



Commercial capacity and competitiveness factors in maize (*Zea mays*) farmers in Oaxaca, Mexico.

Capacidad comercial y factores de competitividad en productores de maíz (*Zea mays*) en Oaxaca, México.

Ramírez-Vásquez, J.D.¹, Islas-Moreno, A.^{2*}, Roldán-Suárez, E.²

¹Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera Federal México-Texcoco km. 38.5, Chapingo CP 56230, Texcoco, México.

²Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera Federal México-Texcoco km. 38.5, Chapingo CP 56230, Texcoco, México.

Cite this paper/Como citar este artículo: Ramírez-Vásquez, J.D., Islas-Moreno, A., Roldán-Suárez, E. (2020). Commercial capacity and competitiveness factors in maize (*Zea mays*) farmers in Oaxaca, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 7, e897. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e897>



ABSTRACT

The majority of maize farmers in Mexico have difficulties in making their activity profitable. This work aims to identify the factors that determine their Commercial Capacity, an indicator proposed in this study, in terms of their sociodemographic profile, their degree of connection in the commercial network and the innovations they make. The indicator was calculated based on the guidelines of the multicriteria analysis based on four variables (yield, price, proportion of the production destined for sale and number of customers), and the identification of the factors was made by three multiple linear regressions. It was found that a higher age ($p < 0.05$), a larger area ($p < 0.05$), a greater degree of connection to the commercial network ($p < 0.1$) and adoption of improved seed ($p < 0.1$), determine a better

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: December 11th 2019.

Accepted/Aceptado: April 15th 2020.

Available on line/Publicado: April 20th 2020.

*Corresponding Author:

Asael, Islas-Moreno. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. C.P. 56230. Phone: +52(771) 129 7167 E-mail: aislas@ciestaam.edu.mx

RESUMEN

La mayoría de los productores de maíz en México presentan dificultades para que su actividad sea redituable. Este trabajo tiene como objetivo identificar los factores que determinan su Capacidad Comercial, indicador propuesto en este estudio, en términos de su perfil sociodemográfico, su grado de conexión en la red comercial y las innovaciones que realizan. El indicador se calculó con base en las pautas del análisis multicriterio a partir de cuatro variables (rendimiento, precio, proporción de la producción destinada a venta y número de clientes), y la identificación de los factores se efectuó mediante tres regresiones lineales múltiples. Se encontró que una mayor edad ($p < 0.05$), una mayor superficie ($p < 0.05$), un mayor grado de conexión a la red comercial ($p < 0.1$) y la adopción de semilla mejorada ($p < 0.1$), determinan una mejor Capacidad Comercial. Específicamente, el rendimiento es la variable más fuertemente favorecida por esta combinación. En conclusión, los productores que presentan mayor Capacidad Comercial mitigan el efecto adverso que ejercen las amenazas competitivas y tienen mayores posibilidades de sobreponerse a los desafíos de producir en un marco de libre mercado.

Commercial Capacity. Specifically, the yield is the variable most strongly favored by this combination. In conclusion, farmers with greater Commercial Capacity mitigate the adverse effect of competitive threats and are more likely to overcome the challenges of producing in a free market framework.

KEY WORDS

Multicriteria Analysis, Commercial Network, Innovation and Competitive Forces.

Introduction

Maize (*Zea mays*) is the most widely produced agricultural commodity in the world; its production is divided into white maize, used for human consumption, and yellow, used for the production of animal protein and the obtaining of biofuels; particularly, yellow maize is one of the most important products in international markets (Simón & Golik, 2018). According to the Agri-food and Fisheries Information Service (SIAP) and the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (SAGARPA) now Secretary of Agriculture and Rural Development (SADER), in 2017, Mexico imported almost one million tons of yellow maize from the United States (SIAP-SAGARPA, 2017). Meanwhile, the national offer is made up of 3.2 million farmers who grow maize on 7.5 million hectares and produce 27.8 million tons (INEGI, 2017), these figures make maize the crop that occupies the largest area in the country. In addition, its importance extends due to the amount of labor employed, especially in areas where the population with the greatest vulnerability and poverty is found (Cruz-Delgado, 2009).

With the disappearance in 1999 of the National Company of Popular Subsistence (CONASUPO), a parastatal that guaranteed the purchase and regulation of maize prices in Mexico, there was a restructuring of the maize market. Now, instead of selling to the parastatal company, 51.5 % of maize farmers in Mexico sell to intermediaries, 23 % to an industry or collection center, and only 25.5 % have direct dealings with end customers (INEGI, 2017). The information above shows that a significant number of maize farmers have difficulty to access directly to more profitable markets. The farm support instrument that replaced CONASUPO was a program of direct support to farmers that until 2018

PALABRAS CLAVE

Análisis Multicriterio, Red Comercial, Innovación y Fuerzas Competitivas.

Introducción

El maíz (*Zea mays*) es el producto agrícola que más se produce en el mundo; su producción se divide en maíz blanco utilizado para consumo humano y amarillo empleado para la producción de proteína animal y la obtención de biocombustibles; particularmente, el maíz amarillo es uno de los productos más importantes en los mercados internacionales (Simón & Golik, 2018). De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ahora Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), en 2017, México importó casi un millón de toneladas de maíz amarillo proveniente de Estados Unidos (SIAP-SAGARPA, 2017). Mientras tanto, la oferta nacional la componen 3.2 millones de productores que cultivan maíz en 7.5 millones de hectáreas y producen 27.8 millones de toneladas (INEGI, 2017), estas cifras convierten al maíz, en el cultivo que mayor superficie ocupa en el país. Además, su importancia se extiende debido a la cantidad de mano de obra que emplea, especialmente en áreas donde se encuentra la población con mayor vulnerabilidad y pobreza (Cruz-Delgado, 2009).

Con la desaparición en 1999 de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), paraestatal que garantizaba la compra y regulación de precios del maíz en México, se produjo una reestructuración del mercado maicero. Ahora, en lugar de vender a la empresa paraestatal, 51.5 % de los productores de maíz en México vende a intermediarios, 23 % a una industria o centro de acopio, y solo 25.5 % tiene trato directo con clientes finales (INEGI, 2017). Los datos anteriores indican que un importante número de productores de maíz tienen dificultades para acceder directamente a mercados más rentables. El instrumento de apoyo al campo que sustituyó a CONASUPO fue un programa de apoyos directos a los productores que hasta 2018 tenía el nombre de PROAGRO Productivo, se trataba del programa de apoyo al campo con mayor presupuesto en México y era liderado por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT). PROAGRO Productivo tenía como objetivo

had the name of PROAGRO-Productivo, which was the farm support program with the highest budget in Mexico and was led by the International Center of Maize and Wheat Improvement (CIMMYT). PROAGRO-Productivo aimed to increase the productivity of production units in priority crops, including maize, through economic incentives delivered to 1) self-consumption farmers that have five hectares or less; 2) farmers in transition with between five and 20 hectares; and 3) commercial farmers with properties greater than 20 and up to 80 hectares (SAGARPA, 2018). However, the intervention has not been remarkably reflected in productivity. Some authors (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011) attribute it to the fact that it was assumed that the productive units of 20 hectares or less, which represent 72.1 % (INEGI, 2017) and operate under a peasant logic, could adopt a business logic, that is, that they could organize as a group and govern their production taking into account the market, and thereby be competitive, but it was not like this.

Competitiveness is a concept that emerges from the classical economy with Adam Smith, took a boom with the publication of Porter (1980) and is related to the ability of companies to penetrate a market, deal with competitors and generate economic gains. In another of his publications, Porter (2008) defines competitiveness as the capacity shown by companies to face the five competitive threats: rivalry in the industry, the threat of substitute products, the threat of incoming competitors, the bargaining power of suppliers and the bargaining power of customers. Competitiveness has been measured with different approaches, and in the agricultural sector it has not been the exception. In this sense, in their review, García-García *et al.* (2015) find that competitiveness in the agricultural sector has been approached predominantly with an economic vision, however, interest has recently grown to include other dimensions such as social, political and environmental. The variables that have been included in the measurement of the competitiveness of companies, cooperatives, productive chains or entire industries come from the different dimensions mentioned and include financial and economic performance (Emam & Mohamed, 2011; Magaña Sánchez *et al.*, 2010), productivity (Girán *et al.*, 2008; Moyano Fuentes *et al.*, 2008) and public policies (Elbadawy *et al.*, 2013). On the other hand, it has been identified that the main disadvantages to achieve competitiveness in agriculture derive from causes such as the reduced size of the production unit, limited innovation and low access to information, limited access to markets and less skilled labor (IICA, 2016).

incrementar la productividad de las unidades de producción en cultivos prioritarios, entre ellos el maíz, mediante incentivos económicos entregados a 1) productores de autoconsumo que cuentan con cinco hectáreas o menos; 2) productores en transición con entre cinco y 20 hectáreas; y 3) productores comerciales con propiedades mayores de 20 y hasta 80 hectáreas (SAGARPA, 2018). No obstante, la intervención no se ha reflejado notablemente en la productividad. Algunos autores (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011) lo atribuyen a que se asumió que las unidades productivas de 20 hectáreas o menos, mismas que representan el 72.1 % (INEGI, 2017) y operan bajo una lógica campesina, podían adoptar una lógica empresarial, es decir, que se podían organizar como grupo y regir su producción tomando en cuenta el mercado, y con ello ser competitivos, pero no fue así.

La competitividad es un concepto que surge desde la economía clásica con Adam Smith, tomó auge con la publicación de Porter (1980) y se relaciona con la capacidad que tienen las empresas de penetrar en un mercado, hacer frente a los competidores y generar ganancias económicas. En otra de sus obras, el mismo Porter (2008), define la competitividad como la capacidad que muestran las empresas para hacer frente a las cinco fuerzas competitivas: rivalidad en la industria, amenaza de productos sustitutos, amenaza de competidores entrantes, poder de negociación de los proveedores y poder de negociación de los clientes. La competitividad ha sido medida con diferentes enfoques, y en el sector agropecuario no ha sido la excepción, así lo muestra la revisión de métodos aplicados realizada por García-García *et al.* (2015), quienes encuentran que la competitividad en el sector agropecuario ha sido abordada predominantemente con una visión económica, no obstante, recientemente ha crecido el interés por incluir otras dimensiones como la social, política y ambiental. Las variables que se han incluido en la medición de la competitividad de empresas, cooperativas, cadenas productivas o industrias enteras provienen de las distintas dimensiones que se han mencionado e incluye el desempeño financiero y económico (Emam & Mohamed, 2011; Magaña Sánchez *et al.*, 2010), la productividad (Girán *et al.*, 2008; Moyano Fuentes *et al.*, 2008). y las políticas públicas (Elbadawy *et al.*, 2013). Por otro lado, se ha identificado que las principales desventajas para alcanzar la competitividad en la agricultura derivan de causas como reducido tamaño de la unidad de producción, escasa innovación y acceso a información, limitado acceso a mercados y mano de obra menos calificada (IICA, 2016).

This research carries out an approximate assessment of the competitiveness of maize farmers benefited from the PROAGRO-Productivo program in the Central Valleys region of the state of Oaxaca, Mexico. It does so based on an indicator named Commercial Capacity, which integrates the values of four variables: yield, number of customers, sale price and proportion of the production destined for sale. Commercial Capacity is not synonymous with competitiveness, since the latter is a consolidated concept in the scientific field, which includes more dimensions than those considered for the calculation of the indicator. In that sense, Commercial Capacity does not include social and environmental dimensions, for example. However, the variables that make up Commercial Capacity are adequate to determine a portion of competitiveness because they are measures which, if favorable, help mitigate the adverse effect of some of the competitive threats described by Porter (2008).

With the help of universities and research centers, CIMMYT evaluates the impact of its interventions which are carried out with public resources, in order to identify areas for improvement in its processes. Therefore, the objective of the study was to identify the factors that favor a higher level in the proposed indicator as an estimator of competitiveness. The variables examined as possible determinants are related to the sociodemographic profile of farmers, their degree of connection to the commercial network and the type of innovations they perform.

Material and Methods

The information used in this research comes from a survey that CIMMYT staff applied to maize farmers in the Central Valleys region of the state of Oaxaca. The purpose of CIMMYT with the survey and subsequent analysis, in collaboration with the Chapingo Autonomous University, is to monitor and evaluate the progress of its interventions, in this case within the framework of the PROAGRO-productivo program, to identify areas for improvement in its processes. Data were collected on sociodemographic profile of farmers, their level of adoption of innovations, yields, technical and commercial links, sales prices and proportion of the production destined for sale.

For the concept of innovation, we went to the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

La presente investigación realiza una valoración aproximada de la competitividad de los productores de maíz beneficiados con el programa PROAGRO Productivo en la región Valles Centrales del estado de Oaxaca, México; lo hace a partir de un indicador nombrado Capacidad Comercial, el cual integra los valores de cuatro variables: rendimiento, número de clientes, precio de venta y proporción de la producción destinada a venta. La Capacidad Comercial no es sinónimo de competitividad, pues este último es un concepto consolidado en el campo científico, el cual incluye más dimensiones que las consideradas para el cálculo del indicador. En ese sentido, la Capacidad Comercial no incluye las dimensiones social y ambiental, por ejemplo. Sin embargo, las variables que integran la Capacidad Comercial son adecuadas para determinar una porción de la competitividad, debido a que son medidas, que de resultar favorables, ayudan a mitigar el efecto adverso de algunas de las amenazas competitivas descritas por Porter (2008).

Una tarea que realiza el CIMMYT, en colaboración con universidades y centros de investigación, es evaluar el impacto de las intervenciones que lidera y que son efectuadas con recursos de carácter público, con el fin de identificar áreas de mejora en sus procesos. Por ello, el objetivo del estudio fue identificar los factores que favorecen un mayor nivel en el indicador propuesto como estimador de la competitividad. Las variables examinadas como posibles determinantes se relacionan con el perfil sociodemográfico del productor, su grado de conexión a la red comercial y el tipo de innovaciones que realizan.

Material y Métodos

La información que se utilizó en este trabajo proviene de una encuesta que el personal de CIMMYT aplicó a productores de maíz de la región Valles Centrales del estado de Oaxaca. La finalidad de CIMMYT con la encuesta y el posterior análisis en colaboración con la Universidad Autónoma Chapingo es monitorear y evaluar el progreso de sus intervenciones, en este caso en el marco del programa PROAGRO productivo, para identificar áreas de mejora en sus procesos. Se recabaron datos sobre su perfil sociodemográfico, su nivel de adopción de innovaciones, rendimientos, vínculos técnicos y comerciales, precios de venta y proporción de la producción destinada a mercado.

Para el concepto de innovación, se acudió a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

(2005), which defines innovation as a process that implies the adoption of something new or significantly improved and that is reflected in changes that can be of a technological, commercial or organizational type. Under this perspective, a catalog of innovations was built with the help of technical advisors and trainers from CIMMYT, who listed a series of practices that improve production yield and quality, and that represent something new or significantly improved in relation to usual practices in the region studied.

Particularly, we chose to study the Central Valleys region of the state of Oaxaca, due to the high variability that the farmers of this region showed in terms of their yields, sale prices and number of customers. Specifically, 14 municipalities were studied: Ciénega de Zimatlán, Cuilápam de Guerrero, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, Magdalena Apasco, Ocotlán de Morelos, San Bernardo Mixtepec, San Juan Chilateca, San Miguel Ejutla, San Pablo Huixtepec, Santa Ana Zegache, Santa Gertrudis, Tlacolula de Matamoros, Trinidad Zaachila y Villa de Zaachila (Figure 1).

(2005), que lo define como un proceso que implica la adopción de algo nuevo o significativamente mejorado y que se refleja en cambios que pueden ser de tipo tecnológico, comercial u organizativo. Bajo esta perspectiva, fue construido un catálogo de innovaciones con ayuda de asesores técnicos y formadores del CIMMYT, quienes enlistaron una serie de prácticas que mejoran el rendimiento y calidad de la producción, y que representan algo nuevo o significativamente mejorado con relación a las prácticas habituales en la región estudiada.

Particularmente, se eligió estudiar la región Valles Centrales del estado de Oaxaca, debido a la elevada variabilidad que mostraron los productores de esta región en términos de sus rendimientos, precios de venta y número de clientes. Específicamente se estudiaron 14 municipios: Ciénega de Zimatlán, Cuilápam de Guerrero, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, Magdalena Apasco, Ocotlán de Morelos, San Bernardo Mixtepec, San Juan Chilateca, San Miguel Ejutla, San Pablo Huixtepec, Santa Ana Zegache, Santa Gertrudis, Tlacolula de Matamoros, Trinidad Zaachila y Villa de Zaachila (Figura 1).

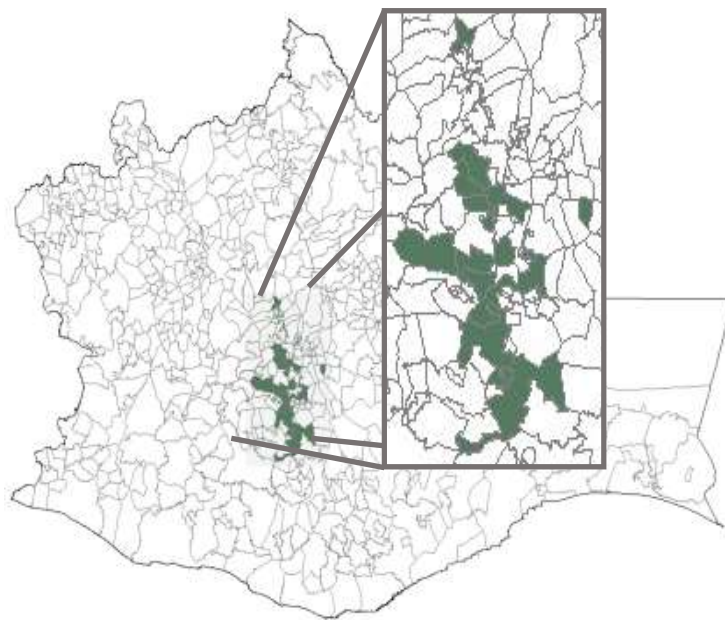


Figure 1. **Location of the 14 municipalities analyzed in Valles Centrales region of Oaxaca.**

Figura 1. **Localización de los 14 municipios analizados en la región Valles Centrales de Oaxaca.**

Source: Own elaboration.
Fuente: Elaboración propia.

The sample analyzed included 266 maize farmers who were beneficiaries of the PROAGRO-Productivo program in the specified municipalities. The information was collected during April-May 2018 by CIMMYT technical personnel, the data correspond to the 2017 production cycle. For data capture and systematization of the information, Microsoft Excel ® version 2016 was used.

La muestra analizada incluyó a 266 productores de maíz que fueron beneficiarios del programa PROAGRO Productivo en los municipios especificados. La información fue recabada durante abril-mayo de 2018 por personal técnico de CIMMYT, los datos corresponden al ciclo de producción 2017. Para la captura y sistematización de la información se empleó Microsoft Excel ® versión 2016.

Table 1.
Prefixes by type of actor.

Tabla 1.
Prefijos por tipo de actor.

Type of actor	Description	Prefix
Farmer PROAGRO-Productivo	Farmer beneficiary by PROAGRO-Productivo program	ER
Collection center	Maize collection center or agri-food enterprise	CA
Final consumer	Customer who purchases maize for own consumption or to feed cattle	CF
Intermediary client	Customer that collects maize to sell it in maize collection center, agri-food enterprise or final consumer	CI
Multiple functions	Actors that perform the functions of two or more types of actors	FM
Government institution	When the name of a public official is not remembered, it is registered as a government institution	IG
Teaching and research institution	Actor member of a university, technology school or research center	IE
Maquila enterprise	Enterprise that offers agricultural tasks services with the use of machinery and equipment	MQ
Non-farmer	Actor not directly related to agriculture, but who has specialized knowledge (for example, teachers and priests)	NP
Farmer organization	Society formed by a group of farmers for the purpose of collective improvement	OR
Relatives	Family members of the farmers surveyed	FAM
Professional services provider	Independent technical advisor or working for a private company	PSP
Input supplier	Enterprise dedicated to the sale of agricultural inputs such as fertilizers, seeds and agrochemicals	PI
Financial provider	Enterprise providing financial services such as credit and agricultural insurance	PF

Source: Rendón *et al.* (2007).

Fuente: Rendón *et al.* (2007).

The commercial network was built based on the methodology of actors detailed mapping from Rendón *et al.* (2007). The basic question was: whom do you sell your production? The relational information required the identifiers catalog shown in Table 1. With these references the graph of the network was constructed with the Ucinet 6.0 and Gephi 9.2 softwares.

For the determination of factors that influence on Commercial Capacity of farmers under study, three multiple linear regressions were formalized with the help of the statistical package SPSS ® version 25, in which the Commercial Capacity was entered as the dependent variable. Commercial Capacity is a composite indicator based on four variables: 1) yield ($t\ ha^{-1}$), 2) proportion of production destined for sale (%), 3) number of customers, and 4) sales price ($\$ t^{-1}$). It is based on the idea that greater Commercial Capacity implies higher levels of yield and production destined for the market, as well as a greater number of clients and a higher sale price. Therefore, in this study, Commercial Capacity is defined as the level of competencies that farmers show to face the competitive threats of their environment.

To obtain the Commercial Capacity of each farmer, we based on the multicriteria analysis procedure (Saaty, 1996), which consists of two stages: weighting and aggregation. In the weighting stage, for each variable, the farmer with the highest value was taken as a reference and the value of 100 was assigned to it, then, based on this, the proportionality ratio of the values of each farmer was obtained. This was done with the four variables. In the aggregation stage, the average of the four proportional relationships obtained previously was calculated; this average reflects the Commercial Capacity shown by each farmer in relation to their peers. Then, Commercial Capacity ranges from 0 to 100, where values close to 100 reflect high Commercial Capacity and values close to zero otherwise.

The independent variables entered in the three regressions are explained in Table 2. To assure the quality of the estimators, the assumptions of non-multicollinearity and non-heteroskedasticity in the three regressions were checked. Multicollinearity was inspected by the Klein criterion (1962) and heteroskedasticity through the Glejser test (1969).

Por su parte, la red comercial fue construida con base en la metodología del mapeo detallado de actores de Rendón *et al.* (2007). La pregunta base que se realizó fue ¿a quién vende su producción? La información relacional requirió los identificadores del catálogo que se muestra en la Tabla 1. Con estas referencias se construyó el grafo con los softwares Ucinet 6.0 y Gephi 9.2.

Para la determinación de factores que influyen en la Capacidad Comercial de los productores sujetos de estudio, se formalizaron tres regresiones lineales múltiples con ayuda del paquete estadístico SPSS ® versión 25, en las que la Capacidad Comercial fue ingresada como variable dependiente. La Capacidad Comercial es un indicador compuesto que parte de cuatro variables: 1) rendimiento ($t\ ha^{-1}$), 2) proporción de la producción destinada a venta (%), 3) número de clientes, y 4) precio de venta ($\$ t^{-1}$). Se parte de la idea que una mayor Capacidad Comercial supone mayores niveles de rendimiento y producción destinada a mercado, así como un mayor número de clientes y un precio de venta superior. Por lo tanto, en este estudio se define la Capacidad Comercial como el nivel de competencias que muestran los productores para hacer frente a las amenazas competitivas de su entorno.

Para obtener la Capacidad Comercial de cada productor se tomó como base el procedimiento del análisis multicriterio (Saaty, 1996) que consiste en dos etapas: ponderación y agregación. En la etapa de ponderación, para cada variable, se tomó como referencia al productor con el valor más alto y a éste se le asignó el valor de 100, luego, con base en éste, se obtuvo la relación de proporcionalidad de los valores de cada productor. Así se procedió con las cuatro variables. En la etapa de agregación, se calculó el promedio de las cuatro relaciones proporcionales obtenidas con anterioridad; dicho promedio refleja la Capacidad Comercial mostrada por cada productor con relación a sus pares. Entonces, la Capacidad Comercial oscila entre 0 y 100, en donde valores cercanos a 100 reflejan una alta Capacidad Comercial y valores cercanos a cero lo contrario.

Las variables independientes ingresadas en las tres regresiones se explican en la Tabla 2. Para asegurar la calidad de los estimadores se comprobaron los supuestos de no multicolinealidad y no heteroscedasticidad en las tres regresiones. La multicolinealidad fue inspeccionada mediante el criterio de Klein (1962) y la heteroscedasticidad a través de la prueba de Glejser (1969).

Table 2.
Independent variables of the regression models.

Tabla 2.
Variables independientes de los modelos de regresión.

Regression	Variable	Definition	Coding
Farmer's Profile	1. Gender	Farmer's gender	0 woman and 1 man
	2. Surface	Production area	Numerical in hectares
	3. Scholarship	Farmer's schooling	Numerical in years
	4. Age	Farmer's age	Numerical in years
Degree of connection to the commercial network	1. Closeness	Degree in which an actor is close to its network, determined by the number of steps required to access the total of actors that compose its network (Freeman, 1979)	Numerical in percentage
	2. Diffuse	Degree to which an actor has access to its network, determined by the direct and indirect links it has (Borgatti, 2006)	Numerical in percentage
Innovations	1. Subsoil	Good practices validated by CIMMYT staff to improve production performance and quality in Oaxaca	0 does not do it and 1 does it
	2. Direct sowing with precision seeder		
	3. Plastic bag or metallic silo		
	4. Soil analysis		
	5. Foliar analysis		
	6. Balanced Fertilization (NPK)		
	7. Micronutrients		
	8. Compost		
	9. Soil improvers		
	10. Mycorrhizae		
	11. CIMMYT improved seeds		
	12. Pheromones		

Source: Own elaboration.

*CIMMYT: International Center for the Improvement of Maize and Wheat; NPK: Nitrogen, Phosphorus and Potassium.

Fuente: Elaboración propia.

*CIMMYT: Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo; NPK: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Results and Discussion

Table 3 shows a characterization of the 266 farmers analyzed, based on the means and standard deviations of the variables examined in the present study. In relation to their sociodemographic profile,

Resultados y Discusión

En la Tabla 3 se presenta una caracterización de los 266 productores analizados, realizada a partir de las medias y desviaciones estándar de las variables examinadas en el presente estudio. Con relación a su

Table 3.
Characterization of the maize farmers analyzed.

Tabla 3.
Caracterización de los productores de maíz analizados.

Variable	Average	S.D.
Age (years)	63	13.33
Scholarship (years)	4.28	2.87
Surface (hectares)	1.52	1.14
Yield (t ha ⁻¹)	1.38	0.97
Diffuse (%)	0.28	0.05
Closeness (%)	0.27	0.01
Innovations adopted (%)	20.54	12.17
n=266		

Source: Own elaboration with information on surveys carried out in 2018.
Fuente: Elaboración propia con información de encuestas levantadas en 2018.

in general, producers are elderly people and their school preparation does not exceed primary education. Regarding their productive profile, according to the classification of SAGARPA (2018), they are producers of self-consumption given their low scale in production, and their yield is lower than the average (1.95 t ha⁻¹) reported in surfaces with temporary water regime nationwide in the autumn-winter 2019 cycle (SIAP, 2019). In general, the level of access they have to the commercial network is low, and on average, they adopt only one in five innovations that were listed in the catalog by CIMMYT staff.

The commercial network of the 266 producers analyzed is presented in Figure 2. It is observed that the main buyers are collection centers (CA), intermediary clients (CI) and relatives (FAM), 52 % of the producers sell to the first, 16 % to the second and 10 % to third. In addition, in the center of the network there is a significant number of buyers present, however, on the periphery there are seven sub-nets dominated by seven buyers that concentrate 51 % of the network's commercial relations. The actors that dominate the peripheral subnets are collection centers (CA), intermediary clients (CI) and input suppliers (PI). This situation is a reflection of the oligopsonistic structure (few buyers) prevailing

perfil sociodemográfico, en general, los productores son personas de la tercera edad y su preparación escolar no supera la educación primaria. En cuanto a su perfil productivo, de acuerdo con la clasificación de SAGARPA (2018) son productores de autoconsumo dada su baja escala en producción, y su rendimiento es inferior al promedio (1.95 t ha⁻¹) reportado en superficies de temporal a nivel nacional en el ciclo otoño-invierno 2019 (SIAP, 2019). En general, el nivel de acceso que tienen a la red comercial es bajo, y en promedio, adoptan solamente una de cada cinco innovaciones que fueron enlistadas en el catálogo por el personal de CIMMYT.

La red de comercialización de los 266 productores analizados se presenta en la Figura 2. Se observa que los principales compradores son centros de acopio (CA), clientes intermediarios (CI) y familiares (FAM), 52 % de los productores vende a los primeros, 16 % a los segundos y 10 % a los terceros. Además, en el centro de la red se observa una importante cantidad de compradores presentes, en cambio, en la periferia se observan siete sub-redes dominadas por siete compradores que concentran 51 % de las relaciones comerciales de la red. Los actores que dominan las subredes periféricas son centros de acopio (CA), clientes intermediarios (CI) y proveedores de insumos (PI). Esta situación es reflejo de la estructura oligopsonica (pocos compradores) prevaleciente en algunos de los municipios, lo cual pone a los productores

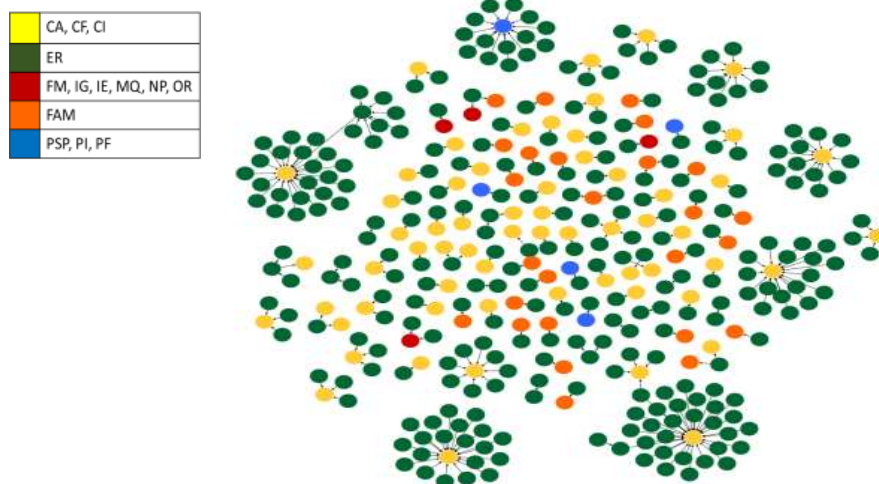


Figure 2. Commercial network of the 266 maize farmers analyzed.

Figura 2. Red comercial de los 266 productores de maíz analizados.

Source: own elaboration with information on surveys carried out in 2018.

*CA: collection centers; CF: final customers; CI: intermediary customers; ER: maize farmers benefiting by PROAGRO-productivo; FM: actors with multiple roles; IG: government institutions; IE: teaching and research institutions; MQ: maquila companies; NP: non-farms; OR: farmer organizations; FAM: relatives; PSP: professional service providers; PI: input suppliers; and PF: financial providers.

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas levantadas en 2018.

*CA: Centros de Acopio; CF: clientes finales; CI: clientes intermediarios; ER: productores de maíz beneficiarios de PROAGRO productivo; FM: actores con funciones múltiples; IG: instituciones gubernamentales; IE: instituciones de enseñanza e investigación; MQ: maquileros; NP: no productores; OR: organizaciones de productores; FAM: familiares; PSP: prestadores de servicios profesionales; PI: proveedores de insumos; y PF: proveedores financieros.

in some of the municipalities, which puts farmers in a disadvantageous condition. A high dependence on prices paid by intermediaries and collection centers reflects the disadvantage faced by the farmers studied, and likewise happens with the majority of individual maize farmers in Mexico (Ortíz-Rosales & Ramírez-Abarca, 2017).

The multiple regressions through which were identified the factors that influence on Commercial Capacity of the maize farmers analyzed are presented in Table 4. The values of the coefficient of determination (R^2) are low in the three regressions, therefore, models lack sufficient goodness to make precise predictions, however, the statistical significance of some estimators (b) indicates a real relationship between significant independent variables and the dependent variable. In this sense, it was found that Commercial Capacity increases as farmers are older ($p < 0.05$) and have a larger surface ($p < 0.05$); it also

en una condición desventajosa. Una alta dependencia a los precios pagados por los intermediarios y los centros de acopio, refleja la desventaja que enfrentan los productores estudiados, y así mismo pasa con la mayoría de los productores individuales de maíz en México (Ortíz-Rosales & Ramírez-Abarca, 2017).

Las regresiones múltiples a través de las cuales se identificaron los factores que influyen sobre la Capacidad Comercial de los productores de maíz estudiados se presenta en la Tabla 4. Los valores del coeficiente de determinación (R^2) son bajos en las tres regresiones, razón por la cual los modelos carecen de la bondad suficiente para realizar predicciones precisas, sin embargo, las significancias de algunos de los estimadores (b) indican una relación real entre las variables independientes significativas y la variable dependiente. En este sentido, se encontró que la Capacidad Comercial aumenta en la medida que los productores tienen una mayor edad ($p < 0.05$) y una

Table 4.
Multiple regressions for the identification of factors that influence the Commercial Capacity of maize farmers (n = 266).
Tabla 4.
Regresiones múltiples para la identificación de factores que influyen en la Capacidad Comercial de los productores de maíz (n = 266).

Farmer's Profile	<i>b</i>	Degree of connection to the commercial network	<i>b</i>	Innovations	<i>b</i>
1. Gender	-0.22	1. Closeness	-14.21	1. Subsoil	0.85
2. Surface	1.07**	2. Diffuse	18.57*	2. Direct sowing with precision seeder	-0.05
3. Scholarship	0.17	R ²	0.16	3. Plastic bag or metallic silo	-0.03
4. Age	0.09**			4. Soil analysis	-0.81
R ²	0.05			5. Foliar analysis	-6.31
				6. Balanced Fertilization (NPK)	-0.34
				7. Micronutrients	-2.47
				8. Compost	0.43
				9. Soil improvers	-1.34
				10. Mycorrhizae	1.53
				11. CIMMYT improved seeds	2.61*
				12. Pheromones	-4.57**
				R ²	0.25

Source: Own elaboration with information on surveys carried out in 2018.

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$. CIMMYT: International Center for the Improvement of Maize and Wheat. NPK: Nitrogen, Phosphorus and Potassium.

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas levantadas en 2018.

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$. CIMMYT: Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo. NPK: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

increases as the degree of connection to the commercial network measured through the coverage indicator (diffuse) increases ($p < 0.1$); and similarly, it increases with the use of improved seed ($p < 0.1$). On average, the farmers analyzed are 63 years old, have an area of 1.5 hectares, a degree of connection to the commercial network of 0.28 % and 25 % of them use improved seed. On the other hand, it was identified that the use of pheromones decreases the Commercial Capacity ($p < 0.05$). Of the farmers analyzed, 5 % use pheromones.

Janthong and Sakkatat (2018) identified a similar pattern in Thailand, the analysis they performed reveals that a greater experience in the cultivation of maize (which is largely given by age), a larger size of the production unit and a stronger link with public and private institutions are significantly associated with the adoption of good agricultural practices, including the use of improved seeds, which produces improvements in the productivity of farmers.

mayor superficie ($p < 0.05$); también aumenta conforme incrementa el grado de conexión a la red comercial, a través del indicador de cobertura (diffuse) ($p < 0.1$); y de igual manera, incrementa con el uso de semilla mejorada ($p < 0.1$). En promedio, los productores analizados tienen 63 años de edad, cuentan con una superficie de 1.5 hectáreas, un grado de conexión a la red comercial de 0.28 % y 25 % de ellos usan semilla mejorada. Por otro lado, se identificó que el uso de feromonas disminuye la Capacidad Comercial ($p < 0.05$). De los productores analizados 5 % usa feromonas.

Janthong y Sakkatat (2018) identificaron un patrón similar en Tailandia, el análisis que ellos realizaron, revela que a mayor experiencia en el cultivo de maíz (que en buena medida viene dada por la edad), un mayor tamaño de la unidad de producción y una fuerte vinculación con los sectores público y privado, están significativamente asociadas con la adopción de buenas prácticas agrícolas, entre las que se incluye el empleo de semillas mejoradas, lo cual produce mejoras en la productividad de los productores.

The use of improved seeds has demonstrated its potential through advances in the quality and yield of maize grain in different territories of Mexico, but for this, varieties that adapt to the areas must be used (Jaramillo-Albuja *et al.*, 2018), its supply must be timely (Luna-Mena *et al.*, 2012), and its use must be accompanied by an adequate use of chemical fertilizers and insecticides (Brenes *et al.*, 2011). With regard to the improved varieties developed by CIMMYT, in Pakistan, it has been shown that their use impacts grain yield in wheat with improvements of between 5 % and 17 %, compared to local varieties (Joshi *et al.*, 2017).

On farmers age, López-González *et al.* (2019) have generated evidence of its direct relationship with the level of adoption of progressive innovations, which improve the maize yield of Mexican farmers. In the same study, the use of improved seed is defined as a radical and non-progressive innovation, however, for the farmers of this study, it can be a progressive innovation because the technical support offered by the PROAGRO-Productivo program can be reducing the perceived size of the change that innovation implies.

With respect to the scale, it has been found in Mexican nut farmers that greater surface area and greater production increase the bargaining power of the producers, and with this, sale price and income improve (Espinoza-Arellano *et al.*, 2019); in this sense, the organization is the way through which small producers can increase their bargaining power. However, the size of the farm does not always represent a restriction. In Bangladesh, evidence has been generated that the production of maize at the farm level is profitable and competitive regardless of the amount of cultivated area, because farmers in that country show a high capacity to respond to changes in input and product prices, being the amount of labor the variable that farmers adapt to the circumstances imposed by the market (Rahman *et al.*, 2016). This adaptation of the labor factor is especially important for producers with a low degree of mechanization, such as those analyzed here, since labor is the main variable input required for the production of maize. On the other hand, highly mechanized maize production systems, like some in South Africa, show profitability with low sensitivity to salary increases (Saayman & Middelberg, 2014).

Finally, a greater link is known to contribute to the improvement of the results of MSMEs, both by increases in

El uso de semillas mejoradas ha demostrado su potencial a través de avances en la calidad y rendimiento del grano de maíz en distintos territorios de México, pero para ello, se deben emplear variedades que se adapten a las zonas (Jaramillo-Albuja *et al.*, 2018), su abastecimiento debe ser oportuno (Luna-Mena *et al.*, 2012), y su uso debe ser acompañado de un adecuado empleo de fertilizantes químicos e insecticidas (Brenes *et al.*, 2011). Con respecto a las variedades mejoradas desarrolladas por CIMMYT, en Pakistán se ha demostrado que su uso impacta el rendimiento del grano en trigo con mejoras de entre 5 % y 17 %, en comparación con variedades locales (Joshi *et al.*, 2017).

Sobre la edad, López-González *et al.* (2019), han generado evidencia de su relación directa con el nivel de adopción de innovaciones progresivas, mismo que mejora el rendimiento en maíz de productores mexicanos. En el mismo estudio, se define el uso de semilla mejorada como una innovación radical y no progresiva, sin embargo, para los productores del presente estudio puede si tratarse de una innovación progresiva, debido a que el acompañamiento técnico que ofrece el programa PROAGRO Productivo puede estar reduciendo la radicalidad percibida del cambio.

Con respecto a la escala, se ha encontrado en productores mexicanos de nuez que una mayor superficie y una mayor producción incrementan el poder de negociación de los productores, y con ello, los precios de venta y los ingresos mejoran (Espinoza-Arellano *et al.*, 2019); en este sentido, la organización es la vía a través de la cual los pequeños productores pueden incrementar su poder de negociación. Empero, el tamaño de la finca no siempre representa una restricción; en Bangladesh se ha generado evidencia de que la producción de maíz a nivel de finca es rentable y competitiva independientemente de la cantidad de superficie cultivada, debido a que productores en aquel país muestran una alta capacidad de respuesta ante cambios en los precios de los insumos y el producto, siendo la cantidad de trabajo la variable que adaptan a las circunstancias que impone el mercado (Rahman *et al.*, 2016). Esta adaptación del factor trabajo es especialmente importante para productores con bajo grado de mecanización, como los aquí analizados, pues la mano de obra es el principal insumo variable que requieren para la producción de maíz. En cambio, los sistemas de producción de maíz altamente mecanizados, como algunos en Sudáfrica, muestran una rentabilidad con baja sensibilidad ante aumentos en salario (Saayman & Middelberg, 2014).

Por su parte, una mayor vinculación se sabe contribuye a la mejora de los resultados de las MSMEs, tanto por aumentos en la productividad, vía acceso a conocimiento,

productivity, via access to knowledge, and by improvements in the conditions on which the commercialization of production is carried out, via access to more and better clients (González-Campo & Gálvez-Albarracín, 2008). In maize, it has been proven that farmers obtain higher yields as they are linked to other farmers that serve as social support, and to suppliers and customers that provide specialized knowledge (Sánchez Gómez *et al.*, 2016). Regarding the adverse effect of the use of pheromones, it may be due to the fact that its application for combating the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is not carried out with the appropriate distribution and maintenance specifications (INIFAP-CIMMYT, 2016).

According to the above, the identified combination of factors that determine Commercial Capacity influences on the four variables considered in the calculation of this indicator. When comparing the 10 most prominent farmers in terms of their Commercial Capacity with the averages of the network, it is found that five sell at a better price, eight obtain higher yields and four of them equal or exceed four tons per hectare, eight incorporate a greater proportion of its production for sale and four have a greater number of customers (Table 5). The sale price of \$7,500 per ton

como por mejoras en las condiciones sobre las que se realiza la comercialización de la producción, vía acceso a más y mejores clientes (González-Campo & Gálvez-Albarracín, 2008). En maíz, se ha comprobado que los productores obtienen mayores rendimientos en la medida que se vinculan con otros productores que sirven como apoyo social, y con proveedores y clientes que brindan conocimiento especializado (Sánchez Gómez *et al.*, 2016). En cuanto al efecto adverso del uso de feromonas puede deberse a que su aplicación para el combate del gusano cogollero, no se realiza con las especificaciones de distribución y mantenimiento adecuadas (INIFAP-CIMMYT, 2016).

De acuerdo con lo anterior, la combinación identificada de factores que determinan la Capacidad Comercial influye en las cuatro variables consideradas en el cálculo de este indicador. Al comparar a los 10 productores más destacados en términos de su Capacidad Comercial con los promedios de la red, se encuentra que cinco venden a un mejor precio, ocho obtienen rendimientos mayores y cuatro de ellos igualan o superan las cuatro toneladas por hectárea, ocho incorporan una mayor proporción de su producción para venta y cuatro tienen un mayor número de clientes (Tabla 5). Destaca el precio de venta de \$7,500/t que corresponde

Table 5.
Farmers of the network with greater Commercial Capacity.

Tabla 5.
Productores de la red con mayor Capacidad Comercial.

Actor ID	Sale price (\$ t ⁻¹)	Yield (t ha ⁻¹)	Production sold (%)	Number of clients	Commercial Capacity (%)
ER174	4,000	7	100	1	71.7
ER273	7,500	0.8	80	2	64.5
ER3681	5,500	2.2	80	2	62.8
ER262	6,000	2	100	1	60.5
ER1655	6,000	2	100	1	60.5
ER269	5,000	4.5	40	2	59.4
ER4727	5,000	2	40	3	58.8
ER3573	4,000	4	90	1	58.4
ER4303	6,000	1.2	100	1	57.6
ER2553	5,000	4	70	1	56.8
Network average (n=266)	5,389	1.4	48	1	43.7

Source: Own elaboration with information on surveys carried out in 2018.

*ER: prefix for the identification of maize farmers beneficiaries of PROAGRO-productivo.

Fuente: Elaboración propia con información de encuestas levantadas en 2018.

*ER: prefijo para la identificación de productores de maíz beneficiarios de PROAGRO productivo.

corresponds to a farmer that produces and sells native maize, which is better paid than the improved varieties, although it has a significantly lower yield.

The actions carried out by the most outstanding farmers mainly translate into improvements in their yields, which in turn allows them to incorporate a greater quantity of product into the market. On the other hand, the price and the number of clients are variables that present a greater restriction for their improvement, since they are limited by the oligopsonistic structure of the commercial network. A similar situation was identified in small maize farmers in Malawi and Mozambique, places where the increase in productivity is concluded is the most efficient way to improve their competitiveness, because on the side of input and product prices, individual producers have little to do (Mango *et al.*, 2018). Therefore, the promotion of proven technological innovations, such as the use of improved seeds, is a task to take into account in interventions aimed at strengthening the competitiveness of small maize farmers.

Conclusions

Despite the difficulty involved in making a profitable commercialization for Mexican maize farmers, after the liquidation of the parastatal company CONASUPO, this study revealed that some farmers have greater Commercial Capacity, and with that, improve their competitiveness by counteracting the threats of the bargaining power of suppliers and the bargaining power of customers. The factors that increase the Commercial Capacity are: a greater age, a greater surface, a greater connection to the commercial network and the adoption of improved seed. The yield is the variable included in the calculation of Commercial Capacity that is most strongly favored by this combination of elements. Having high yields and a greater quantity of grain for sale allows maize farmers to have greater possibilities of overcoming the challenges of producing in a free market framework.

Finally, it should be mentioned that the study has two limitations. Firstly, the accuracy and reliability of the results only apply to the farmers analyzed and not to all maize farmers in Mexico. However, the findings and their consistency with other studies carried out inside and outside the country indicate that the results can be retaken as a

a un productor que produce y vende maíz criollo, mismo que se paga mejor que las variedades mejoradas, aunque con rendimiento significativamente inferior.

Entonces, las acciones realizadas por los productores más sobresalientes se traducen principalmente en mejoras en sus rendimientos, lo que a su vez les permite incorporar una mayor cantidad de producto al mercado. Por otro lado, el precio y el número de clientes son variables que presentan mayor restricción para su mejora, pues están limitados por la estructura oligopsonica de la red comercial. Una situación parecida se identificó en pequeños productores de maíz de Malawi y Mozambique, en ellos el aumento de la productividad se concluye es la manera más eficiente de mejorar su competitividad, pues por el lado de los precios de los insumos y el producto, los productores individuales tienen poco que hacer (Mango *et al.*, 2018). Por lo tanto, la promoción de innovaciones tecnológicas probadas, como el uso de semillas mejoradas, es una tarea a tomar en cuenta en intervenciones encaminadas a fortalecer la competitividad de pequeños productores de maíz.

Conclusiones

A pesar de la dificultad que implica realizar una comercialización redituable para los productores de maíz mexicanos, después de la liquidación de la paraestatal CONASUPO, este estudio reveló que algunos productores presentan mayor Capacidad Comercial, y con ello, mejoran su competitividad al contrarrestar las amenazas del poder de negociación de los proveedores y el poder de negociación de los clientes. Los factores que aumentan la Capacidad Comercial son: una mayor edad, mayor superficie, mayor conexión a la red comercial y la adopción de semilla mejorada. El rendimiento es la variable incluida en el cálculo de la Capacidad Comercial que es más fuertemente favorecida por esta combinación de elementos. Tener altos rendimientos y una mayor cantidad de producto para venta permite a los productores de maíz tener mayores posibilidades de sobreponerse a los desafíos de producir en un marco de libre mercado.

Finalmente, se debe mencionar que el estudio presenta dos limitaciones. En primer lugar, la precisión y confiabilidad de los resultados sólo aplica para los productores analizados y no para todos los productores de maíz en México. Sin embargo, los hallazgos y su consistencia con otros estudios realizados dentro y fuera de país, indican que los resultados pueden ser retomados como un referente para estudios a desarrollarse en otros territorios. Por otro lado,

reference for future studies. Secondly, although the study is carried out with farmers benefited by the PROAGRO-Productivo program, it cannot be inferred that the findings are caused by the intervention of the program. Therefore, it is suggested that comparative research be carried out between farmers benefiting from PROAGRO-productivo and similar farmers who do not receive such benefit.

aunque el estudio se realiza con productores beneficiados por el programa PROAGRO Productivo, no se puede inferir que los hallazgos son provocados por la intervención del programa, razón por la cual se sugiere realizar investigaciones en donde se comparen los resultados de productores inscritos a PROAGRO Productivo, con los de otros productores similares que no reciben tal beneficio.

References

- Aguilera-Enríquez, L., González-Adame, M. and Rodríguez-Camacho, R. (2011). Small business competitiveness model or strategic sectors. *Advances in Competitiveness Research*, 19(3 and 4): 58–73. In: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-2439542841/small-businesses-competitiveness-model-for-strategic>
- Borgatti, S. P. (2006). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(1): 21–34. <http://doi.org/10.1007/s10588-006-7084-x>
- Brenes, E. B., Maciel-Pérez, L. H., Macias-Valdez, L. M., Cortés-Chamorro, M. A., Domínguez-López, R. F. and Robles-Escobedo, F. J. (2011). Caracterización de productores de tres municipios de Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (Pub. Esp.)*, (1st july-31th august): 31–40. In: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2nspe1/v2spe1a3.pdf>
- Cruz-Delgado, M. S. (2009). *Situación actual y perspectivas del maíz en México, 1996-2012*. SIAP-SAGARPA, México D.F., México. In: <http://www.campomexicano.gob.mx>
- De Pablo Valenciano, J., Pérez De Mesa, J. C. and Lévy Mangin, J. P. (2008). The Spanish tomato export sector of the Almería Region: An econometric approach. *International Advances in Economic Research*, (14): 316–328. <https://doi.org/10.1007/s11294-008-9155-x>
- Elbadawy, E., Mohamed Arshad, F., Mohammed, Z. and Mohd Mansor, I. (2013). Assessing the competitiveness of sheep production in selected states in Sudan. *Journal of Agricultural Science*, 5(1): 75–83. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n1p75>
- Emam, A. A. & Mohamed, M. O. (2011). The competitiveness of sugar cane production: A study of Kenana Sugar Company, Sudan. *Journal of Agricultural Science*, 3(3): 202–210. <https://doi.org/10.5539/jas.v3n3p202>
- Espinoza-Arellano, J. de J., Cervantes-Vázquez, M. G., Orona-Castillo, I., Molina-Morejón, V. M., Guerrero-Ramos, L. A. and Fabela-Hernández, A.M. (2019). Factores socioeconómicos para mejorar la producción y comercialización de la nuez pecanera en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3): 551–561. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1655>
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3): 215–239. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](http://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- García-García, A. M., Figueroa-Rodríguez, K., Mayett-Moreno, Y. and Hernández-Rosas, F. (2015). Competitividad en el sector agropecuario: Una revisión de métodos aplicados. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(72): 717–733. In: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29044047009>
- Girán, R., Vargas, H. and Osta, K. (2008). Propuesta metodológica para el análisis de la competitividad empresarial en la pequeña y mediana agroindustria alimentaria. *Revista Ingeniería Industrial*, 7(1):5-14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010390>
- Glejser, H. (1969). A New Test for Heteroskedasticity. *Journal of the American Statistical Association*, 64(325): 316–323. <https://doi.org/10.1080/01621459.1969.10500976>
- González-Campo, C. H. and Gálvez-Albarracín, E. J. (2008). Modelo de Emprendimiento en Red -MER. Aplicación de las teorías del emprendimiento a las redes empresariales. *Revista Latinoamericana de Administración*, 40: 13–31. <https://www.researchgate.net/publication/43070347>
- Hussain, A. & Naeem-ur-Remhan, K. (2011). Economic analysis of sugarcane crop in district Carsadda. *Journal of Agricultural Research*, 49(1): 153–163. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/41984/>

- IICA. (2016). *Informe anual 2015 del IICA. Agricultura, oportunidad de desarrollo en las Américas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. In: <https://www.iica.int>
- INEGI. (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). <https://www.inegi.org.mx>. (Last checked: June 17th 2019).
- INIFAP-CIMMYT. (2016). Manejo agroecológico de gusano cogollero: feromonas. In: <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/18262> (Last checked: June 19th 2019).
- Janthong, N. & Sakkat, P. (2018). Farmers Adoption of Corn Production on Good Agricultural Practices (GAP) in Angthong Province. *Journal of Agricultural Research & Extension*, 35(3): 54–63. In: <http://www.jare.mju.ac.th/index.php/journal/book/18-vol35-3/15-vol35>
- Jaramillo-Albuja, J. G., Peña-Olvera, B. V., Hernández-Salgado, J. H., Díaz-Ruiz, R. and Espinosa-Calderón, A. (2018). Caracterización de productores de maíz de temporal en Tierra Blanca, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(5): 911–923. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1501>
- Joshi, K. D., Rehman, A. U., Ullah, G., Nazir, M. F., Akhtar, J., Khan, M., Baloch, A., Khokhar, J., Ellahi, E., Khan, A., Suleman, M. and Imtiaz, M. (2017). Acceptance and competitiveness of new improved wheat varieties by smallholder farmers. *Journal of Crop Improvement*, 31(4): 608–627. <http://doi.org/10.1080/15427528.2017.1325808>
- Khushk, A. M., Aslam, M. and Ikram, S. (2011). Analysis of sugar industry competitiveness in Pakistan. *Journal of Agricultural Research*, 49(1):137–151. In: https://apply.jar.punjab.gov.pk/upload/1374663590_88_35_13714--3077-14.pdf
- Klein, L. (1962). *An Introduction to Econometrics*. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- López-González, J. L., Damián-Huato, M. A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinosa, J. A., Rappo-Miguez, S. E. and Paredes-Sánchez, J. A. (2019). Innovaciones radicales y progresivas en el manejo del maíz en Calpan, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(2): 277–288. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.802>
- Luna-Mena, B. M., Hinojosa Rodríguez, M. A., Ayala-Garay, O. J., Castillo-González, F. and Mejía-Contreras, J. A. (2012). Perspectivas de Desarrollo de la Industria Semillera de Maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1): 1–7. In: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000100003
- Magaña Sánchez, P. A., Padilla Bernal, L. E. and Vargas Hernández, J. G. (2010). Competitividad de las agroindustrias del limón pertenecientes al clúster del limón mexicano en Colima, México. *Economía y Sociedad*, XIV(25): 139–152. In: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7081/6766>
- Mango, N., Mapemba, L., Tchale, H., Makate, C., Dunjana, N. and Lundy, M. (2018). Maize value chain analysis: A case of smallholder maize production and marketing in selected areas of Malawi and Mozambique. *Cogent Business and Management*, 5(1): 1–15. <http://doi.org/10.1080/23311975.2018.1503220>
- Maximiliano-Martínez, G., Rivera-Herrejón, M. G., Franco-Malvaiz, A. L. and Soria-Ruiz, J. (2011). La comercialización de maíz después de CONASUPO en dos comunidades del norte del Estado de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, XI(35): 197–224. In: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11116271008>
- Moyano Fuentes, J., Puig Blanco, F. and Bruque Cámara, S. (2008). Los determinantes de la competitividad en las cooperativas. *CIRIEC-ESPAÑA Revista de Economía*, (61): 233–249. In: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17412302011>
- OCDE. (2005). *Oslo Manual Guidelines for collecting and interpreting innovation data Communities*. OCDE Publishing, Paris, Francia. <http://doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- Ortiz-Rosales, M. A. & Ramírez-Abarca, O. (2017). Proveedores e industrias de destino de maíz en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(1): 61–82. <https://doi.org/10.22231/asyd.v14i1.523>
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press, New York, USA. <https://kniga.biz.ua/pdf/250-competitive-strategy.pdf>
- Porter, M. E. (2008). Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia. *Harvard Business Review* (enero):1–15. In: https://utecno.files.wordpress.com/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf
- Rahman, S., Haque Kazal, M. M. and Begum, I. A.. (2016). Competitiveness, Profitability, Input Demand and Output Supply of Maize Production in Bangladesh. *Agriculture*, 6(21): 1–14. <http://doi.org/10.3390/agriculture6020021>
- Rendón, R., Aguilar, J., Altamirano, R. and Muñoz, M. (2007). Etapas del mapeo de redes territoriales de innovación. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. In: http://ciestaam.edu.mx/material_de_divulgacion/etapas-del-mapeo-redes-territoriales-innovacion/

- Saaty, T. (1996). *Multicriteria Decision Making: The Analytical Hierarchy Process*. Mc Graw Hill, New York, USA.
- Saayman, L. & Middelberg, S. L. (2014). The effect of higher wages on production cost and mechanization: A south african maize sector study. *Journal of Applied Business Research*, 30(2):341–352. <https://doi.org/10.19030/jabr.v30i2.8402>
- SAGARPA. (2018). Programas Agricultura - PROAGRO Productivo. Disponible en www.sagarpa.mx. (Last checked: June 21th 2019).
- Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., Díaz José, J. and Sonder, K. (2016). El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: región centro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (Pub. Esp.)* (30th june-30th august): 2925–2938. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.416>
- SIAP-SAGARPA. (2017). Centro de Estadística Agropecuaria. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1980-2019. (SIACON). Versión 38.0. Ciudad de México.
- SIAP. (2019). Avance de siembras y cosechas resumen nacional. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx> (Last checked: February 16th 2020).
- Simón, M. R. & Golik, S. I. (2018). *Cereales de verano*. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. In: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68613>
- Vivanco Aranda, M., Martínez Cordero, F. X. and Taddei Bringas, I. C. (2010). Análisis de competitividad de cuatro sistemas producto estatales de tilapia en México. *Estudios Sociales*, 18(35): 166–207. In: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41712074005>