 2015, periods that registered the highest frequency among farmers and coinciding with the period (1999 to 2010) of increased supply and demand of hybrids generated by INIFAP from 20 different crosses and parental lines (Larqué *et al.*, 2013).

On the other hand, among farmers of stratum  $K_1$  and  $K_2$  differences to establish an average and indicate how long since known improved seeds were found. For farmers of  $K_1$  stratum the average was 7 years, whereas for farmers of  $K_2$  stratum the average was 12 years. The majority agreed (34.3%), knowing the seed by a friend or family member who told them about it, (17.1%) by the technician of the Ministry of Agriculture Livestock Fisheries and Food (SAGARPA), in some demonstrating plot of another producer (13.3%), among the most significant.

Although respondents prefer to use improved seeds, it was identified that 53.8% of them did not know free pollinated varieties, improved native and hybrids from the INIFAP and for this reason they have never planted them, mainly farmers of the  $K_1$  stratum (31.4%) and with a lower percentage those from  $K_2$  (22.4%). The rest of the farmers (46.2%) reported knowing them, of which 33.3% have cultivated some variety, among which are the H-520 and VS-536, materials that adapt to the conditions of the Yucatán Peninsula (Table 3).

agricultores del estrato K<sub>1</sub> (31.4%) y en menor porcentaje (22.4%) del K<sub>2</sub>. El (46.2%) manifestó conocerlas de los cuales el 33.3%, ha cultivado alguna vez alguna variedad, entre las destacan el H-520 y VS-536, materiales que se adaptan a las condiciones de la Península de Yucatán (Cuadro 3).

The results indicated that 16.7% of the farmers started the adoption process but at some point during the five years of evaluation they stopped using it, while another 12.9% said they knew the materials but had never cultivated them and only 7.1% have adopted varieties (Figure 3).

### Cuadro 3. Variedades de maíz liberadas y registradas por el INIFAP e identificadas por los agricultores.

Table 3. Maize varieties released and registered by INIFAP and identified by farmers.

Hibrido	Muestra (%)	Región	Variedad	Muestra (%)	Región
H-520	55	Trópico húmedo	VS-536	40.3	Trópico húmedo
H-357	15	El bajío Jalisco y regiones intermedias	Sac Beh	11.9	''
H-512	10	Trópico húmedo	V-528	10.4	''
H-563	10	Trópico húmedo	V-532	10.4	''
H-370C	5	El bajío Jalisco y regiones intermedias	V-527 (Uxmal)	7.5	''
			V-530	6	''
H-33	5	Valles altos	V-537C	3	''
			V-538C	3	''
			V-534	3	''
			V-526(Tuxpeño tardío)	3	''
			V-533	1.5	''

Los resultados indicaron que 16.7% de los agricultores, inicia el proceso de adopción pero en algún momento de los cinco años de evaluación, interrumpieron su uso, mientras que otro 12.9% manifestó conocer los materiales pero nunca los han cultivado y solo 7.1%, han adoptado las variedades (Figura 3).

Al preguntarles las razones por las que ya no siguieron sembrando fue porque no hay disponibilidad de semillas en el mercado y al desconocimiento de ¿cómo y dónde? comprarlas y de sus beneficios en rendimiento, lo que motiva el interés por probar otras semillas mejoradas por otra institución o empresa. En este sentido Flores y García (2016), enfatizan que la adopción de semilla mejorada implica un costo y que la falta de conocimiento sobre los posibles beneficios en rendimiento es un factor determinante al momento de adoptar o no la tecnología.

Existen estudios como los presentados por Kafle (2010), donde establecen que los factores que determinan la adopción de semillas mejoradas son de índole socio económico. Estos resultados son reforzados por diversos autores en diferentes condiciones como por ejemplo el caso de Zambia presentado por Kalinda *et al.* (2014) donde concluyen que la adopción de semillas mejoradas mostró una relación positiva con el

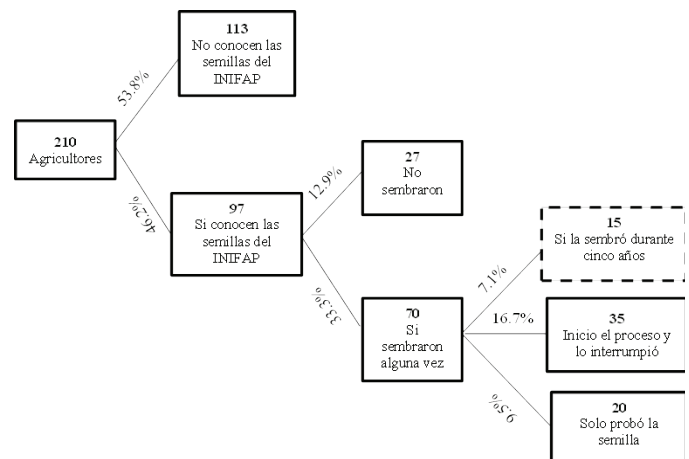


Figura 3. Esquema de preferencias por semillas del INIFAP de los agricultores de la muestra.

Figure 3. Scheme of preferences of INIFAP's seeds from the farmers of the sample.

When asked the reasons why they no longer continued planting, answers was because there is not availability of seeds in the market and ignorance of how and where? to buy them and its yield benefits, which motivates the interest to try other improved seeds by another institution or company. In this sense Flores and García (2016)



tamaño del predio o bien que para predios rentados o mayores a una hectárea, los agricultores prefieren invertir en semilla mejorada con todo el paquete tecnológico para asegurar los rendimientos (Sserunkuuma, 2005).

En México en los estados de Baja California y Sonora reportan la mayor adopción de materiales mejorados pero sus predios agrícolas son mayores a 12 ha (García y Ramírez, 2012). Otro factor que se ve involucrado en la adopción de estas tecnologías es el nivel de pobreza de la región (Bernard *et al.*, 2010) que repercute en el ingreso del productor que es otro factor determinante de la tasa de adopción (Flores y García, 2016).

Otro factor que influye en la preferencia por ciertos maíces, se relacionan con el uso como producto final, para la elaboración de masa fresca y tortillas, la demanda se inclina por maíces de color blanco (56.2%) y en menor medida, por el amarillo (37.1%), morado (3.4%), rojo (2.2%) y matizado (1.1%).

Esta preferencia que se detectó en la Península de Yucatán es válida para todo México (Coutiño *et al.*, 2008). Por ejemplo los genotipos H-563, H-520 y VS-536 identificados por los agricultores de la Península, son de grano blanco y cuentan con características físicas de calidad nixtamalera adecuadas para la industria de la masa y la tortilla. El primero es originario de Guerrero y los otros dos son de Veracruz y en general, los maíces blancos comerciales liberados en áreas del trópico húmedo son adecuados para esta industria (Salinas *et al.*, 2010).

No obstante, a pesar que las variedades mejoradas han mostrado ser superiores a las nativas, existen otros factores como el poder adquisitivo y la extensión de cultivo que influyen en la preferencia de los pequeños agricultores sobre las variedades locales. Además del valor añadido sobre la tradición, de que estos materiales genéticos han sido desarrollados por los agricultores a través de múltiples ciclos de selección empírica y los conservan y manejan bajo un esquema de agricultura tradicional como un sistema complejo de semillas (Aragón *et al.*, 2006; Gaytan *et al.*, 2013).

En la investigación se identificó que 83.8% de los agricultores de la muestra han sembrado alguna vez razas nativas entre las que destacan el Dzit-bacal (Figura 4).

emphasize that the adoption of improved seeds implies a cost and that the lack of knowledge about the possible benefits in yield is a determining factor when adopting the technology or not.

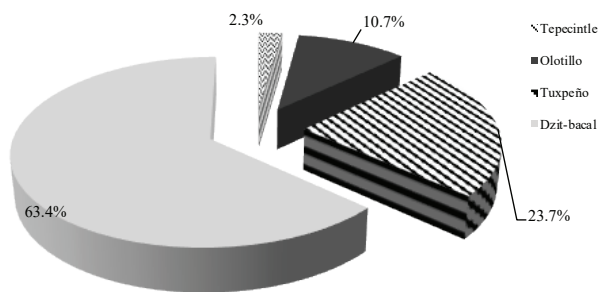
There are studies such as those presented by Kafle (2010), where they establish that the factors that determine the adoption of improved seeds are socio-economic. These results are reinforced by various authors in different conditions such as the case of Zambia presented by Kalinda *et al.* (2014) where they conclude that the adoption of improved seeds showed a positive relation with the size of the farm or that for estates rented or greater than one hectare, farmers prefer to invest in improved seed with the whole technological package to ensure the yields (Sserunkuuma, 2005).

In Mexico, the states of Baja California and Sonora report the highest adoption of improved materials, but their agricultural areas are greater than 12 ha (García and Ramírez, 2012). Another factor that is involved in the adoption of these technologies is the poverty level in the region (Bernard *et al.*, 2010) which affects producer income which is another determining factor in the adoption rate (Flores and García, 2016).

Another factor that influences the preference for certain maize, is related to its final use, for the production of fresh dough and tortillas, the demand is for white maize (56.2%) and to a lesser extent for yellow (37.1%), purple (3.4%), red (2.2%) and tinted (1.1%).

This preference detected in the Yucatán Península is valid for all Mexico (Coutiño *et al.*, 2008). For example, the genotypes H-563, H-520 and VS-536 identified by the farmers of the Península, are white-grained and have physical characteristics of nixtamalera quality suitable for the dough and tortilla industry. The first is from Guerrero and the other two are from Veracruz and in general, commercial white maize released into areas of the humid tropics are suitable for this industry (Salinas *et al.*, 2010).

However, although improved varieties have shown to be superior to native ones, there are other factors such as purchasing power and crop extension that influence the preference of small farmers over local varieties. In addition the added value on tradition, that these genetic



**Figura 4. Esquema de preferencias por semillas del INIFAP de los agricultores de la muestra.**

**Figure 4. Scheme of preferences of INIFAP's seeds from the farmers of the sample.**

Estas razas nativas tienen una amplia variedad de usos como indica Narváez-González *et al.* (2007), quienes han identificado por lo menos tres usos, por ejemplo el Dzit-bacal es utilizado para tortillas, antojitos, botanas y similares, el Tuxpeño además de la elaboración de tortillas y otros productos relacionados se utiliza también para la elaboración de atoles y bebidas como el pozol al igual que el Olotillo y el Tepecintle (Fernández *et al.*, 2013) (Figura 5).

Los criterios de calidad reportados para usos comunes del maíz indican que las razas nativas destacadas para la elaboración de tortillas son el Tuxpeño y el Olotillo por tener granos duros o semi duros, además de características adecuadas para este fin (Fernández *et al.*, 2013).

Adicionalmente la preferencia por estos materiales criollos está influenciada por las ventajas que presenta para adaptarse a terrenos edafo-climáticamente limitados (Turrent *et al.*, 2012). Además de adaptación y estabilidad a las condiciones climáticas locales, por lo tanto baja demanda de labores agrícolas reduciendo costos en mano de obra e insumos necesarios para su producción (Fernández *et al.*, 2013).

Al respecto se identificaron algunas ventajas agronómicas manifestadas por los agricultores por tipo de semilla utilizada, sobresaliendo el rendimiento para el caso de variedades mejoradas, mayor vida de anaquel y mayor tolerancia a la sequía para razas nativas (Cuadro 4).

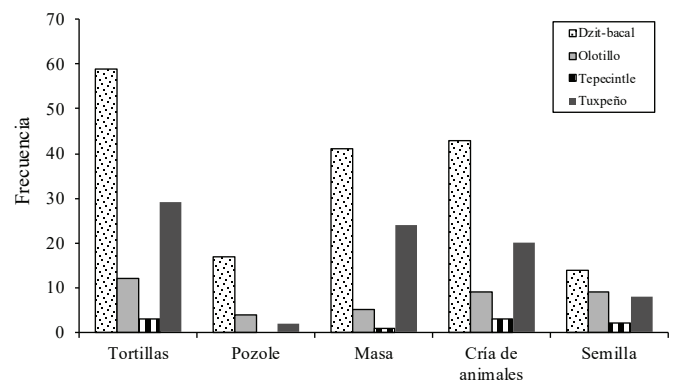
#### Actitud del agricultor ante innovaciones tecnológicas

El modelo de trabajo utilizado por el INIFAP comprende cuatro etapas: 1) experimentación: en la cual se genera el conocimiento que sustenta la tecnología; 2) validación:

materials have been developed by farmers through multiple cycles of empirical selection and preserved and handled under a scheme of traditional agriculture as a complex system of seeds (Aragón *et al.*, 2006; Gaytan *et al.*, 2013).

The research identified that 83.8% of the sampled farmers have once sown native breeds, among which Dzit-bacal stands out (Figure 4).

These landraces have a wide variety of applications as indicated by Narváez-González *et al.* (2007), who have identified at least three uses, for example Dzit-bacal is used for tortillas, snacks, the Tuxpeño in addition to the preparation of tortillas and other related products is also used for the elaboration of atoles and beverages such as pozol just like the Olotillo and Tepecintle (Fernández *et al.*, 2013) (Figure 5).



**Figura 5. Esquema de preferencias por semillas del INIFAP de los agricultores de la muestra.**

**Figure 5. Scheme of preferences of INIFAP's seeds from the farmers of the sample.**

The quality criteria reported for common uses of maize indicate that outstanding landraces for making tortillas are Tuxpeño and Olotillo for having hard or semi hard grains, and other well suitable features for this purpose (Fernández *et al.*, 2013).

Additionally, the preference for these landraces is influenced by the advantages showed to suit edafo-climatically-limited land (Turrent *et al.*, 2012). In addition to adaptation and stability to local climatic conditions, therefore low demand for agricultural labor by reducing labor costs and inputs needed for production (Fernández *et al.*, 2013).

proceso en el que se evalúa la aplicabilidad de los resultados de la investigación en el contexto comercial; 3) transferencia: actividad que se realiza con la difusión de las innovaciones tecnológicas a los usuarios; y 4) adopción: definida por la incorporación del componente tecnológico al sistema de producción (Laird, 1977).

Autores como Rogers y Svenning (1979), indican que el espíritu de innovación, entendido por el grado de anticipación con que el individuo adopta ideas nuevas respecto a otros miembros de la comunidad, es esencial para la adopción de una innovación tecnológica, en donde la difusión tiene un papel importante.

En este sentido se identificó que en la región 47.1% de los agricultores de la muestra saben a qué se dedica alguna de las instituciones de investigación agropecuaria como la Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados, CIMMYT e INIFAP, de estos 86.9% considera que lo que hacen es útil, pero solo 40% del total de productores de la muestra, busca los medios para estar informado sobre las innovaciones tecnológicas con respecto a su cultivo.

Debido a que la decisión de innovar la toma cada individuo y la tasa de adopción se estima por la proporción de individuos que aceptan la innovación en un período determinado, se podría suponer que la tasa de adopción de semillas mejoradas del INIFAP, durante los últimos cinco años para la Península de Yucatán, ha sido de 7.1%. Porcentaje bajo que se explica por la demanda heterogénea de semillas mejoradas en zonas de temporal y por lo tanto la adopción de estos materiales es incierta (Donnet, 2012).

Una de las razones del por qué la adopción de semillas mejoradas ha sido muy lenta por parte de los agricultores, se debe según Guillén *et al.* (2002), a la percepción que tiene el productor sobre los beneficios que tienen las razas nativas más allá del rendimiento, pues los híbridos, comúnmente son asociados con ganancias limitadas frente a sus altos costos del paquete tecnológico. Adicionalmente el tamaño del predio y el ingreso por hectárea son factores principales para la adopción de semilla mejorada (García-Salazar y Guzmán-Soria, 2015).

Aunque el uso de semilla mejorada ha aumentado en los últimos 15 años, el padrón de adopción ha sido irregular y su uso se ha concentrado en zonas de producción comercial como el noreste y El Bajío (García y Ramírez, 2014).

In this regard, some agronomic advantages were identified by farmers by type of seed used, standing out the yield for improved varieties, longer shelf life and greater tolerance to drought for native breeds (Table 4).

#### **Cuadro 4. Ventajas agronómicas por tipo de semilla según opinión del agricultor.**

**Table 4. Agronomic advantages by type of seed according to the farmer's opinion.**

Ventajas agronómicas	Semillas mejoradas (%)	Nativas (%)
Se acama menos	7.6	3.1
Resistencia a enfermedades	14.3	9.7
Mayor rendimiento	54.3	7.4
Mazorcas más grandes	7.2	12
Mayor vida de almacenamiento	3.1	45
Resistencia a sequía	13.5	22.9
Total	100	100

#### **Attitude of the farmer to technological innovations**

The work model used by INIFAP comprises four stages: 1) experimentation: in which the knowledge that supports the technology is generated; 2) validation: a process in which the applicability of research results in the commercial context is evaluated; 3) transfer: activity that is carried out with the diffusion of the technological innovations to the users; and 4) adoption: defined by the incorporation of the technological component into the production system (Laird, 1977).

Authors such as Rogers and Svenning (1979), indicate that the spirit of innovation, understood by the degree of anticipation with which the individual adopts new ideas with respect to other members of the community, is essential for the adoption of a technological innovation, where diffusion has an important role.

In this sense, it was identified that 47.1% of the farmers in the sample know what do some of the agricultural research institutions do such as the Autonomous University of Chapingo, Postgraduate College, CIMMYT and INIFAP, of these, 86.9% consider that what they do is useful, but only 40% of the total number of producers in the sample seeks the means to be informed about the technological innovations with respect to their crops.

## Conclusiones

A pesar de tener el conocimiento de la existencia de las semillas mejoradas del INIFAP, el proceso de adopción de se ve interrumpido por factores como disponibilidad de estas semillas en el mercado o la falta de recurso para la adquisición de éstas; sin embargo, los productores que si han preferido estas semillas mejoradas se han inclinado por las variedades H-520 y VS-536, ambos materiales adecuados para el trópico húmedo.

Existen productores que no se ven interesados por adoptar ningún material mejorado debido a la extensión de siembra y arraigo a materiales criollos de las razas Dzit-bacal y Tuxpeño, las cuales manifestaron los productores, presentan características de adaptación en campo favorables y los productos elaborados a partir de las cosechas (tortillas, masa, atole y pozol) satisface sus exigencias organolépticas.

Falta mayor difusión entre los productores de los materiales que se han generado en el INIFAP, además de buscar estrategias y alternativas para satisfacer las necesidades del mercado.

## Agradecimientos

Los autores(as) agradecen al INIFAP por el financiamiento del proyecto fiscal 10431432031: “causas que explican la baja adopción de semillas mejoradas de maíz, en zonas temporeras del centro y sur de México”, de donde se derivó la presente publicación.

## Literatura citada

- Aguilar, Á. J.; Santos, S. H.; Sollero, R. J. L.; Altamirano, C. J. y Baca, M. J. 2005. Transferencia e innovación tecnológica en la agricultura. CIESTAAM, UACH, Fundación Produce. 217 p.
- Aragón, C. F.; Taba, S.; Hernández, C. J.; Figueroa, C. J.; Serrano, A. V. y Castro, F. H. 2006. Actualización de la información sobre maíces criollos de Oaxaca. INIFAP. Libro técnico núm. 6. 345 p.
- Bernard, M. J.; Hellin, R. N. and Mburu, J. 2010. Determinants for use of certified maize seed and the relative importance of transaction costs. *In: Joint 3th African Association of Agricultural Economists and 48th Agricultural Economists Association of South Africa Conference.* Cape Town, South Africa, September 19-23. 26 p.

Since the decision to innovate is taken by each individual and the adoption rate is estimated by the proportion of individuals accepting the innovation in a given period, it could be assumed that the adoption rate of INIFAP's improved seed, during the last five years for the Yucatán Peninsula, was 7.1%. Which is a low percentage explained by the heterogeneous demand for improved seeds in rainfed areas and therefore the adoption of these materials is uncertain (Donnet, 2012).

One of the reasons why the adoption of improved seeds has been very slow by farmers, is due according to Guillen *et al.* (2002), to the producer's perception of the benefits of native breeds beyond yield, since hybrids are commonly associated with limited gains versus their high technological package costs. In addition, the size of the farm and the income per hectare are the main factors for the adoption of improved seeds (García-Salazar and Guzmán-Soria, 2015).

Although the use of improved seeds has increased over the past 15 years, the adoption pattern has been patchy and its use has been concentrated in areas of commercial production such as the northeast and El Bajío (García and Ramírez, 2014).

## Conclusions

Despite knowing about the existence of INIFAP's improved seeds, the adoption process is interrupted by factors such as the availability of these seeds in the market or the lack of resources for acquiring them; however, producers who have preferred these improved seeds have been inclined to the H-520 and VS-536 varieties, both suitable materials for the humid tropics.

There are producers who are not interested in adopting any improved material due to the extension of planting and attachment to creole materials of the Dzit-bacal and Tuxpeño breeds, which the producers stated, show favorable adaptation characteristics in the field and the products elaborated from the harvests (tortillas, masa, atole and pozol) satisfies their organoleptic requirements.

There is a lack of diffusion among the producers of the materials that have been generated in INIFAP, as well as searching for strategies and alternatives to meet market needs.

*End of the English version*



- Cadena, Í. P.; Camarillo, J. P.; Morales, G. M.; Berdugo, R. J. G. y Ayala, S. A. 2009. Estrategias de transferencia de tecnología, como herramientas del desarrollo rural. Libro técnico Núm. 2. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. INIFAP. Noviembre. 112 p.
- Coutiño, E. B.; Vázquez, C. G.; Torres, M. B. y Salinas, M. Y. 2008. Calidad de grano, tortillas y botanas de dos variedades de maíz de raza comiteco. México. Rev. Fitotec. Mex. 31(3):9-14.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015. Reglas de operación de los programas de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio fiscal 2016. <https://www.gob.mx/cms/uploads/Reglas-Operacion-2016-sagarpa.pdf>.
- Fernández, S. R.; Morales, Ch. L. y Gálvez, M. A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Rev. Fitotec. Mex. 36(3-A):275-283.
- Flores, C. L. A. y García, S. J. A. 2016. Beneficios de la adopción de semilla mejorada de maíz en la región central de Puebla. México. Rev. Fitotec. Mex. 39 (3):277-283.
- García, S. J. A. y R. Ramírez J. 2012. Demanda de semilla mejorada de maíz en México: identificación de usos y zonas de producción con mayor potencial de crecimiento. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Texcoco, Estado de México. 156 p.
- García, S. J. y Ramírez, J. R. 2014. El mercado de la semilla mejorada de maíz (*Zea mays* L.) en México. Un análisis del saldo comercial por entidad federativa. Rev. Fitotec. Mex. 37(1): 69-77.
- García, S. J. A. y Guzmán, S. E. 2015. Factores que afectan la demanda de semilla mejorada de maíz en México. Rev. Fitotec. Mex. 38:319-327.
- Gaytán, M. M.; Figueroa, C. J.; Reyes, V. M.; Morales, S. E. y Rincón, S. F. 2013. Selección de maíces criollos para su aplicación en la industria con base en su valor agregado. Rev. Fitotec. Mex. 36(3-A):339-346.
- Guillen, P. L.; Sánchez, Q. C.; Mercado, D. S. and Navarro, G. H. 2002. Causal attribution analysis for the use of local and improved maize seed. Agrobiencia. 36:377-87.
- Kalinda, T.; Tembo, G. and Kuntashula, E. 2014 Adoption of improved maize seed varieties in Southern Zambia. Asian J. Agric. Sci. 61:33-39.
- Laird, R. J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura de temporal. ENA. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Estado de México. México. 55-56 pp.
- Larqué, S. B.; Islas, G. J.; González, E. A. y Jolalpa, B. J. L. 2013. Mercado de semillas de maíz en el Estado de México. Campo Experimental Valle de México-INIFAP, Coatlinchán, Estado de México. Folleto técnico Núm. 57-76 pp.
- Nel, Q. L. 2012. Estadística con SPSS20. Macro. Lima, Perú. 359 p.
- Pérez, L. C. 2009. Técnicas de análisis de datos con SPSS 15. Pearson Prentice Hall. Madrid, España. 712 p.
- Rogers, E. M. y Svenning, L. 1979. La modernización entre los campesinos. Fondo de Cultura Económica. México. 397 p.
- Roth E. y Clementi, C. 2010. Innovación tecnológica: características psicológicas del adoptante temprano. Rev. Cienc. Cultura. 11(24). 23-41 p.
- Salinas, M. Y.; Gómez, M. N.; Cervantes, M. J.; Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Betanzos, M. B. y Coutiño, E. B. 2010. Calidad nixtamalera y tortillera en maíces del trópico húmedo y sub húmedo de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1(4):509-523.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015a. Anuario estadístico de la producción agrícola/cierre de la producción agrícola 2015. [infosiap.siap.gob.mx/agricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/agricola_siap_gb/icultivo/index.jsp).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015b. Cuadros tabulares 2014: uso de la tecnología y servicios en el campo. <http://www.gob.mx/siap/documentos/tecnificación>.
- Sserunkuuma D. 2005. The adoption and impact of improved maize and land management technologies in Uganda. e-Journal Agric. Develop. Econ. 2:67-84.
- Turrent, F. A.; Wise, T. A y Garvey, E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz en México. Mexican Rural Development Research Report No. 24. Woodrow Wilson International Center for Scholars. 1-36 p.
- Uzcanga, P. N. G.; Cano, G. A. y Espinoza, A. J. J. 2015a. Características socioeconómicas y rentabilidad de los sistemas de producción de maíz bajo condiciones de temporal de la Península de Yucatán México. Rev. Mex. Agron. 19(37):173-183.
- Uzcanga, P. N. G.; Cano, G. A. y Espinoza, A. J. J. 2015b. Caracterización de los productores de maíz de temporal en el estado de Campeche, México. Rev. Mex. Agron. 19 (36):1295-1305.