

Factores e innovaciones para la adopción de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca*

Factors and innovations for the adoption of improved seeds of maize in Oaxaca

Bethel Marina Luna-Mena¹, J. Reyes Altamirano-Cárdenas^{1§}, Vinicio Horacio Santoyo-Cortés¹ y Roberto Rendón-Medel¹

¹Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km. 38.5, Chapingo, México. C. P. 56230. (bluna@ciestaam.edu.mx; hsantoyo@ciestaam.edu.mx; rendon.roberto@ciestaam.edu.mx). [§]Autor para correspondencia: jreyesa@ciestaam.edu.mx.

Resumen

La adopción de semillas mejoradas en la producción de maíz en Oaxaca representa sólo 8% de la superficie total sembrada con este cultivo en el estado. Esta tecnología permite a las unidades de producción mejorar su productividad; sin embargo, existen diversos factores que limitan y condicionan su adopción. En este trabajo se analizaron durante 2013 los factores y las innovaciones tecnológicas asociadas a la adopción de semillas mejoradas en 2 118 productores de maíz en el estado de Oaxaca; para identificar los factores y las innovaciones que favorecen la adopción de semillas mejoradas fueron contruidos dos modelos logit a partir de información de campo proporcionada por los productores entrevistados. Los resultados muestran que la adopción de semillas mejoradas por los productores es favorecida cuando se cuenta con ventas por contrato, financiamiento e infraestructura de riego para el desarrollo de la actividad; en tanto que, la práctica de innovaciones como el análisis de suelo, la fertilización balanceada, fraccionada y el control de plagas y enfermedades, también se asocian a la adopción de semillas mejoradas de maíz. Se concluye que para fomentar la adopción de semillas mejoradas de maíz en las unidades de producción en el estado de Oaxaca, es necesario focalizar la intervención de los programas públicos considerando la existencia de los factores y la práctica de las innovaciones que favorecen su adopción.

Abstract

The adoption of improved seed corn production in Oaxaca represents only 8% of the total area planted with this crop in the state. This technology enables production units to improve their productivity; however, several factors that limit and condition their adoption. This paper analyzes the factors and technological innovations associated with the adoption of improved seeds in 2 118 corn producers in the state of Oaxaca were analyzed during 2013; to identify factors that encourage innovation and the adoption of improved seeds were constructed two models logit from field information provided by respondents producers. The results show that the adoption of improved seeds is favored by producers when it has sales contract, financing and irrigation infrastructure for the development of the activity; while the practice of innovations such as soil analysis, balanced, fractional fertilization and control of pests and diseases, also associated with the adoption of improved maize seeds. It is concluded that to encourage the adoption of improved maize production units in the state of Oaxaca seeds, it is necessary to focus the intervention of public programs considering the existence of factors and practice innovations that favor adoption.

Keywords: *Zea mays* L., agricultural productivity, technological innovation, technology package.

* Recibido: marzo de 2016
Aceptado: mayo de 2016

Palabras clave: *Zea mays* L., innovaciones tecnológicas, paquete tecnológico, productividad agrícola.

Introducción

Las semillas mejoradas son aquellas que provienen de la aplicación de técnicas de mejoramiento genético tradicionales que incluyen la identificación, selección y multiplicación a través de los años de varias generaciones de genotipos sobresalientes, con el fin de obtener plantas que presenten caracteres de interés como son mayor rendimiento, tolerancia a heladas, sequías, plagas y enfermedades; además de otros atributos como precocidad y adaptabilidad a las condiciones actuales y futuras de los diferentes ambientes (Besnier, 1989).

La importancia del uso de semillas mejoradas reside en que al ser una innovación, su meta es generar valor para el agricultor, mejorando su competitividad y rentabilidad, a través del incremento de rendimiento. Otra forma de generar valor es satisfacer la demanda alimenticia, y el uso de semillas mejoradas tiene impacto en la seguridad alimentaria de los hogares, sobre todo de los más pobres, al permitir satisfacer la cantidad requerida de alimentos debido a que los excedentes generados aumentan el consumo per cápita (Shiferaw *et al.*, 2014; Bezu *et al.*, 2014).

El maíz es el cultivo más importante de México, en términos económicos, socioculturales y alimentarios. Oaxaca es el cuarto estado que más superficie agrícola dedica a este cultivo con 601 mil 179 ha⁻¹, misma que produjeron 694 mil 554 toneladas de maíz, con rendimientos promedio de 1.22 t ha⁻¹ durante el año agrícola 2011 (SIAP, 2013). El estado tiene un déficit de la producción de 180 mil toneladas anuales (Gobierno del estado de Oaxaca, 2013), por lo que las últimas administraciones gubernamentales han planteado lograr la autosuficiencia estatal en la oferta de maíz como una estrategia. Por ello, como parte de la política pública se ha incluido el fomento e introducción de tecnologías que incrementen el rendimiento actual de maíz (Gobierno del estado de Oaxaca-Banco Mundial, 2012) y las semillas mejoradas son una opción para lograrlo.

En este contexto, en 2012 el Gobierno del estado de Oaxaca implementó por primera vez el Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz. El programa consistió en proveer a productores de maíz de semilla mejorada certificada de manera gratuita, lo que significó 12 mil 350 sacos de 20

Introduction

The improved seeds are those that come from the application of traditional techniques of genetic improvement include the identification, selection and multiplication through the years of many generations of outstanding genotypes, in order to obtain plants showing characters of interest are higher yield, tolerance to frost, drought, pests and diseases; as well as other attributes such as precocity and adaptability to conditions current and future different environments (Besnier, 1989).

The importance of the use of improved seeds is that being an innovation, your goal is to create value for farmers, improving their competitiveness and profitability by increasing performance. Another way to create value is to meet food demand, and the use of improved seeds have impact on food security of households, especially the poorest, allowing meet the required amount of food because the surpluses generated increase per capita consumption (Shiferaw *et al.*, 2014; Bezu *et al.*, 2014).

The maize is the most important crop in Mexico, in economic, cultural and food terms. Oaxaca is the fourth state that most agricultural area devoted to this crop with 601 000 179 ha⁻¹, same that produced 694 thousand 554 tons of maize, with average yields of 1.22 t ha⁻¹ during the agricultural year 2011 (SIAP, 2013). The state has a production deficit of 180 thousand tons (Gobierno del estado de Oaxaca, 2013), so the latest government administrations have raised the state achieve self-sufficiency in the supply of corn as a strategy. Therefore, as part of public policy it has included the development and introduction of technologies that increase the current yield of corn (Gobierno del estado de Oaxaca-Banco Mundial, 2012) and improved seeds are an option to do so.

In this context, in 2012 the Oaxaca state government first implemented the State Program Certified Seed Corn. The program was to provide corn growers certified improved seed for free, which meant 12 thousand 350 bags of 20 kilograms each, for a total of 247 tons of seed to plant and produce corn consumption in the regions of Papaloapan Basin, Central Valley, Costa, Mixteca, Cañada and Isthmus.

Despite the efforts, only 8% of the maize area uses these seeds, which is considered low compared to other states in southeastern Mexico, such as Chiapas with 28% and Guerrero to 57% (SIAP, 2012). The low adoption of improved seeds is attributed to limitations for dissemination, environmental

kilogramos cada uno, sumando un total de 247 toneladas de semilla, para sembrar y producir maíz de consumo en las regiones de la Cuenca del Papaloapan, Valles Centrales, Costa, Mixteca, Cañada e Istmo.

Pese a los esfuerzos, sólo 8% de la superficie sembrada con maíz utiliza estas semillas, lo que se considera bajo, comparado con otros estados del sureste mexicano, como Chiapas con 28 % y Guerrero con 57% (SIAP, 2012). La baja adopción de semillas mejoradas se atribuye a limitaciones para su difusión, la adaptación ambiental y a los aspectos culturales y gastronómicos, que no cumplen con las expectativas, usos y costumbres de los agricultores. Aunado a lo anterior, existe un complejo causal más completo que explica el hecho de que los agricultores no estén usando semillas mejoradas. Este complejo no ha sido lo suficientemente estudiado en México y menos aún en un estado con características tan diversas y particulares a la vez como lo es Oaxaca.

Normalmente, los agricultores adoptan una tecnología si esperan que ésta coadyuve alcanzar sus metas ya sean económicas, sociales o ambientales. La percepción de los agricultores respecto al riesgo y su actitud hacia el mismo, juegan un papel decisivo en el proceso de toma de decisión de las unidades campesinas para la adopción de innovaciones tecnológicas. La literatura refiere, que la incertidumbre que se generan en los agricultores se asocia a los riesgos percibidos en varios rubros. Por un lado, está la disponibilidad de recursos físicos y financieros con que cuentan; y por otro, los aspectos de rentabilidad esperada con el uso de la nueva tecnología. Así como, el riesgo e incertidumbre de los precios del grano en el mercado; las características personales del agricultor en cuanto a su disposición parcial o total al cambio.

Así, en cuanto a las características personales del agricultor, estudios previos mencionan que la edad influye de manera positiva en la adopción, pues los agricultores tienen amplia experiencia y conocimientos agrícolas que les permiten evaluar la información de las tecnologías y apreciar las ventajas que les ofrecen (Mignouna *et al.*, 2011). En lo que refiere a la escolaridad, los agricultores con más años de estudio tienen mayor habilidad para procesar información y buscar tecnologías apropiadas para sus restricciones de producción, que aquellos con un menor nivel de escolaridad (Mariano *et al.*, 2012).

Con respecto a la disponibilidad de recursos físicos y financieros, la superficie total que refleja la riqueza del hogar, es un indicador de la capacidad de los agricultores para

adaptation and cultural and gastronomic aspects that do not meet expectations and customs of farmers. In addition to this, there is a more complete causal complex that accounts for the fact that farmers are not using improved seeds. This complex has not been sufficiently studied in Mexico and even less in a state with diverse characteristics and particular at the same time as it is Oaxaca.

Normally, farmers adopt a technology if they expect this contributes reach your goals whether economic, social or environmental. The perception of farmers towards risk and their attitude towards it, play a decisive role in the decision making process of peasant units for the adoption of technological innovations. The literature refers to the uncertainty generated in farmers associated with the perceived risks in several areas. On the one hand, there is the availability of physical and financial resources available; and other aspects of expected return with the use of new technology. And the risk and uncertainty of grain prices on the market; the personal characteristics of the farmer in terms of partial or total change provision.

Thus, as to the personal characteristics of the farmer, previous studies mentioned that age influences positively on the adoption, as farmers have extensive experience and agricultural knowledge that allow them to evaluate information technology and appreciate the advantages offered them (Mignouna *et al.*, 2011). As regards schooling, farmers with more years of schooling have greater ability to process information and seek appropriate production technologies restrictions than those with a lower education level (Mariano *et al.*, 2012).

With regard to the availability of physical and financial resources, the total surface reflecting household wealth is an indicator of the ability of farmers to take more risks and be willing to use improved maize seeds (Lunduka *et al.*, 2012). That is, the larger the area sown with corn higher are the chances of adoption of improved seed (Feleke and Zegeye, 2006). According to Ouma and De Groote (2011); Abebe *et al.* (2013) access to credit is significant for the adoption of improved seeds. Farmers who have access to credit, can buy improved maize seeds and other inputs (Paudel and Matsuoka, 2008).

Expected profitability aspects with regard to achieving satisfactory results with the use of new technology, have to do with performance. According to Matuschke and Qaim (2009), the probability increases to adopt improved seeds as a farmer perceives that its performance potential

asumir mayores riesgos y estar dispuestos a usar semillas mejoradas de maíz (Lunduka *et al.*, 2012). Esto es, cuanto mayor sea la superficie sembrada con maíz mayores son las probabilidades de adopción de semilla mejorada (Feleke y Zegeye, 2006). De acuerdo con Ouma y De Groot (2011); Abebe *et al.* (2013) el acceso a crédito es significativo para la adopción de semillas mejoradas. Los agricultores que tienen acceso a crédito, pueden comprar semillas mejoradas de maíz, así como otros insumos (Paudel y Matsuoka, 2008).

Los aspectos de rentabilidad esperada con respecto al logro de resultados satisfactorios con el uso de la nueva tecnología, tienen que ver con el rendimiento. De acuerdo con Matuschke y Qaim (2009), la probabilidad de adoptar semillas mejoradas aumenta en cuanto un agricultor percibe que su potencial de rendimiento es más alto que el de las locales existentes. Además, cuando los agricultores experimentan por sí mismos un aumento en el rendimiento con su uso, son más propensos a continuarlo hasta consolidar la adopción (Mignouna *et al.*, 2011). Considerar el destino de la producción de maíz, así como la estructura y funcionamiento de los mercados es crucial para la adopción de semillas mejoradas. Chianu *et al.* (2007) menciona que un buen acceso a los mercados, fomenta el proceso de intensificación agrícola ya que asegura que la producción se comercialice con ganancias razonables, factor clave en la decisión de los agricultores de adoptar o no maíz mejorado.

Además de los factores que explican la adopción de semillas mejoradas, existen prácticas de cultivo asociadas a este uso. Tura *et al.*, (2010), indican que la adopción de un componente del paquete tecnológico aumenta la probabilidad de que los agricultores utilicen otros componentes esenciales del mismo por más tiempo. Aunque las semillas mejoradas contribuyen por sí mismas al incremento de la productividad, su uso debe complementarse con la práctica de otras innovaciones y el uso de insumos complementarios que les permitan expresar todo su potencial genético.

La disponibilidad de agua es un aspecto que los agricultores consideran para su decisión de adoptar semillas mejoradas (Zavale *et al.*, 2005). El acceso a una infraestructura de riego adecuada permite una mejor gestión del agua y reduce el riesgo de inversión en una nueva tecnología (Minten y Barrett, 2008). También para lograr aumento del rendimiento además de las semillas mejoradas, es necesario una buena gestión de la fertilidad del suelo, el uso de fertilizantes apropiados y dosis correcta, así como el control de malezas,

is higher than the existing premises. In addition, when farmers themselves experience an increase in performance with use, they are more likely to continue it to consolidate adoption (Mignouna *et al.*, 2011). Consider the fate of maize production and the structure and functioning of markets is crucial for the adoption of improved seeds. Chianu *et al.* (2007) mentions that ready access to markets, promotes agricultural intensification process as it ensures that production is marketed with reasonable profits, a key factor in the decision of farmers to adopt improved maize or not.

In addition to the factors explaining the adoption of improved seeds, cultivation practices are associated with this use. Tura *et al.*, (2010) indicate that the adoption of a component of the technology package increases the likelihood that farmers use other essential components thereof longer. Although improved seeds themselves contribute to increased productivity, their use should be complemented with the practice of other innovations and use of complementary inputs that allow them to express their genetic potential.

Water availability is an aspect that farmers consider for its decision to adopt improved seeds (Zavale *et al.*, 2005). Access to adequate irrigation infrastructure allows for better water management and reduce the risk of investing in a new technology (Minten and Barrett, 2008). Also to achieve increased performance as well as improved seeds, necessary good management of soil fertility, use of appropriate fertilizers and correct dosage and control weeds, pests and diseases (Vanlauwe *et al.*, 2010 and Muzari *et al.*, 2012). The central hypothesis of this research is that the characteristics of the farmer and his production unit, as well as issues such as access to financial resources, infrastructure and markets related to the expected return and perceived risk are the factors that most influence in the decision-making improved seeds. As for innovation, it is expected that if the farmer already use or have taken certain innovations, also adopt improved seeds, although there is strong competition from those with native seeds, because their use is related to the adoption of a package technological.

Therefore, the aim of this study was to identify factors and innovations that influence the decision-making improved seeds of maize farmers in Oaxaca, in order to know their motivations and constraints, enabling the implementation programs arising from the implementation of public policy, are oriented is achieved efficiently and encourage the use of improved to reduce the deficit in the production of maize seed state.

plagas y enfermedades (Vanlauwe *et al.*, 2010 y Muzari *et al.*, 2012). La hipótesis central de esta investigación es que las características del agricultor y de su unidad de producción, además de aspectos como el acceso a recursos financieros, de infraestructura y a mercados, relacionados con la rentabilidad esperada y el riesgo percibido, son los factores que más influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas. En cuanto a las innovaciones, se espera que si el agricultor ya usa o ha adoptado ciertas innovaciones, también adoptará semillas mejoradas, aunque exista una fuerte competencia de estas con las semillas nativas, debido a que su uso está relacionado con la adopción de un paquete tecnológico.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar los factores y las innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz de los agricultores de Oaxaca, con el fin de conocer sus motivaciones y limitaciones, para que la puesta en marcha de los programas derivados de la implementación de la política pública, estén orientados de manera eficiente y se logre incentivar el uso de semillas mejoradas para disminuir el déficit en la producción de maíz del estado.

Material y métodos

La identificación de los factores e innovaciones que influyen en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz fue realizado en 90 municipios del estado de Oaxaca, distribuidos en siete Distritos de Desarrollo Rural ubicados en: Cañada, Costa, Huajuapán de León, Istmo, Sierra Juárez, Tuxtepec y Valles Centrales. Los datos utilizados para el estudio fueron obtenidos a través del mapeo de redes de innovación en el estado de Oaxaca 2013, llevado a cabo por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y el Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo.

La población total analizada fue de 2 118 productores de maíz que fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico, a juicio de un grupo multidisciplinario de investigadores especialistas de ambos centros, basado en sus años de experiencia tanto en la producción de maíz como de trabajo en el estado. Los criterios de selección fueron lograr la mayor cobertura territorial y abarcar los diferentes perfiles de los agricultores oaxaqueños, que además tuvieran la disposición a ser entrevistados en sus parcelas, para la verificación de la información solicitada. Los encargados de la aplicación de las encuestas fueron asesores técnicos.

Materials and methods

The identification of factors and innovations that influence the decision to adopt improved maize was conducted in 90 municipalities in the state of Oaxaca, in seven Districts of Rural Development located in seeds: Cañada, Coast, Huajuapán de León, Istmo, Sierra Juárez, Tuxtepec and Central Valleys. The data used for the study were obtained by mapping innovation networks in the state of Oaxaca 2013, conducted by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), and the Center for Technology Social Economic Research and Agribusiness and World Agriculture (CIESTAAM) of Autonomous University Chapingo.

The total population analyzed was from 2 118 maize producers who were selected by non-probability sampling, according to a multidisciplinary group of specialists researchers from both centers, based on their years of experience in the production of corn as working in the state. The selection criteria were achieving greater territorial coverage and cover the different profiles of Oaxacan farmers, which also have the willingness to be interviewed in their plots, for verification of the information requested. The enforcement of the surveys were technical advisors.

With the information obtained was built a database composed of quantitative and qualitative variables including among others, characteristics of the farmer and his production unit, practiced agricultural innovations, yields, access to resources in general and aspects of perceived risk. From it Logit models whose parameters were estimated with the maximum likelihood method (Agresti, 2007), using the statistical package SAS 9.0 were built. These models are most often used to identify variables that influence the farmer's decision to adopt agricultural innovations (CIMMYT, 1993).

The specification of the logit models is as follows (Gujarati and Porter, 2010):

$$L = \ln \left[\frac{P_i}{1 - P_i} \right] = \sum \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

Where: L= the logarithm of the ratio of probabilities; ln= natural logarithm; P_i = prob ($y = 1$) conditional probability that a farmer use improved seeds; $(1 - P_i)$ = prob ($y = 0$); conditional probability that a farmer does not use improved seeds; β_j 's are the parameters to be estimated; X_{ij} 's= are the set of explanatory variables; $y = \varepsilon_i$ is the error term.

Con la información obtenida se construyó una base de datos integrada por variables cuantitativas y cualitativas que incluían entre otras, características del agricultor y de su unidad de producción, innovaciones agrícolas practicadas, rendimientos obtenidos, acceso a recursos en general y aspectos de riesgo percibido. A partir de ella se construyeron modelos Logit, cuyos parámetros se estimaron con el método de máxima verosimilitud (Agresti, 2007), mediante el paquete estadístico SAS 9.0. Estos modelos son los más utilizados para identificar variables que inciden en la decisión del agricultor para la adopción de innovaciones agrícolas (CIMMYT, 1993).

La especificación de los modelos Logit, es la siguiente (Gujarati y Porter, 2010):

$$L = \ln \left[\frac{P_i}{1 - P_i} \right] = \sum \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

Donde: L= el logaritmo de la razón de las probabilidades; ln= logaritmo natural; P_i = prob ($y= 1$) probabilidad condicional de que un agricultor use semillas mejoradas; $(1 - P_i)$ = prob ($y= 0$); probabilidad condicional de que un agricultor no use semillas mejoradas; β_j 's son los parámetros a estimar; X_{ij} 's= son el conjunto de variables explicativas; $y= \varepsilon_i$ es el término error.

Para la presente investigación se especificaron dos modelos Logit.

Un primer modelo para determinar los factores que influyen en la probabilidad de decisión de uso de semillas mejoradas de maíz:

$$\text{Uso de semilla} = \beta_0 + \beta_1(\text{EDA}) + \beta_2(\text{ESC}) + \beta_3(\text{SM}) + \beta_4(\text{ST}) + \beta_5(\text{REN}) + \beta_6(\text{CRE}) + \beta_7(\text{RIE}) + \beta_8(\text{VC}) + \varepsilon_i$$

Donde: "uso de semilla" es la variable dependiente dicotómica igual a uno, si el agricultor usa semillas mejoradas de maíz, e igual a cero en caso contrario- en ambos modelos, el agricultor que usa semillas mejoradas de maíz, es aquel que sembró semilla categoría certificada, adquiridas en casas comerciales o recibidas a través del Programa Estatal de Semillas Certificadas de Maíz 2013. El que no usa semillas mejoradas, es aquel que sembró sus propias semillas nativas-. EDA es la edad del agricultor; ESC es la escolaridad concluida del agricultor; SM es la superficie sembrada con maíz; ST es la superficie total con que cuenta el agricultor; REN es el rendimiento obtenido en la cosecha 2013; CRED es

For this study, two logit models were specified.

A first model to determine the factors that influence the likelihood of use decision improved maize seeds:

$$\text{Use of seed} = \beta_0 + \beta_1(\text{EDA}) + \beta_2(\text{ESC}) + \beta_3(\text{SM}) + \beta_4(\text{ST}) + \beta_5(\text{REN}) + \beta_6(\text{CRE}) + \beta_7(\text{RIE}) + \beta_8(\text{VC}) + \varepsilon_i$$

Where: "use seed" is the dichotomous dependent variable equal to one if the farmer uses improved maize seeds, and zero in contrary case in both models, the farmer using improved maize seeds, is one who he sowed certified seed category, acquired or received in commercial houses through the State Program certified seed Corn 2013. not using improved seeds, it is one who planted their own seeds nativas-. EDA is the age of the farmer; ESC is completed schooling farmer; SM is the maize area; ST is the total area available to the farmer; REN is the crop yield in 2013; CRED is access to credit; RIE is irrigation water regime and VC are contract sales.

A second model to determine the innovations that influence the probability of decision use of improved seed corn:

$$\text{Using seed} = \beta_0 + \beta_1(\text{AS}) + \beta_2(\text{FB}) + \beta_3(\text{FF}) + \beta_4(\text{CM}) + \beta_5(\text{CE}) + \beta_6(\text{CP}) + \varepsilon_i$$

Where: "use seed" is the dichotomous dependent variable equal to one if the farmer uses improved maize seeds, and zero otherwise. AS=soil analysis; FB=balanced fertilizer (nitrogen, phosphorus and potassium and other limiting nutrients); FF= fractional fertilization (several applications at different stages of culture); CM= weed control (by chemical or physical methods); CE= disease control (via chemical methods); CP= and pest control (through chemical or biological methods).

Student t test was also performed to compare means of quantitative variables and determine the existence of significant differences between farmers using improved maize and those who do not use seeds. To analyze the association of qualitative variables with dichotomous dependent variable chi-square tests were performed.

Results and discussion

Out of a total of 2 118 producers, 25% used improved maize in the spring-summer 2013. On average seeds, these farmers are older and schooling than those who do not use

acceso al crédito; RIE es régimen hídrico de riego y VC son ventas por contrato.

Un segundo modelo para determinar las innovaciones que influyen en la probabilidad de decisión de uso de semilla mejorada de maíz:

$$\text{Uso de semilla} = \beta_0 + \beta_1(\text{AS}) + \beta_2(\text{FB}) + \beta_3(\text{FF}) + \beta_4(\text{CM}) + \beta_5(\text{CE}) + \beta_6(\text{CP}) + \varepsilon_i$$

Donde: “uso de semilla” es la variable dependiente dicotómica igual a uno, si el agricultor usa semillas mejoradas de maíz, e igual a cero en caso contrario. AS= análisis de suelo; FB= fertilización balanceada (nitrógeno, fósforo y potasio y otros nutrientes limitantes); FF= fertilización fraccionada (varias aplicaciones en diferentes etapas del cultivo); CM= control de malezas (a través de métodos químicos o físicos); CE= control de enfermedades (a través de métodos químicos); y CP= control de plagas (a través de métodos químicos o biológicos).

También se realizó una prueba t de Student para comparar medias de las variables cuantitativas y determinar la existencia de diferencias significativas entre los agricultores que usan semillas mejoradas de maíz y los que no las usan. Para analizar la asociación de las variables cualitativas con la variable dependiente dicotómica se realizaron pruebas de chi-cuadrada.

Resultados y discusión

De un total de 2 118 productores, 25% usaron semillas mejoradas de maíz en el ciclo primavera-verano 2013. En promedio, estos agricultores tienen más edad y escolaridad que los que no usan semillas mejoradas, poseen el doble de hectáreas tanto de superficie sembrada con maíz como superficie total y más rendimiento por hectárea. También un mayor porcentaje de ellos, cuenta con acceso a recursos financieros, de infraestructura, así como a mercados (Cuadro 1).

Con respecto a innovaciones realizadas, los porcentajes son mayores en los agricultores que usan semillas mejoradas de maíz, en comparación con los agricultores que utilizan semilla nativa (Cuadro 2).

improved seeds, twice hectares have both acreage corn as total area and yield per hectare. Also a higher percentage of them have access to financial resources, infrastructure and markets (Table 1).

Regarding innovations, the percentages are higher in farmers using improved seeds of maize, compared to farmers using native seed (Table 2).

Comparing the two groups of farmers, it shows significant differences in both the factors studied and innovations, which means that are associated with a farmer's decision to adopt improved seeds. According to Logit models, factors contract sales, credit, yield, irrigation, education and the total area to be significant 1% influences the probability of decision making improved maize seeds (Table 3).

The innovations are affecting soil analysis, and fractional balanced fertilization and pest control, diseases and weeds (Table 4). The goodness of fit of the models had a correct prediction rate of 88%. However, according to the results of likelihood ratios are contract sales, credit, irrigation and performance, factors that have the greatest impact on the decision to adopt improved maize seeds. Innovations are soil analysis, and fractional balanced fertilization, in addition to control pests and diseases.

The contract sales were the most important factor influencing the decision to adopt improved maize seeds. Of farmers using improved seeds, 13% have sales contract; compared with only 0.1% of farmers who do not use them. Farmers with contract sales are 20 times more likely to use improved seeds than those who do not have a secure buyer for their production. On the other hand, the percentage of farmers using improved seed corn sales contract is low. Furthermore, when analyzing this variable associated with the average values both in total area sown to maize, shows that farmers using improved seeds cannot be considered commercial farmers, nor the extent size of the land they own and They sow nor by its orientation towards the market. In Oaxaca, most corn production is intended for self-consumption and marketed targets local markets.

According Feleke and Zegeye (2006) when farmers are far from markets tend to be less oriented the same, because their technology use decisions are based more on subsistence production in cost-benefit considerations.

Cuadro 1. Relación de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Table 1. Relation of age, education, area planted to maize, the total area, yield, credit, irrigation and contract sales, with the use of improved seeds of maize in Oaxaca.

Factores de adopción	Si usa semilla mejorada N= 533	No usa semilla mejorada N= 1 585	Prueba de t Chi cuadrada
Edad (años)	50.7	48.8	0.0104
Escolaridad (años)	6.7	4.9	< 0.0001
Superficie maíz (ha)	2.1	1.1	< 0.0001
Superficie total (ha)	3.8	2	< 0.0001
Rendimiento (t ha)	3.5	1	< 0.0001
Crédito [§] (%)	17.6	0.8	< 0.0001
Riego [§] (%)	34.9	7.4	< 0.0001
Ventas [§] (%)	13	0.1	< 0.0001

[§]corresponde al porcentaje de agricultores que sí tiene acceso a crédito, riego y ventas por contrato en cada grupo respectivamente. Fuente: elaboración con información de campo, 2013.

Cuadro 2. Relación del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, control de malezas, enfermedades y plagas, con el uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Table 2. Relationship of soil analysis, fractional balanced fertilization, weed control, pests and diseases with the use of improved seeds of maize in Oaxaca.

Innovación tecnológica	Si usa semilla mejorada N= 533	No usa semilla mejorada N= 1 585	Chi cuadrada
Análisis de suelo [§] (%)	18.8	2.3	< 0.0001
Fertilización balanceada [§] (%)	45.6	17.3	< 0.0001
Fertilización fraccionada [§] (%)	40.9	18.6	< 0.0001
Control de malezas [§] (%)	78.8	56.5	< 0.0001
Control de enfermedades [§] (%)	37.3	11.8	< 0.0001
Control de plagas [§] (%)	61.2	25.6	< 0.0001

[§]corresponde al porcentaje de agricultores que sí tiene acceso a crédito, riego y ventas por contrato en cada grupo respectivamente. Fuente: elaboración con información de campo, 2013.

La comparación de los dos grupos de agricultores, muestra la existencia de diferencias significativas tanto en los factores estudiados como en las innovaciones, lo que implica que están asociados con la decisión de un agricultor para adoptar semillas mejoradas. De acuerdo con los modelos Logit, los factores ventas por contrato, crédito, rendimiento, riego, escolaridad y superficie total, al ser significativo 1%, influye en la probabilidad de decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz (Cuadro 3).

Las innovaciones que inciden son el análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, así como control de plagas, enfermedades y malezas (Cuadro 4). La bondad de ajuste de los modelos, tuvo una tasa de predicción correcta de

Consequently, they are not interested in investing their scarce resources on improved seeds, as long as native seeds provide them with solvent production needs. In that sense, the opportunity cost of changing the native seeds improved seeds, means for subsistence farmers, not having to buy corn, because with the performance increase could meet their household demand and for farmers who decide to produce for the market of investing and adopt the technology package holistically them to generate higher production.

According to Mabah and Oyekale (2012), if a farmer changes from subsistence to a oriented market production, the probability of adopting the complete technology package for corn approaches 1; i.e. the probability that

88%. No obstante, conforme a los resultados de los ratios de probabilidad, son las ventas por contrato, el crédito, el riego y el rendimiento, los factores que tienen mayor impacto en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz. Las innovaciones son análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada, además de control de plagas y enfermedades.

adopt it completely. Alene (2007) in his study on maize production in Ethiopia, found that farmers increased their production on average 26% if adopted best practices, along with optimal use of inputs. This allowed reducing production costs by an average of 39%, which increased the profitability of improved maize production.

Cuadro 3. Efecto de la edad, escolaridad, superficie sembrada con maíz, superficie total, rendimiento, crédito, riego y ventas por contrato, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Table 3. Effect of age, education, area planted to maize, the total area, yield, credit, irrigation and contract sales in the decision to use of improved seed corn in Oaxaca.

Factores de adopción	CE (β)	EE	X ²	Sig	Exp (β)
Intercepto	-4.9236	0.3917	158.0327	< 0.0001	
Ventas	2.9944	1.1058	7.3329	0.0068	20
Crédito	1.7338	0.4157	17.3944	< 0.0001	5.7
Rendimiento	1.2679	0.0728	303.6863	< 0.0001	3.6
Riego	1.2768	0.1821	49.1629	< 0.0001	3.6
Escolaridad	0.0975	0.0239	16.6469	< 0.0001	1.1
Superficie total	0.1116	0.0341	10.739	0.001	1.1
Edad	0.0079	0.0057	1.9146	0.1665	1
Superficie maíz	-0.0783	0.0828	0.8956	0.344	0.9

CE(β)= coeficiente estimado; EE= error estándar; X²= Chi cuadrada calculada; Sig= significancia; Exp (β)= ratios de probabilidad. Fuente: elaboración con información de campo 2013.

Cuadro 4. Efecto del análisis de suelo, fertilización balanceada y fraccionada y control de malezas, enfermedades y plagas, en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca.

Table 4. Effect of soil analysis, and fractional balanced fertilization and weed control, diseases and pests, the decision to use of improved seed corn in Oaxaca.

Innovación tecnológica	CE (β)	EE	X ²	Sig	Exp (β)
Intercepto	-2.398	0.1149	435.7653	< 0.0001	
Análisis suelo	1.7627	0.2277	59.9118	< 0.0001	5.8
Control de plagas	0.8758	0.1329	43.4168	< 0.0001	2.4
Fertilización balanceada	0.818	0.1267	47.7118	< 0.0001	2.3
Fertilización fraccionada	0.7338	0.1265	33.6463	< 0.0001	2.1
Control de enfermedades	0.6046	0.1421	18.1142	< 0.0001	1.8
Control de malezas	0.3202	0.1378	5.4012	0.0201	1.4

CE(β)= coeficiente estimado; EE= error estándar; X²= Chi cuadrada calculada; Sig= significancia; Exp (β)= ratios de probabilidad. Fuente: elaboración con información de campo 2013.

Las ventas por contrato fueron el factor más importante que incide en la decisión de adopción de semillas mejoradas de maíz. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 13% tienen ventas por contrato; comparado con sólo 0.1%, de los agricultores que no las usan. Los agricultores con ventas por contrato, son 20 veces más propensos a usar semillas mejoradas que aquellos que no tienen un comprador seguro para su producción. Por otro lado, el porcentaje de agricultores que usa semillas mejoradas de maíz con ventas por contrato es bajo. Además, al analizar esta variable asociada con los valores promedio tanto de superficie total como de superficie sembrada con maíz, se aprecia que los agricultores que usan semillas mejoradas no se pueden considerar agricultores comerciales, ni por el tamaño de extensión de la tierra que poseen y siembran, ni por su orientación hacia al mercado. En Oaxaca, la mayoría de la producción de maíz se destina para autoconsumo y la que se comercializa se dirige a mercados locales.

Según Feleke y Zegeye (2006) cuando los agricultores están alejados de los mercados tienden a estar menos orientados hacia el mismo, porque sus decisiones de uso de tecnología se basan más en la producción de subsistencia que en las consideraciones de rentabilidad. En consecuencia, no están interesados en invertir sus recursos escasos en semillas mejoradas, siempre y cuando las semillas nativas les proporcionen una producción que solvente sus necesidades. En ese sentido, el costo de oportunidad de cambiar las semillas nativas por semillas mejoradas, implica para los agricultores de autoconsumo, no tener que comprar maíz, pues con el aumento de rendimiento podrían satisfacer su demanda familiar, y para los agricultores que decidan producir para el mercado, conlleva invertir y adoptar el paquete tecnológico de manera integral para que les genere una mayor producción.

De acuerdo con Mabah y Oyekale (2012), si un agricultor cambia de autoconsumo a una producción orientada a mercado, la probabilidad de adoptar el paquete tecnológico completo para maíz se acerca a 1; es decir a la probabilidad de que lo adopte totalmente. Alene (2007) en su estudio sobre producción de maíz en Etiopía, encontró que los agricultores aumentaban su producción en promedio 26% si adoptaban las prácticas recomendadas, junto con un uso óptimo de insumos. Ello permitía reducir los costos de producción en un promedio de 39%, lo que aumentaba la rentabilidad de la producción de maíz mejorado.

With respect to yields, farmers using improved maize seeds have 3.5 t ha⁻¹ average yield, which exceeds both the average national production (2.91 t ha⁻¹) and the state (1.22 t ha⁻¹), while those who do not use them have an average of 1 t ha⁻¹. In addition, to an increase in the average yield, the probability of use of improved seed increases 3.6 times. Irrigation also highly significantly influence the decision to use improved maize seeds. Of farmers using improved seeds, 34.9% are under irrigation compared with 7.4% of those who use it. The farmers with irrigation, are 3.6 times more likely to use improved seeds than those who have temporary.

Access to credit proved to be the second most important factor in the decision to use improved seeds. Of farmers using improved seeds, 17.6% have access to credit, compared with less than 1% of those who use them. Farmers with access to credit, are 5.7 times more likely to use improved seeds, that those who do not. However, 82.4% of farmers using improved seeds in the state have no access to credit.

In addition to the imperfections in the credit markets, problems of accessibility due to the inability of a borrower to commit to compliance with a debt contract. To counter that aspect, Giné and Yang (2009), mention that strategies have been implemented as in the case of Malawi, where microfinance institutions provide loans for hybrid seed to groups of 10 to 20 farmers as collective agreements liability. That way, each farmer have their individual loan, but the group is jointly liable for all loans.

Similarly, Muñoz *et al.* (2002) mention the experience in Mexico of the Service Centre for Rural Development of Puebla A. C., whose strategy of financial intermediation was the formation of solidarity at the level of ejidos or communities groups. Groups by encouraging savings, may be eligible for a loan, but all have joint responsibility for the loans received by each of its members, so that if any member fails to pay its credit, suspended the credit to the whole group to exert pressure on the defaulter. With regard to innovations, soil analysis, it was the most impact on the decision-making improved seeds. Farmers who use them, 18.8% do soil tests compared with 2.3% of farmers who do not use them. Farmers who make soil analysis, are 5.8 times more likely to use improved seeds, that those who do not perform.

In addition, both balanced fertilization as fractional turned out to be innovations that also influence. Of farmers using improved seeds 45.6% make balanced fertilization

Con respecto a los rendimientos, los agricultores que usan semillas mejoradas de maíz, tienen 3.5 t ha^{-1} de rendimiento promedio, que excede tanto la media de producción nacional (2.91 t ha^{-1}) como la del estado (1.22 t ha^{-1}), mientras que los que no las usan tienen un promedio de 1 t ha^{-1} . Además, ante un incremento en el rendimiento promedio, la probabilidad de uso de semilla mejorada aumenta 3.6 veces. El riego también influye de manera altamente significativa en la decisión de uso de semillas mejoradas de maíz. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 34.9% tienen régimen de riego comparado con 7.4% de los que no la usan. Los agricultores que cuentan con riego, son 3.6 veces más propensos a usar semillas mejoradas que aquellos que tienen régimen de temporal.

El acceso a crédito resultó ser el segundo factor más importante que interviene en la decisión de uso de semillas mejoradas. De los agricultores que usan semillas mejoradas, 17.6% tienen acceso a crédito, comparado con menos de 1% de los que no las usan. Los agricultores con acceso a crédito, son 5.7 veces más propensos a usar semillas mejoradas, que aquellos que no lo tienen. Sin embargo, 82.4% de los agricultores que usan semillas mejoradas en el estado no tienen acceso a crédito.

Además de las imperfecciones en los mercados de crédito, los problemas de su accesibilidad se deben a la incapacidad de un prestatario para comprometerse con el cumplimiento de un contrato de deuda. Para contrarrestar ese aspecto, Giné y Yang (2009), mencionan que se han implementado estrategias como en el caso de Malawi, donde las instituciones de microfinanzas ofrecen préstamos para semilla híbrida a grupos de 10 a 20 agricultores, como contratos colectivos de responsabilidad civil. De esa manera, cada agricultor tienen su préstamo individual, pero el grupo es solidariamente responsable por los préstamos de todos.

De manera similar, Muñoz *et al.* (2002) mencionan la experiencia en México de la Central de Servicios para el Desarrollo Rural de Puebla A. C., cuya estrategia de intermediación financiera fue la formación de grupos solidarios a nivel de ejidos o comunidades. Los grupos a través del fomento del ahorro, pueden tener derecho a un préstamo, pero todos tienen responsabilidad conjunta por los préstamos recibidos por cada uno de sus miembros, para que en caso de que alguno de los integrantes no pague

and fertilization fractional 40.9% compared with 17.3% and 18.6% respectively of farmers planting native seeds. Furthermore, farmers make balanced fertilization are twice as likely to use improved seed as those who do not fertilize that way. As for the control of pests and diseases, farmers using improved seeds, 37.3% make disease control and pest control 61.2% compared to 11.8% and 25.6% respectively of farmers planting seeds of local varieties.

The above results show that in the case of Oaxaca itself is undergoing a process of full adoption, because farmers using improved seeds, also perform the recommended innovations of technology package for corn. Alene and Hassan (2005) found that although farmers used improved seeds, most were partial adopters who did not adopt the crop management practices recommended to fully exploit the potential of improved corn yield. The adoption of the entire technology package is important because it is more profitable than the adoption of a component or components of the package.

Conclusions

The contract sales, access to financing and availability of irrigation are the main factors that determine the adoption of improved maize by farmers in the state of Oaxaca seeds. Being in this study, contract sales, the most important is associated with the adoption of technology in the production units.

The main technological innovations that determine the adoption of improved maize in the state of Oaxaca seeds are soil analysis, balanced, fractional fertilization and control of pests and diseases.

The factors and technological innovations associated with the adoption of improved maize in the state of Oaxaca seeds are holistically technological aspects that favor the acquisition of technology in the production units. Both condition the adoption of improved maize seeds as a means to improve production. The promotion of public programs aimed at boosting productivity by using improved maize in the state of Oaxaca seed, should consider both factors as innovations associated with the adoption of improved seed production units.

End of the English version



su crédito, se suspenda el crédito a todo el grupo a fin de que ejerzan presión sobre el moroso. Con relación a las innovaciones, el análisis de suelo, fue la que más incide en la decisión de adopción de semillas mejoradas. De los agricultores que las usan, 18.8% hacen análisis de suelo comparado con 2.3% de los agricultores que no las usan. Los agricultores que hacen análisis de suelo, son 5.8 veces más propensos a usar semillas mejoradas, que aquellos que no lo realizan.

Aunado, tanto la fertilización balanceada como la fraccionada, resultaron ser innovaciones que también influyen. De los agricultores que usan semillas mejoradas 45.6% hacen fertilización balanceada y 40.9% fertilización fraccionada, comparado con 17.3% y 18.6% respectivamente de los agricultores que siembran semillas nativas. Además, los agricultores que hacen fertilización balanceada son el doble de propensos a usar semilla mejorada que aquellos que no fertilizan de esa manera. En cuanto al control de plagas y enfermedades, de los agricultores que usan semillas mejoradas, 37.3% hacen control de enfermedades y 61.2% control de plagas, comparado con 11.8% y 25.6% respectivamente de los agricultores que siembran semillas de variedades locales.

Los resultados anteriores muestran que en el caso de Oaxaca, sí se está dando un proceso de adopción completo, pues los agricultores que usan semillas mejoradas, también llevan a cabo las innovaciones recomendadas del paquete tecnológico para maíz. Alene y Hassan (2005) encontraron que aunque los agricultores usaban semillas mejoradas, la mayoría eran adoptantes parciales que no adoptaban las prácticas de manejo de cultivo recomendadas para explotar plenamente el potencial de rendimiento del maíz mejorado. La adopción de todo el paquete tecnológico es importante porque es más rentable que la adopción de un componente o algunos componentes del paquete.

Conclusiones

Las ventas por contrato, acceso a financiamiento y disponibilidad de riego son los principales factores que determinan la adopción de semillas mejoradas de maíz por los agricultores en el estado de Oaxaca. Siendo en este estudio, las ventas por contrato, la más importante que se asocia con la adopción de la tecnología en las unidades de producción.

Literatura citada

- Abebe, G. K.; Bijman, J.; Pascucci, S. and Omta, O. 2013. Adoption of improved potato varieties in Ethiopia: the role of agricultural knowledge and innovation system and smallholder farmers' quality assessment. *Agric. Sys.* 122:22-32.
- Agresti, A. 2007. An introduction to categorical data analysis. John Wiley and Sons. 2nd Edition. New York, USA. 372 p.
- Alene, A. D. 2007. Unexploited food production potentials of new varieties: evidence from hybrid maize production in western Ethiopia. *Outlook on Agriculture.* 36(3):181-186.
- Alene, A. D. and Hassan, R. M. 2005. The efficiency of traditional and hybrid maize production in Eastern Ethiopia: an extended efficiency decomposition approach. *J. Afr. Econ.* 15(1):91-116.
- Besnier, F. 1989. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 637 p.
- Bezu, S.; Kassie, G. T.; Shiferaw, B. and Ricker-Gilbert, J. 2014. Impact of improved maize adoption on welfare of farm households in Malawi: a panel data analysis. *World Development.* 59:120-131.
- CIMMYT. 1993. The adoption of agricultural technology: a guide for survey design. México. 88 p.
- Chianu, J. N.; Tsujii, H. and Mbanasor, J. 2007. Determinants of the decision to adopt improved maize variety by smallholder farmers in the savannas of northern Nigeria. *J. Food Agr. Env.* 5(2):318-324.
- Feleke, S. and Zegeye, T. 2006. Adoption of improved maize varieties in Southern Ethiopia: factors and strategy options. *Food Policy.* 31:442-457.
- Giné, X. and Yang, D. 2009. Insurance, credit, and technology adoption: field experimental evidence from Malawi. *J. Develop. Econ.* 89:1-11.
- Gobierno del estado de Oaxaca. 2013. Declaración de Edgar Guzmán Corral, titular de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal, Pesca y Acuicultura (SEDAFPA). <http://www.oaxaca.gob.mx/?p=36253>.
- Gobierno del estado de Oaxaca, Banco Mundial. 2012. Plan estratégico sectorial agropecuario forestal y pesquero subsector agrícola. México. 47 p.
- Gujarati, D. N. and Porter, D. C. 2010. *Econometría*. McGrawHill. 5^a Edición. México. 921 p.
- Lunduka, R.; Fisher, M. and Snapp, S. 2012. Could farmer interest in a diversity of seed attributes explain adoption plateaus for modern maize varieties in Malawi? *Food Policy.* 37:504-510.
- Mabah, G. and Oyekale, A. S. 2012. Analysis of factors influencing farm households' adoption of maize technical package in Western Cameroon. *Life Sci. J.* 9(4):3841-3845.
- Mariano, M. J.; Villano, R. and Fleming, E. 2012. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agric. Sys.* 110:41-53.
- Matuschke, I. and Qaim, M. 2009. The impact of social networks on hybrid seed adoption in India. *Agricultural Economics.* 40:493-505.
- Mignouna, D. B.; Manyong, V. M.; Rusike, J.; Mutabazi, K. D. S. and Senkondo, E. M. 2011. Determinants of adopting imazapyr-resistant maize technologies and its impact on household income in Western Kenya. *AgBioForum: J. Agrobiotechnol. Manag. Econ.* 14(3):158-163.
- Minten, B. and Barrett, C. B. 2008. Agricultural technology, productivity, and poverty in Madagascar. *World Development.* 36(5):797-822.

Las principales innovaciones tecnológicas que determinan la adopción de semillas mejoradas de maíz en el estado de Oaxaca son el análisis de suelo, la fertilización balanceada, fraccionada y, el control de plagas y enfermedades.

Los factores y las innovaciones tecnológicas asociadas a la adopción de semillas mejoradas de maíz en el estado de Oaxaca, constituyen de manera integral aspectos tecnológicos que favorecen la adquisición de la tecnología en las unidades de producción. Ambos, condicionan la adopción de las semillas mejoradas de maíz como un medio para la mejora productiva.

La promoción de los programas públicos orientados al fomento de la productividad mediante el uso de semillas mejoradas de maíz en el estado de Oaxaca, deben considerar tanto los factores como las innovaciones asociadas a la adopción de semillas mejoradas en las unidades de producción.

Agradecimientos

Los autores(as) agradecen al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por permitir el acceso a la información derivada del mapeo de redes de innovación del estado de Oaxaca 2013, en el marco del convenio Mapeo de Redes de Innovación 2013 (TTF 2013-19), celebrado entre el CIMMYT y el Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo.

- Muñoz, M.; Santoyo, V. H. y Altamirano, J. R. 2002. Mercados e instituciones financieras rurales: una nueva arquitectura financiera rural para México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 315 p.
- Muzari, W.; Gatsi, W. and Muvhunzi, S. 2012. The impacts of technology adoption on smallholder agricultural productivity in Sub-Saharan Africa: a review. *J. Sust. Develop.* 5(8):69-77.
- Ouma, J. O. and De Groote, H. 2011. Determinants of improved maize seed and fertilizer adoption in Kenya. *J. Develop. Agric. Econ.* 3(11):529-536.
- Paudel, P. and Matsuoka, A. 2008. Factors influencing adoption of improved maize varieties in Nepal: a case study of Chitwan District. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 2(4):823-834.
- SIAP. 2012. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola. SAGARPA-Gobierno Federal. México, D. F. 1092 p.
- SIAP. 2013. Estadísticas de cierre de la producción agrícola por estado, 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351.
- Shiferaw, B. A.; Kassie, M.; Jaleta, M. and Yirga, C. 2014. Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food Policy.* 44:272-284.
- Tura, M.; Aredo, D.; Tsegaye, W.; La Rovere, R.; Tesfahun, G.; Mwangi, W. and Mwabu, G. 2010. Adoption and continued use of improved maize seeds: case study of Central Ethiopia. *Afr. J. Agric. Res.* 5(17):2350-2358.
- Vanlauwe, B.; Bationo, A.; Chianu, J.; Giller, K. E.; Merckx, R.; Mkwunye, U.; Ohiokpehai, O.; Pypers, P.; Tabo, R.; Shepherd, K. D.; Smaling, E. M. A.; Woome, P. L. and Sanginga, N. 2010. Integrated soil fertility management: operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook Agric.* 39(1):17-24.
- Zavale, H.; Mabaya, E. and Christy, R. 2005. Adoption of improved maize seed by smallholder farmers in Mozambique. Department of Applied Economics and Management. Cornell University. Nueva York, USA. No. 2005-03. 24 p.