

Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura*

Estimation of the adoption of innovations in agriculture

Roque Onésimo Pérez Guel¹, Humberto Martínez Bautista², Bey Jamelyd López Torres¹ y Roberto Rendón Medel^{1§}

¹Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, México C. P. 56230. (ropg.evaluador@gmail.com; bey.jamelyd@gmail.com). ²Posgrado en Estadística-Colegio de Postgraduados. (martinez.humberto@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia. rendon.roberto@ciestaam.edu.mx.

Resumen

La adopción de innovaciones se relaciona con el uso de tecnología que permite crear un potencial productivo y mejora de la competitividad. En la agricultura, la adopción de la innovación se ha intentado contabilizar de diversas formas, sin embargo, en la mayoría de los casos se ha realizado a partir de conteos simples de innovaciones realizadas. Esta investigación propone un método para estimar el nivel de adopción de innovaciones en la agricultura. A partir del análisis de un paquete de 29 prácticas innovadoras promovidas por el programa de modernización sustentable de agricultura tradicional en el estado de Guerrero, en 2013, se calculó un índice mediante el análisis de correlaciones tetracóricas y componentes principales. Los resultados indican que un índice con pesos específicos para cada innovación refleja mejor el proceso de adopción de innovaciones pues se elimina el problema de contabilizar en forma simple el número de innovaciones realizadas por un productor. La principal conclusión es que el índice ponderado de innovaciones agrícolas (IPIA) permite identificar estrategias de intervención diferenciadas con base en una estimación más precisa del nivel de adopción de innovaciones para un productor específico.

Palabras clave: componentes principales, correlación tetracórica, MasAgro, nivel de innovaciones.

Abstract

The adoption of innovations is related to the use of technology that allows you to create a productive potential and improve competitiveness. In agriculture, the adoption of the innovation has been attempted account in various ways, however, in most cases was made from simple innovations counts performed. This research proposes a method to estimate the level of adoption of innovations in agriculture. From the analysis of a package of 29 innovative practices promoted by the program sustainable modernization of traditional agriculture in the state of Guerrero, in 2013, an index is calculated by analyzing correlations tetrachoric and main components. The results indicate that an index with specific weights for each innovation better reflects the process of adoption of innovations since the problem of accounting in a simple way the number of innovations made by a producer is eliminated. The main conclusion is that the weighted index of agricultural innovations (IPIA) identifies different intervention strategies based on a more precise level of adoption of innovations to a specific producer estimate.

Keywords: level of innovation, main components, MasAgro, tetrachoric correlation.

* Recibido: febrero de 2016
Aceptado: mayo de 2016

Introducción

El acceso al conocimiento se considera cada vez más como un determinante principal del crecimiento económico y la innovación. Mientras que las capacidades tecnológicas e innovativas se han vuelto fundamentales para establecer la competitividad de las empresas (Porta, 2010). COTEC (2001) define innovación como la capacidad de convertir ideas en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado valora, basada en conocimiento, atiende una necesidad concreta, incrementa la capacidad de riqueza de la empresa y además tiene fuertes implicaciones sociales. Stoneman y Diederer (1994) indican la importancia de la innovación al afirmar que su uso genera potencial productivo y competitividad. Por su parte, Lundvall (2011) resalta la importancia de la innovación como la capacidad de aprender y desarrollar competencias que promueve el emprendimiento y la iniciativa.

Diversos factores, entre ellos: la globalización, el crecimiento poblacional, la demanda constante de más y mejores alimentos, la demanda de energéticos, la preservación del medio ambiente, y otros (Carpio, 2000; Pretty *et al.*, 2010); imponen nuevos retos a la agricultura mundial, como la necesidad de incrementar la producción de alimentos sin perder de vista el uso eficiente de los recursos para dar respuesta a las exigencias productivas del sector agroalimentario.

Ante tal situación, el gobierno mexicano ha propuesto diversas iniciativas para el desarrollo de capacidades de los productores del campo mexicano, una de ellas es el proyecto estratégico de modernización sustentable de la agricultura tradicional (MasAgro). Se trata de una estrategia que centra sus esfuerzos en productores rurales de maíz de zonas de temporal, a través de la adopción de prácticas agronómicas sustentables (CIMMYT, 2011a). El Manual Oslo (OCDE, 2005) define como criterio mínimo para que una práctica de la empresa sea considerada innovación, que sea nueva para la empresa; además menciona que esta no tiene que ser desarrollada por la misma empresa, puede adquirirla de otras a través del proceso de difusión. Con base en lo anterior, en esta investigación se considerarán las prácticas agronómicas como innovaciones.

Identificar el nivel de adopción de innovaciones del productor permite dos cosas: i) la primera, inherente a la innovación, permite evaluar la pertinencia de la innovación para el productor y al mismo tiempo detectar las barreras que limitan el proceso de adopción; ii) la segunda, inherente al

Introduction

The access to knowledge is increasingly recognized as a major determinant of economic growth and innovation. While technological and innovation capabilities have become critical to establish the competitiveness of enterprises (Porta, 2010). COTEC (2001) defines innovation as the ability to turn ideas into products, processes or services or improved the market values, based on knowledge, serves a specific need, increases the capacity of wealth of the company and also has strong social implications. Stoneman and Diederer (1994) indicate the importance of innovation in stating that their use generates productive potential and competitiveness. Meanwhile, Lundvall (2011) highlights the importance of innovation as the ability to learn and develop skills that promotes entrepreneurship and initiative.

Various factors, including: globalization, population growth, the constant demand for more and better food, the demand for energy, preservation of the environment, and others (Carpio, 2000; Pretty *et al.*, 2010); impose new challenges to world agriculture, such as the need to increase food production without losing sight of the efficient use of resources to meet the production needs of the food industry.

In this situation, the Mexican government has proposed various initiatives for capacity building of producers in the Mexican countryside, one of which is the strategic plan for sustainable modernization of traditional agriculture (MasAgro). It is a strategy that focuses its efforts on rural areas maize producers temporarily, through the adoption of sustainable agricultural practices (CIMMYT, 2011a). The Oslo Manual (OECD, 2005) defines a minimum criterion for a company practice is considered innovation, which is new to the company; also mentions that this does not have to be developed by the same company, you can purchase other through the process of diffusion. Based on the above, this research agronomic practices and innovations will be considered.

Identify the level of adoption of innovations producer allows two things: i) the first, inherent in innovation, allows to evaluate the relevance of the innovation to the producer and simultaneously detect the barriers that limit the adoption process; ii) the second, inherent in the producer facilitates identify the particular characteristics by which the producer adopts or not a practice and innovation opportunities that may exist.

productor, facilita identificar las características particulares por las cuáles el productor adopta o no una práctica, así como las oportunidades de innovación que puedan existir.

En diferentes ámbitos y latitudes se han construido diversos indicadores. En México por ejemplo se tienen: el índice de desarrollo humano, generado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-México); el índice de marginación, generado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO); el índice de rezago social, generado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL); el indicador de desarrollo sustentable, generado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) e Instituto Nacional de Ecología (INE); el Índice de Ruralidad (Zamudio *et al.*, 2008).

En términos generales, un índice es una medida cuantitativa o cualitativa derivada de una serie de observaciones que permiten revelar posiciones relativas (Ciegis *et al.*, 2009). Los índices implican un compromiso metodológico entre la viabilidad técnica, disponibilidad pública para su uso y consistencia sistémica. Diversos autores (Ciegis *et al.*, 2009; Araújo *et al.*, 2012; Jiménez-Valero *et al.*, 2012) refieren que los índices deben tener las siguientes características: credibilidad, representatividad, legitimidad, sensibilidad a cambios y relevancia; además de que deben ser: objetivos, comprensibles, medibles y comparables.

Respecto a la medición de la innovación, Jiménez-Valero *et al.* (2012) refieren que a nivel internacional existen trabajos que intentan medir la innovación, así por ejemplo, en el sector salud Hikmet *et al.* (2008) miden el nivel de adopción de innovaciones de los hospitales como el recuento bruto del uso de tecnologías de la información para la salud. En el sector empresarial Chen *et al.* (2004) propusieron como medición de la innovación el número de nuevas tecnologías que una empresa había desarrollado últimamente; por su parte Tsai y Ghoshal (1998) midieron la innovación a través del número de nuevos productos, servicios y proyectos que una empresa desarrolló en un tiempo determinado.

Para el sector agropecuario, se tienen antecedentes desde los años 50, Fliegel (1956) propuso el cálculo del índice de adopción de prácticas agrícolas como el porcentaje de las prácticas que un productor podría adoptar respecto al total de todas ellas; Priya (1962) posteriormente calculó el índice de adopción como el número total de años que un productor había realizado diversas prácticas mejoradas sugeridas

In different areas and latitudes they have built various indicators. In Mexico for example have: the human development index, created by the United Nations Development Programme (PNUD-México); the marginality index generated by the National Population Council (CONAPO); the social gap index, produced by the National Council for Evaluation of Social Development Policy (CONEVAL); sustainable development indicator, generated by the National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI) and the National Institute of Ecology (INE); Rurality Index (Zamudio *et al.*, 2008).

Generally speaking, an index is a quantitative or qualitative measure derived from a series of observations that can reveal relative positions (Ciegis *et al.*, 2009). The indices imply a methodological compromise between technical feasibility, public availability for use and systemic consistency. Several authors (Ciegis *et al.*, 2009; Araujo *et al.*, 2012; Jimenez-Valero *et al.*, 2012) report that the indexes must have the following characteristics: credibility, representativeness, legitimacy, relevance and sensitivity to change; plus they should be: objective, understandable, measurable and comparable.

Regarding the measurement innovation, Jimenez-Valero *et al.* (2012) report that internationally there are studies that attempt to measure innovation, for example in the health sector Hikmet *et al.* (2008) measure the level of adoption of innovations in hospitals as gross count of using information technology to health. In the business sector Chen *et al.* (2004) proposed measuring innovation as the number of new technologies that a company had recently developed; meanwhile Tsai and Ghoshal (1998) innovation they measured through the number of new products, services and projects a company developed in a given time.

For the agricultural sector, have a history since the 50s, Fliegel (1956) proposed calculating the rate of adoption of agricultural practices such as the percentage of the practices that a producer could take on the total of all of them; Priya (1962) subsequently calculated the adoption rate as the total number of years that a producer had made several improved practices suggested by the agricultural extension service; Santoyo *et al.* (2002) raised the rate of good agricultural practices, GAPI for its acronym in English, to assess rural development programs.

In Mexico, Muñoz *et al.* (2007) proposed a rate of adoption of innovations (InAI) to measure the innovative capacity of a producer; this index (which hereinafter referred to as

por el servicio de extensión agrícola; Santoyo *et al.* (2002) plantearon el índice de buenas prácticas agrícolas, GAPI por sus siglas en inglés, para evaluar programas de desarrollo rural.

En México, Muñoz *et al.* (2007) propusieron un índice de adopción de innovaciones (InAI) para medir la capacidad innovadora de un productor; este índice (al cual en adelante se denominará InAI) es muy parecido a lo que Fliegel (1956) propuso. La diferencia radica en que los primeros autores clasificaron las innovaciones en categorías con base en un paquete tecnológico y dentro de cada categoría obtuvieron un InAI, al contabilizar el número de innovaciones que un productor realizó dividido entre el número total de innovaciones de esa categoría. Al final se promedian los InAI de cada categoría para obtener el InAI del productor. Esta propuesta ha sido utilizada principalmente por agentes de cambio cuyo objetivo es promover la innovación, e investigadores (Zarazúa *et al.*, 2009; Zarazúa-Escobar *et al.*, 2011; Zarazúa *et al.*, 2012; Díaz-José *et al.*, 2013; Pérez *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2013) que buscan analizar el proceso de adopción de la innovación.

Queda claro que los índices de adopción propuestos por Fliegel (1956); Muñoz *et al.* (2007) no hacen distinción alguna entre las innovaciones, pues en todos los casos se asume que todas tienen el mismo peso. Así, si dos productores A y B realizan tres innovaciones tendrán el mismo nivel de adopción no importando si son las mismas o no. Sin embargo, se ha percibido que dentro de un paquete tecnológico unas innovaciones son más relevantes que otras, por tanto, las innovaciones realizadas influyen en forma distinta por lo que el peso de cada una de ellas debiera ser diferenciado. De esta manera, la única posibilidad de que dos productores tengan el mismo nivel de adopción es cuando realicen las mismas innovaciones.

Medir la capacidad innovadora de un productor requiere de un índice que tome en cuenta tanto el número como el tipo de innovaciones que dicho productor realiza. De esta manera, este índice será pertinente para el diseño de estrategias, procesos de interacción y la asignación de recursos en el sector agrícola.

A partir de lo anterior, el objetivo de esta investigación fue construir un índice que mida el nivel de adopción de innovaciones por medio del análisis de componentes principales que permita la diferenciación de las innovaciones incluidas en un paquete tecnológico para productores de maíz del estado de Guerrero.

InAI) is very similar to what Fliegel (1956) proposed. The difference is that the first innovations authors classified into categories based on a technology package and within each category got an InAI, to count the number of innovations that a producer made divided by the total number of innovations that category. At the end of InAI each category are averaged to obtain the InAI producer. This proposal has been mainly used by agents of change aimed at promoting innovation, and researchers (Zarazua *et al.*, 2009; Zarazua-Escobar *et al.*, 2011; Zarazua *et al.*, 2012; Díaz-Jose *et al.*, 2013; Perez *et al.*, 2013; Sanchez *et al.*, 2013) that analyze the adoption process of innovation.

It is clear that adoption rates proposed by Fliegel (1956); Muñoz *et al.* (2007) make no distinction between innovations, because in all cases it is assumed that all have the same weight. Thus, if two producers A and B perform three innovations have the same level of adoption regardless of whether they are the same or not. However, it has been perceived that a technological package within an innovations are more relevant than others, therefore, the innovations influence differently so the weight of each should be differentiated. Thus, the only possibility that two producers have the same level of adoption is when they perform the same innovations.

Measure the innovative capacity of requires an index that takes into account both the number and the type of innovations that producer performs producer. Thus, this index will be relevant for the design of strategies, processes of interaction and resource allocation in the agricultural sector.

From the above, the objective of this research was to construct an index that measures the level of adoption of innovations through principal component analysis that allows differentiation of the innovations included in a technology package for corn producers in the state of Guerrero.

Materials and methods

Spatial and temporal delimitation

A database was used with information on 552 maize farmers in Guerrero state, obtained from a detailed analysis of actors mapping (MDA). The work consisted of collecting

Materiales y métodos

Delimitación espacial y temporal

Se utilizó una base de datos con información de 552 productores de maíz del estado de Guerrero, obtenida a partir de un mapeo detallado de actores (MDA). El trabajo consistió en coleccionar información relacionada con las características generales del cultivo, las prácticas que realiza el productor, así como la fuente de información de esas prácticas. El levantamiento de la información se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2012.

Innovaciones de estudio

El conjunto de innovaciones fue definido por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en el marco de la estrategia MasAgro, dichas innovaciones corresponden a buenas prácticas agrícolas que los productores deben de realizar para una producción sustentable y comercialización apropiada del producto. Al respecto Pretty (2008) señala que las prácticas que se recomiendan a los productores deben de minimizar el impacto ambiental, además de ser accesibles, efectivas y permitirles incrementar su productividad. CIMMYT clasifica al total de innovaciones en cinco categorías. El Cuadro 1 presenta a las innovaciones consideradas en cada categoría y la frecuencia relativa con la que son realizadas por los productores de maíz.

information related to the general characteristics of the culture, practices carried out by the producer, as well as the information source of such practices. The gathering of information was conducted during the months of September and October 2012.

Study innovations

The set of innovations was defined by the International Center for Improvement of Maize and Wheat (CIMMYT) in the framework of the MasAgro strategy, these innovations correspond to good agricultural practices that producers must make to sustainable production and appropriate marketing. About Pretty (2008) notes that the practices that producers should be recommended to minimize the environmental impact, besides being accessible, effective and enable them to increase their productivity. CIMMYT classifies all innovations in five categories. Table 1 presents the innovations considered in each category and the relative frequency with which they are made by producers of corn.

Analysis of the information

For the proposed indicator, the data processing and statistical analyzes were performed using the Data Analysis and Statistical Software (STATA) package version 10, in the following order:

Cuadro 1. Clasificación de las innovaciones del paquete tecnológico para maíz en el estado de Guerrero.

Table 1. Classification of the innovations of technology package for corn in the state of Guerrero.

Categoría	Innovación	(%)*	Categoría	Innovación	(%)*
Manejo agronómico	Labranza mínima	50.91	Nutrición	Uso de abonos orgánicos	39.86
	Camas permanentes	0		Análisis de suelo para fertilización	6.16
	Uso de maquinaria especializada	17.75		Fertilización balanceada (NPK)	45.65
	(%) de cobertura con cultivos anteriores	23.55		Uso de sensores infrarrojos	0.91
	Uso de cultivos de cobertura	9.24		Fertilización fraccionada	57.97
	Asociación de cultivos	39.13		Uso de biofertilizantes	45.47
	Uso de semilla mejorada	69.38		Uso de micronutrientes	33.7
	Uso de semilleros nacionales	4.35		Uso de mejoradores del suelo	18.66
	Rotación de cultivos	29.71		Control de malezas	83.51
	Tipo de riego	2.36		Control de enfermedades	37.32
Organización y administración	Nivelación de suelos	0	Mercado y financiamiento	Compras y ventas en común	13.41
	Control de plagas	20.65		Ventas por contrato	3.26
	Consolidación organizativa	20.11		Uso de seguro agrícola	3.44
Tecnologías de poscosecha	Registro técnico-productivos y administrativos	13.04		Uso de crédito	35.69
	Uso de silos y bolsas herméticas	5.62			

Fuente: CIMMYT (2011b) y cédula de mapeo detallado de actores 2012. *Proporción de productores quienes realizan esas innovaciones.

Análisis de la información

Para obtener el indicador planteado, el tratamiento de la información y los análisis estadísticos se realizaron con el paquete Data Analysis and Statistical Software (STATA) versión 10, en el siguiente orden:

Codificación de las innovaciones. Se utilizó la función indicadora para transformar cada innovación a binaria. Se asignó el valor de 1 si un productor afirmó realizar la innovación y 0 en caso contrario.

Determinación de los pesos específicos de las categorías. Se obtuvieron los pesos específicos de las categorías como la proporción de innovaciones que cada categoría contiene con respecto al total de innovaciones. La suma de los pesos específicos es igual a la unidad.

Determinación de la matriz de correlaciones. Se construyó la matriz de correlaciones tetracóricas de las innovaciones de cada categoría, lo anterior por la naturaleza binaria de los datos. Se transformó cada matriz de correlaciones a semidefinida positiva. Es importante señalar, que para el caso de la categoría de tecnologías poscosecha no se presenta la matriz de correlaciones debido a que contiene solo una innovación.

Determinación de los pesos específicos de las innovaciones. Se utilizó la técnica de análisis de componentes principales para obtener los coeficientes propios del grupo de innovaciones correspondientes a cada categoría. Después se realizó el cálculo de la proporción (cociente del coeficiente de cada innovación y la suma de todas) de cada innovación dentro de la categoría correspondiente. La suma de los pesos específicos de las innovaciones dentro de cada categoría es igual a la unidad. Es importante precisar que dentro del proceso de análisis de componentes principales sólo se consideraron las innovaciones realizadas, esto implica que en la ecuación final algunas innovaciones tuvieron coeficiente cero.

Cálculo del índice ponderado de innovaciones agrícolas (IPIA). Con los pesos específicos obtenidos se procedió al cálculo del IPIA a partir de la ecuación [1]:

$$IPIA = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{\max\{C_i\}} C_i * In_j \quad 1)$$

Donde: IPIA= índice ponderado de innovaciones agrícolas; C_i = peso de la i -ésima categoría; In_j = peso de la j -ésima innovación dentro de la i -ésima categoría.

Coding innovations. The indicator function was used to transform each binary innovation. The value of 1 was assigned if a producer claimed realize innovation and 0 otherwise.

Determination of the specific weights of the categories. The specific weights of the categories as the proportion of innovations were obtained that each category contains with respect to the total innovations. The sum of specific weights is equal to unity.

Determination of the correlation matrix. The tetrachoric matrix correlations of innovations in each category was built above the binary nature of the data. Each correlation matrix was transformed to positive semidefinite. It is important to note that in the case of the category of post-harvest technologies is not the correlation matrix is presented because it contains only an innovation.

Determination of the specific gravities of innovations. The technique of principal components analysis was used to obtain the coefficients of the group own innovations for each category. After calculating the ratio (ratio coefficient of each innovation and the sum of all) of each innovation within the relevant category it was performed. The sum of the specific gravities of innovations within each category is equal to unity. It is important to note that in the process of principal component analysis only considered innovations, this implies that in the final equation some innovations had zero coefficient.

Calculation of weighted index of agricultural innovations (IPIA). With specific weights obtained were calculated the IPIA from equation [1]:

$$IPIA = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{\max\{C_i\}} C_i * In_j \quad 1)$$

Where: IPIA= weighted index of agricultural innovations; C_i = weight of the i -th category; In_j = weight of the j th innovation within the i -th category.

Results and discussion

Description of the study population

The 19.02% of corn farmers do not have some schooling, 57.07% have primary, 17.57% have secondary, 4.89% had high school level and only 1.45% have higher education.

Resultados y discusión

Descripción de la población de estudio

El 19.02% de los productores rurales de maíz no cuentan con algún grado de escolaridad, 57.07% tienen primaria, 17.57% tienen secundaria, 4.89% tienen nivel medio superior y sólo 1.45% cuenta con educación superior. En lo que se refiere a la edad, 12.86% de la población es menor de 30 años, 20.47% se encuentra dentro del rango de 30 a 40 años, 22.64% corresponden de 40 a 50 años, 19.93% de 50 a 60 años y 24.09% es mayor de 60 años. Foturoti *et al.* (2006) encontraron al grado académico y la experiencia en la actividad como factores determinantes para la adopción de innovaciones.

El régimen de propiedad de la tierra de los productores rurales es colectiva con 72.10%, seguida por la propiedad privada con 26.27% y sólo 1.63% es rentada. El 28.68% de los productores utilizan maíz criollo y el resto semillas mejoradas, en promedio la superficie sembrada es de 1.6 ha por productor y el rendimiento promedio es de 2.77 t ha⁻¹.

Pesos específicos de las categorías

En el Cuadro 2 se presentan los pesos específicos por categoría según se describió en el apartado de materiales y métodos.

Análisis de correlación

En lo que respecta a la categoría de mercado y financiamiento, se observó una alta correlación positiva (Cuadro 3) entre la innovación de ventas por contrato y las compras y ventas en común, lo anterior se explica por las economías de escala que se generan al asociarse los productores. También se encontró una alta correlación positiva entre las innovaciones uso de crédito y ventas por contrato: en gran medida, la certidumbre de las ventas propicia el uso de créditos (Muñoz *et al.*, 2002).

Cuadro 3. Matriz de correlaciones tetracóricas para la categoría mercado y financiamiento del paquete tecnológico de maíz en el estado de Guerrero.

Table 3. Matrix correlations for the category tetrachoric market and financing technology package corn in the state of Guerrero.

Innovación	Compras y ventas en común	Ventas por contrato	Uso de seguro agrícola	Uso de crédito
Compras y ventas en común	1			
Ventas por contrato	0.832**	1		
Uso de seguro agrícola	-0.064	0.288	1	
Uso de crédito	0.248**	0.538**	0.195	1

*, **= significativo al 0.05 y al 0.01 niveles de probabilidad respectivamente. Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

As regards age, 12.86% of the population is under 30 years, 20.47% is within the range of 30 to 40 years, 22.64% are 40 to 50 years, 19.93% from 50 to 60 years and 24.09% are over 60 years. Foturoti *et al.* (2006) found the academic degree and experience in the activity as determinants for the adoption of innovations factors.

The ownership of the land of the farmers is collective with 72.10%, followed by private property with only 26.27% and 1.63% is leased. The 28.68% of creole corn farmers use improved seeds and the rest, on average planted area is 1.6 hectares per producer and the average yield is 2.77 t ha⁻¹.

Specific gravities of categories

Table 2 shows the specific weights by category are presented as described in materials and methods section.

Cuadro 2. Pesos específicos y número de innovaciones por categoría del paquete tecnológico de maíz en el estado de Guerrero.

Table 2. Specific weights and number of innovations by category technological package of corn in the state of Guerrero.

Categoría	Núm. de innovaciones	Peso (Ci)
Manejo agronómico	12	0.4
Nutrición	10	0.35
Mercado y financiamiento	4	0.15
Organización y administración	2	0.07
Tecnologías pos cosecha	1	0.03

Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

Correlation analysis

With regard to the category of market and financing, a high positive correlation (Table 3) between innovation contract sales and purchases and sales in common

En el Cuadro 4, se presenta la matriz semidefinida positiva de las correlaciones tetracóricas para la categoría manejo agronómico. Las correlaciones encontradas muestran una interrelación entre las innovaciones de: labranza mínima, uso de cultivos de cobertura, asociación de cultivos y rotación de cultivos con altas significancias. Lo anterior se debe a que estas innovaciones son de fácil adopción además que no implican costos adicionales al productor para implementarlas; también influye el hecho de que estas innovaciones han sido promovidas por agentes de cambio en el marco de la estrategia MasAgro ya que son pilares de la agricultura de conservación (AC) (CIMMYT, 2011c).

was observed, it is explained by the economies of scale generated by associate producers. A high positive correlation between innovations using credit and contract sales was also found: a large extent, the certainty of sales facilitates the use of credits (Muñoz *et al.*, 2002).

In Table 4, the positive semidefinite matrix of correlations tetrachoric agronomic management category is presented. The correlations show a relationship between innovations: minimum tillage, use of cover crops, crop association and rotation of crops with high significances. This is

Cuadro 4. Matriz de correlaciones tetracóricas para la categoría manejo agronómico del paquete tecnológico de maíz en el estado de Guerrero.

Table 4. Matrix tetrachoric correlations for the category agronomic management of corn technological package in the state of Guerrero.

Innovación	Labranza mínima	Uso de maquinaria	% de cobertura con cultivos	Uso de cultivos de cobertura	Asociación de cultivos	Uso de semilla mejorada	Uso de semilleros nacionales	Rotación de cultivos	Tipo de riego	Control de plagas
Labranza mínima	1									
Uso de maquinaria	-0.207**	1								
(%) de cobertura con cultivos	0.286**	0.093	1							
Uso de cultivos de cobertura	0.334**	0.031	0.417**	1						
Asociación de cultivos	0.365**	-0.128*	0.019	0.416**	1					
Uso de semilla mejorada	0.181**	0.392**	0.333**	0.083	0.005	1				
Uso de semilleros nacionales	0.299*	0.192	-0.118	-0.029	-0.004	0.373*	1			
Rotación de cultivos	0.332**	0.06	0.247**	0.58**	0.542**	0.171*	0.154	1		
Tipo de riego	-0.072	0.441**	-0.229	0.137	0.288**	0.186	0.256	0.163	1	
Control de plagas	0.35**	-0.071	0.173*	-0.007	0.174**	0.079	0.095	0.177*	-0.733	1

*, **Significativo al 0.05 y al 0.01 niveles de probabilidad respectivamente. Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

Para la categoría de nutrición, se observaron altas correlaciones positivas entre la innovación de mejoradores de suelo con las innovaciones de uso de abonos orgánicos y control de enfermedades, en ambos casos fueron altamente significativas (Cuadro 5). En todas las correlaciones significativas la relación fue positiva, lo anterior motiva a pensar que las innovaciones incluidas dentro de la categoría nutrición son las adecuadas.

because these innovations are also easily adoptable that do not involve additional costs to the producer to implement; also it influenced by the fact that these innovations have been promoted by agents of change within the framework of the strategy MasAgro because they are pillars of conservation agriculture (CA) (CIMMYT, 2011c).

Cuadro 5. Matriz de correlaciones tetracóricas para la categoría nutrición del paquete tecnológico de maíz en el estado de Guerrero.
Table 5. Matrix tetrachoric correlations for nutrition category of technology package of corn in the state of Guerrero.

Innovación	Uso de abonos orgánicos	Análisis de suelo para fertilización	Fertilización balanceada (NPK)	Uso de sensores infrarrojos	Fertilización fraccionada	Uso de biofertilizantes	Uso de micronutrientes	Uso de mejoradores del suelo	Control de enfermedades	
Uso de abonos orgánicos	1									
Análisis de suelo para fertilización	0.274*	1								
Fertilización balanceada (NPK)	-0.026	0.248**	1							
Uso de sensores infrarrojos	0.362	0.205	-0.756	1						
Fertilización fraccionada	0.245**	0.204	0.239**	-0.145	1					
Uso de biofertilizantes	0.41**	0.215	0.372**	-0.076	0.212**	1				
Uso de micronutrientes	0.201**	0.316**	0.204**	-0.138	0.244**	0.286**	1			
Uso de mejoradores del suelo	0.436**	0.283*	0.288**	0.32*	0.171*	0.199*	-0.053	1		
Control de malezas	0.199*	0.387*	0.128	-0.032	-0.003	0.36**	0.096	-0.008	1	
Control de enfermedades	0.312**	0.308**	-0.038	0.379	0.056	0.041	-0.006	0.479**	0.177*	1

*, **Significativo al 0.05 y al 0.01 niveles de probabilidad respectivamente. Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

La categoría de organización y administración sólo contiene dos innovaciones: consolidación organizativa y registros técnico-productivos-administrativos, su coeficiente de correlación tetracórica fue positiva (0.625) con alta significancia estadística ($p \leq 0.01$).

Análisis de componentes principales (ACP)

Utilizando la matriz de correlaciones del Cuadro 4, se realizó el ACP para la categoría manejo agronómico, se consideraron los tres primeros componentes que explican 63.3% de la varianza total. En el Cuadro 6, se presentan los valores de los componentes y el peso de cada innovación.

Cuadro 6. Componentes principales de la categoría manejo agronómico y pesos específicos por innovación.

Table 6. Main components of agricultural management category and specific gravities for innovation.

Innovación	Comp1	Comp2	Comp3	Peso (In_j)
Labranza mínima	0.417	-0.177	0.064	0.069
Uso de maquinaria	0.05	0.434	0.348	0.187
(%) de cobertura con cultivos	0.311	-0.145	0.233	0.09
Uso de cultivos de cobertura	0.445	0.031	-0.253	0.05
Asociación de cultivos	0.395	0.017	-0.404	0.002
Uso de semilla mejorada	0.249	0.243	0.522	0.228
Uso de semilleros nacionales	0.173	0.237	0.37	0.175
Rotación de cultivos	0.485	0.051	-0.178	0.081
Tipo de riego	0.072	0.64	-0.225	0.11
Control de plagas	0.199	-0.480	0.319	0.009

Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

La columna peso indica la contribución relativa de cada innovación dentro de la categoría de manejo agronómico. La innovación con mayor peso fue el uso de semilla mejorada, seguida por el uso de maquinaria especializada, otras innovaciones con peso sobresalientes son el uso de semilleros nacionales y tipo de riego. La relevancia de estos hallazgos radica en que si estas innovaciones son practicadas por los productores incrementarían su nivel de adopción; sin embargo, su práctica implica costos adicionales al productor lo que condiciona su adopción.

De igual forma, se realizó un ACP con la matriz de correlaciones de la categoría mercado y financiamiento del Cuadro 3, sólo se consideró el primer componente, el cual explica casi 55% de la varianza total. En el Cuadro 7, se presentan los valores del primer componente y el peso de cada innovación.

For the category of nutrition, high positive correlations between soil improvers innovation with use innovations of organic fertilizers and disease control in both cases were highly significant (Table 5) were observed. In all significant correlations the relationship was positive, the above motivates think that the innovations included in the nutrition category are appropriate.

The organization and administration category contains only two innovations: organizational consolidation and technical-productive administrative records, tetrachoric coefficient was positive correlation (0.625) with high statistical significance ($p \leq 0.01$).

Cuadro 7. Componentes principales de la categoría mercado y financiamiento y pesos específicos por innovación.

Table 7. Main components of the market and financing category and specific gravities for innovation.

Innovación	Comp1	Peso (In_j)
Compras y/o ventas en común	0.557	0.296
Ventas por contrato	0.660	0.350
Uso de seguro agrícola	0.209	0.111
Uso de crédito	0.458	0.243

Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

La innovación ventas por contrato tuvo mayor peso dentro de esta categoría, de manera particular se considera muy importante contar con un mercado definido para llevar a cabo la venta de su producción, podría considerarse a la innovación ventas por contrato como la detonadora en la adopción del resto de innovaciones en esta categoría. El peso de la innovación: uso del seguro agrícola se explica por las características de los productores, quienes tienen una edad avanzada y baja escolaridad, además de contar con pequeños predios con régimen de temporal; Muñoz *et al.* (2002) señalan que los productores con superficies relativamente grandes, régimen de riego y financiamiento son quienes tienen mayor propensión en contratar seguros.

Para la categoría de nutrición del Cuadro 5 se emplearon los cuatro primeros componentes principales debido a que estos explican poco más de 70% de la varianza total. La salida con los valores de las componentes y el peso de cada innovación en la categoría nutrición, se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Componentes principales de la categoría nutrición y pesos específicos por innovación.
Table 8. Main components of nutrition and specific gravities category for innovation.

Innovación	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Peso (In _j)
Uso de abonos orgánicos	0.261	-0.236	0.404	0.043	0.095
Análisis de suelo para fertilización	0.183	-0.014	0.194	0.397	0.126
Fertilización balanceada (NPK)	0.217	0.692	0.028	0.056	0.151
Uso de sensores infrarrojos	0.197	-0.64	0.025	0.025	0.001
Fertilización fraccionada	0.105	0.114	0.537	-0.335	0.089
Uso de biofertilizantes	0.038	0.136	0.342	0.292	0.131
Uso de micronutrientes	-0.247	-0.037	0.614	0.056	0.085
Uso de mejoradores del suelo	0.686	0.104	-0.019	-0.131	0.113
Control de malezas	-0.062	0.03	-0.048	0.773	0.119
Control de enfermedades	0.514	-0.109	-0.115	0.144	0.09

Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

La innovación con mayor peso dentro de esta categoría fue fertilización balanceada con más de 15% de contribución relativa, esta innovación está interrelacionada con otras innovaciones de esta categoría como son el análisis de suelo, el uso de fertilizantes y uso de mejoradores de suelo. La práctica de estas innovaciones es esencial para que las plantas adquieran los nutrientes necesarios, por ello MasAgro impulsa este tipo de innovaciones porque esto permitirá mejoras en los rendimientos (CIMMYT, 2011a; CIMMYT, 2011c).

Principal component analysis (ACP)

Using the correlation matrix in Table 4, the ACP was made for the agronomic management category, the first three components explaining 63.3% of the total variance were considered. In Table 6, the values of the components and the weight of each presented innovation.

The weight column indicates the relative contribution of each innovation within the category of agricultural management. More weight innovation was the use of improved seed, followed by the use of specialized machinery, other innovations with outstanding weight are the use of national seedbeds and type of irrigation. The relevance of these findings is that if these innovations are practiced by the producers to increase their level of adoption; however, his practice involves additional costs to the producer which conditions its adoption.

Similarly, an ACP was performed using the correlation matrix of market and financing category in Table 3, only the first component, which accounts for almost 55% of the total variance was considered. In Table 7, the values of the first component and the weight of each presented innovation.

The sales innovation contract had greater weight within this category, particularly is considered very important to have a definite plan for carrying out the sale of its production market, it could be considered to sales innovation contract

Como se mencionó, la categoría organización y administración sólo contiene dos innovaciones: consolidación organizativa y registros técnico-productivos-administrativos. Por tanto, el ACP genera sólo un componente, la cual explica poco más de 81% de la varianza total, el valor encontrado para dichas innovaciones fue de 0.707. De donde el peso para cada innovación dentro de esta categoría fue de 0.5 (In_j).

Índice ponderado de innovaciones agrícolas (IPIA)

En la construcción del índice se utilizó el peso específico por categoría (C_i) y el peso específico (In_j) de las innovaciones dentro de cada categoría por medio de la ecuación (1) para calcular el IPIA de cada productor rural de maíz.

Comparación entre el índice ponderado de innovaciones agrícolas y el índice de adopción de innovaciones

Se hicieron comparaciones entre los índices IPIA e InAI para mostrar la pertinencia de la propuesta. El IPIA presentó un rango de 0.008 a 0.835, un valor promedio de 0.293 y una mediana de 0.275; mientras que el InAI -se calculó conforme a la propuesta metodológica de Muñoz *et al.* (2007)- tuvo menor rango de variación, con valores de 0.034 a 0.724, un valor promedio de 0.251 y una mediana de 0.241 (Figura 1). Esta figura exhibe una mayor cobertura y simetría del IPIA en relación con el InAI; también es posible observar en la figura como el IPIA es capaz de identificar aquellos valores extremos contrario a lo que sucede con el InAI.

Otra característica a considerar es que el InAI se trata en realidad de una variable discreta ya que los posibles valores que puede tomar son saltos en una misma magnitud; es decir, el primer valor posible está dado por el cociente 0/29 (cuando un productor no realiza ninguna innovación); el segundo valor posible es 1/29 (cuando un productor realiza una innovación); y así sucesivamente hasta el último valor posible cuyo cociente es 29/29 (cuando un productor realiza todas las innovaciones). Estos saltos se eliminan con el IPIA debido a que los pesos por innovación y por categoría son distintos, lo que arroja como resultado que los datos sean continuos. Lo anterior ha pasado desapercibido por aquellos investigadores quienes han abordado el proceso de adopción de la innovación (Zarazúa *et al.*, 2009; Zarazúa-Escobar *et al.*, 2011; Zarazúa *et al.*, 2012; Díaz-José *et al.*, 2013; Pérez *et al.*, 2013; Sánchez *et al.*, 2013); esto condiciona la profundidad de análisis para determinar los efectos del nivel de adopciones.

as the detonator in the adoption of other innovations in this category. The weight of innovation: the use of agricultural insurance is explained by the characteristics of the producers who are elderly and low schooling, in addition to small farms with temporary; Muñoz *et al.* (2002) point out that producers with relatively large surfaces, irrigation system and financing are the ones who are more likely to buy insurance.

For the category of nutrition Table 5 shows the main components first four because these explain little more than 70% of the total variance were used. The output values components and the weight of each category innovation in nutrition, is presented in Table 8.

Innovation more weight within this category was balanced fertilization with more than 15% of relative contribution, this innovation is interrelated with other innovations in this category as are the analysis of soil, use of fertilizers and use of soil improvers. The practice of these innovations is essential for plants to acquire the necessary nutrients, it promotes MasAgro such innovations because this will allow improvements in yields (CIMMYT, 2011a; CIMMYT, 2011c).

As mentioned, the organization and administration category contains only two innovations: organizational consolidation and technical-productive administrative records. Thus, the ACP produces only one component, which explains just over 81% of the total variance, the value found for these innovations was 0.707. Where the weight for each innovation in this category was 0.5 (In_j).

Weighted index of agricultural innovations (IPIA)

The specific gravity by category (C_i) and specific gravity (In_j) of innovations within each category by equation (1) to calculate the IPIA of each rural producer of corn was used in constructing the index.

Comparison between the weighted index of agricultural innovations and the rate of adoption of innovations

Comparisons were made between IPIA and InAI indices to show the relevance of the proposal. The IPIA presented a range of 0.008-0.835, an average value of 0.293 and a median of 0.275; while the InAI is calculated according to the methodology of Muñoz *et al.* (2007) had smaller range of variation, with values 0.034-0.724, an average value of 0.251 and a median of 0.241 (Figure 1). This figure shows greater coverage and IPIA symmetry in relation to the InAI;

Con fines de profundizar en el análisis de la comparación, en el Cuadro 9 se propone una categorización del nivel de adopción de innovaciones del productor. Debe notarse que para ambos índices el intervalo va de cero a uno.

Cuadro 9. Categorías del nivel de adopción de innovaciones de los productores de maíz en Guerrero.

Table 9. Categories of the level of adoption of innovations corn producers in Guerrero.

Nivel de adopción	Rango
Muy bajo	[0 - 0.2]
Bajo	(0.2 - 0.4]
Medio	(0.4 - 0.6]
Alto	(0.6 - 0.8]
Muy alto	(0.8 - 1]

Utilizando la categorización anterior, se comparó la distribución conjunta de ambos índices (Cuadro 10).

En el Cuadro 10 se observa la forma en que se distribuyen nivel de adopción de los productores según el índice. Así por ejemplo, el InAI clasifica a 281 productores en un nivel bajo; sin embargo, el IPIA los redistribuye, manteniendo en un nivel bajo a 222 productores mientras que a 16 y 43 de ellos los clasifica en los niveles muy bajo y medio respectivamente. Esto evidencia que el InAI no discrimina las innovaciones que el productor realiza mientras que el IPIA sí lo hace.

Cuadro 10. Comparación de la distribución del nivel de innovación asignada por el índice de adopción de innovaciones y por el índice ponderado de innovaciones agrícolas para productores de maíz en el estado de Guerrero.

Table 10. Comparison of the distribution of the level of innovation assigned by the rate of adoption of innovations and the weighted index of agricultural innovations for corn producers in the state of Guerrero.

Índice de adopción de innovaciones	Índice ponderado de innovaciones agrícolas					Total
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Muy bajo	145	60	0	0	0	205
Bajo	16	222	43	0	0	281
Medio	0	1	43	8	0	52
Alto	0	0	0	13	1	14

Fuente: elaboración con información del mapeo detallado de actores (2012).

Conclusiones

El índice de adopción de innovaciones ponderado permite identificar las innovaciones con mayores contribuciones. Esto es importante porque en la realidad existen innovaciones clave

it is also possible to observe in the figure as the IPIA is able to identify those extreme values contrary to what happens with InAI.

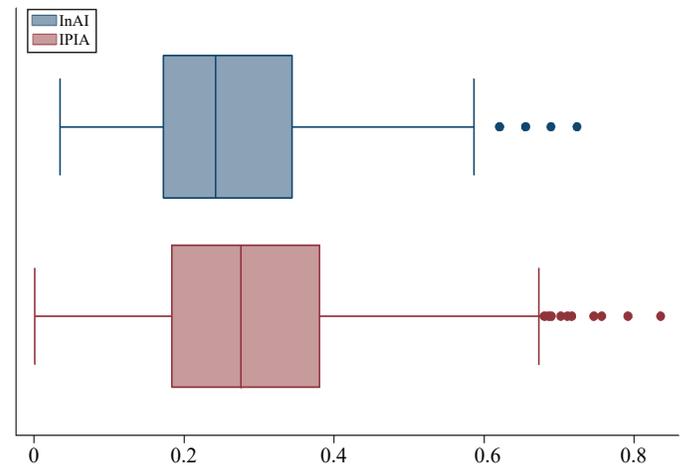


Figura 1. Comparación de las distribuciones del nivel de adopción de los productores de maíz en el índice de adopción de innovaciones y en el índice ponderado de innovaciones agrícolas.

Figure 1. Comparison of the distributions of the level of adoption of maize producers in the rate of adoption of innovations and the weighted index of agricultural innovations.

Another feature to consider is that the InAI is actually a discrete variable and the possible values that can take are jumps in the same magnitude; i.e. the first possible

value is given by the ratio 0/29 (when a producer makes no innovation); the second possible value is 1/29 (when a producer makes an innovation); and so on until the last possible value whose ratio is 29/29 (when a producer takes all innovations). These jumps are eliminated with the IPIA because weights for innovation and category are different,

que inciden directamente en la competitividad del productor; estas innovaciones pueden quedar ocultas al integrar un indicador de innovaciones basado en el conteo simple.

La medición de las innovaciones propuesto considera pesos específicos de cada innovación. Así, el índice de adopción de innovaciones de un productor estará en función de qué innovaciones realiza y no en el número de innovaciones que realiza. Para el estado de Guerrero, se recomienda reducir el universo de innovaciones mapeadas, pasando de las 29 a las 15 innovaciones que son las que tienen mayor peso en los productores rurales de maíz.

Futuras investigaciones podrían centrarse en la validación de indicadores de adopción de innovaciones empleando ponderaciones y pesos específicos, en lugar de emplear conteos simples para el diseño de indicadores de adopción.

Agradecimientos

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y al Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), por el acceso a la información para la realización de esta investigación. La información corresponde al Convenio de Colaboración Mapeo de Redes de Innovación 2014, celebrado entre ambas instituciones.

Literatura citada

- Araújo, L.; Fernandes, E. y Rosado, P. 2012. Índice de desarrollo socioambiental para el estado de Bahía. *Revista Problemas del Desarrollo (México)*. 43:101-123.
- Carpio M., J. 2000. Desarrollo local para un nuevo desarrollo rural. *Anales de geografía de la Universidad Complutense (España)*. 20:85-100.
- Chen, J.; Zhu, Z. y Xie, Y. 2004. Measuring intellectual capital: a new model and empirical study. *Journal of Intellectual Capital (Uk)*. 5:195-212.
- Ciegis, R.; Ramanauskienė, J. y Startienė, G. 2009. Theoretical Reasoning of the Use of Indicators and Indices for Sustainable Development Assessment. *Rodiklių ir indeksų naudojimo įvertinti darnų vystymąsi teorinis pagrindimas (Lituania)*. 63:33-40.
- CIMMYT. 2011a. La iniciativa MasAgro. EnLACe (México). Edición especial. 2:3-7.
- CIMMYT. 2011b. Impacto en el campo. EnLACe (México). Edición especial. 2:11-15.

giving as a result that the data are continuous. This has gone unnoticed by those researchers who have addressed the adoption process of innovation (Zarazua *et al.*, 2009; Zarazua-Escobar *et al.*, 2011; Zarazua *et al.*, 2012; Diaz-Jose *et al.*, 2013; Perez *et al.*, 2013; Sanchez *et al.*, 2013).; this determines the depth of analysis to determine the effects of adoptions level.

For purposes of further analysis of comparison, Table 9 categorization of the level of adoption of innovations proposed producer. It notes that for both indexes ranging from zero to one.

Using the above categorization, the joint distribution of both indices was compared (Table 10).

In the Table 10 shows how the level of adoption of producers are distributed according to the index is observed. For example, the InAI ranks at 281 producers a low level; however, IPIA redistributes maintaining at a low level while producing 222 to 16 and 43 were classified into the levels very low and medium respectively. This shows that the InAI does not discriminate innovations that the producer performs while the IPIA does.

Conclusions

The rate of adoption of innovations weighted identifies innovations with greater contributions. This is important because in reality there are key innovations that directly affect the competitiveness of the producer; these innovations can be hidden by integrating an indicator of innovations based on simple counting.

Measuring the proposed innovations considered specific gravities of each innovation. Thus, the rate of adoption of innovations from a producer will depend on what innovations made and not the number of innovations made. For the state of Guerrero, it is recommended to reduce the universe mapped innovations, from the 29 to the 15 innovations which are those that have greater weight in the corn farmers.

Future research could focus on the validation of indicators of adoption of innovations using weights and specific gravities, instead of using simple indicators for designing adoption counts.

End of the English version



- CIMMYT. 2011c. Manejo de parcelas en AC. En IACe (México). Edición especial. 1:1-44.
- COTEC. 2001. Innovación Tecnológica. Ideas Básicas. COTEC. Madrid. 46p.
- Díaz-José, J.; Rendón-Medel, R.; Aguilar-Ávila J. y Muñoz-Rodríguez, M. 2013. Análisis dinámico de redes en la difusión de innovaciones agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (México)*. 4:1095-1102.
- Fliegel, F. C. 1956. A multiple correlation analysis of factors associated with adoption of farm practices. *Rural Sociology (USA)*. 21: 284-292.
- Foturoti, B. O.; Emah, G. N.; Isife, B. I.; Tenkouano, A. y Lemchi, J. 2006. Prospects and determinants of adoption of IITA plantain and banana based technologies in three Niger Delta States of Nigeria. *African Journal of Biotechnology (África)*. 5:1319-1323.
- Hikmet, N.; Bhattacherjee, A.; Menachemi, N.; Kayhan, V. y Brooks, R. 2008. The role of organizational factors in the adoption of healthcare information technology in Florida hospitals. *Health Care Management Science (USA)*. 11:1-9.
- Jiménez-Valero, B.; Suárez-Mella, R. y Medina-León, A. 2012. Dimensiones e indicadores para la evaluación de la innovación en la hotelería. *Ingeniería Industrial (Chile)*. 33:69-76.
- Lundvall, B. 2011. Notes on innovation systems and economic development, *Innovation and Development (Denmark)*, 1: 25-38.
- Muñoz R., M.; Santoyo C., H.V. y Altamirano C., J.R. 2002. Mercados e instituciones financieras rurales: una nueva arquitectura financiera rural para México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 315 p.
- Muñoz, R. M.; Aguilar, Á. J.; Rendón, M. R. y Altamirano, C. J. R. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias, Chapingo, Estado de México. 72 p.
- OCDE. 2005. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Manual Oslo. Eurostat. 187 p.
- Pérez G., R.; Rendón M., R.; Aguilar A., J. y Muñoz R., M. 2013. Innovación en el sector rural de México: planeación y resultados. *Revista Análisis Público (Chile)* 2:89-107.
- Porta, F. 2010. Integración comercial e innovación tecnológica. Aspectos conceptuales y análisis de experiencias, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Pretty, J et al., 2010. The top 100 questions of importance to the future of global agriculture, *International Journal of Agricultural Sustainability (USA)*. 8:219-236.
- Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B (UK)*. 363:447-465.
- Priya, B.P. 1962. Peasant values and innovation in India. *American Journal of Sociology (USA)*. 67:552-560.
- Sánchez G., J; Rendón M., R.; Cervantes E., F y López T., Q. 2013. El agente de cambio en la adopción de innovaciones en agroempresas ovinas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias (México)*. 4:305-318.
- Santoyo, V.H., P. Ramírez, y M. Suvedi. 2002. Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural. Editorial Mundiprensa, Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. Chapingo, México. 245 p.
- Stoneman, P. y Diederer, P. 1994. Technology Diffusion and Public Policy. *The Economic Journal. (UK and USA)*. 104:918-930.
- Tsai, W. y Ghoshal, S. 1998. Social capital and value creation: The role of intrafirm networks. *Academy of Management Journal (USA)*. 41:464-476.
- Zamudio, F. J. S., Corona, A. y A. López, I. D. B. 2008. Un índice de ruralidad para México. (Spanish). *Espiral (México)*. 14:179-214.
- Zarazúa-Escobar, J. A.; Almaguer-Vargas, G. y Márquez-Berber, S. R. 2011. Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura (México)*. 17:51-60.
- Zarazúa, J. A.; Almaguer-Vargas, G. y Rendón-Medel, R. 2012. Capital social. Caso red de innovación de maíz en Zamora, Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural (Colombia)*. 9:105-124.
- Zarazúa, J.A.; Solleiro, J.L.; Altamirano Cárdenas, R.; Castañón Ibarra, R. y Rendón Medel, R. 2009. Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales (México)*. 17:37-71.