

EVOLUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANOS BÁSICOS EN MÉXICO, 1980-2016

EVOLUTION AND CHARACTERIZATION OF BASIC GRAIN PRODUCTION IN MEXICO, 1980-2016

Olivia Delgadillo-Ruiz¹, Juan A. Leos-Rodríguez^{2*}

¹CONACYT- Consorcio CENTROMET. Camino a Los Olvera 44, Los Olvera, Corregidora, Querétaro, 76904. olivia.delgadillo@centromet.mx ²Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. 56230 (jleos45@gmail.com)

RESUMEN

La política agrícola en México ha experimentado cambios que produjeron modificaciones en el sistema de producción. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la evolución de la producción de granos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz), y caracterizarla según el tipo de crecimiento: intensivo, extensivo o una combinación de ambos. Las series de tiempo empleadas fueron registros de superficie cosechada, rendimiento y volumen de producción obtenidas de la base de datos de SAGARPA-SIAP. Se utilizó el método propuesto por Venezian y Gamble (1969) que explica el crecimiento de la producción por rendimientos, superficie cosechada y la interacción entre ambas variables. Los resultados mostraron que la producción de maíz, frijol y trigo evolucionó por la vía intensiva, es decir, los rendimientos se incrementaron a través del tiempo; mientras que la producción de arroz descendió debido principalmente a una disminución de su superficie cosechada. Esta caracterización orienta sobre el comportamiento de la producción; sin embargo, es necesario interpretar las numerosas causas que pueden explicarlo. La determinación de las causas de las modificaciones en la producción agrícola permitirá reforzar la capacidad productiva, mediante la aplicación de un sistema integrado de prácticas de producción, uso eficiente de insumos, tecnologías y políticas públicas, a fin de que en el mediano y largo plazo se satisfagan las necesidades de la población sin comprometer los recursos naturales, la calidad del medio ambiente y lograr la seguridad alimentaria.

Palabras clave: crecimiento extensivo, crecimiento intensivo, rendimientos.

ABSTRACT

Agricultural policy in Mexico has experienced changes that produced modifications in the production system. The objective of this study was to quantify the evolution of the production of basic grains (maize, bean, wheat and rice), and to characterize it according to the type of growth: intensive, extensive or a combination of both. The time series used were records of harvested surface, yield and production volume obtained from the SAGARPA-SIAP database. The method proposed by Venezian and Gamble (1969) was used, which explains the growth of production by yields, surface harvested and the interaction between both variables. The results showed that the production of maize, bean and wheat evolved through the intensive path, that is, the yields increased through time; meanwhile, rice production decreased mainly due to a reduction in the surface harvested. This characterization points to the behavior of production; however, it is necessary to interpret the numerous causes that can explain it. The determination of the causes of modifications in agricultural production allows reinforcing the productive capacity through the application of an integrated system of production practices, efficient use of inputs, technologies and public policies, with the aim of satisfying the needs of the population in the medium and long term without compromising the natural resources and the environmental quality, and of achieving food security.

Key words: extensive growth, intensive growth, yields.

INTRODUCTION

Economic policy in Mexico has experienced various changes and the agricultural sector has played a role in them. From the decline of the import substitution model (1970), the economic

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: diciembre, 2017. Aprobado: julio, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 17: 637-650. 2020.

INTRODUCCIÓN

La política económica en México ha experimentado diversos cambios y el sector agrícola ha jugado un papel en ellos. Desde el declive del modelo de sustitución de importaciones (1970), la crisis económica y financiera del decenio de 1980 hasta la adhesión de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y de Comercio (GATT) hoy Organización Mundial de Comercio (OMC) en 1986.

Al inicio del decenio 2000, las políticas implementadas en el país fueron para apoyar a la transferencia de tecnología, aumentar la competitividad y la eficiencia a través del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el crecimiento sostenido y equilibrado de las regiones, la generación de empleos, el arraigo en el medio rural, y el fortalecimiento de la productividad y competitividad de los productos (PND, 2007).

En 2001 se decretó la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, el objetivo de esta acción fue crear una ley que regulara el desarrollo productivo, para esto se implementó el Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable (PEC).

Mientras que en el sexenio 2012-2018 para promover el desarrollo agrícola y rural del país, se planteó democratizar la productividad a través de programas que otorgaran certidumbre jurídica a la tenencia de la tierra y que además impulsaran la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico (PND, 2013).

El resultado de las políticas implementadas en el país, los factores económicos, sociales e institucionales relacionados con el factor agropecuario y el efecto de los factores no controlables de la producción (variables climáticas), provocaron una mayor incertidumbre en la planificación de la agricultura. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurrió en el pasado, el sector agrícola hoy enfrenta el reto de producir una mayor cantidad de alimentos y materias primas con un enfoque de sostenibilidad e inocuidad. Es decir, con un uso eficiente de los recursos, con beneficios para el productor, reduciendo el impacto negativo sobre el medio ambiente, garantizando la salud de los consumidores y su nutrición, y mejorando el bienestar y la salud

and financial crisis of the 1980s, to the adhesion of Mexico to the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT), today World Trade Organization (WTO), in 1986.

At the beginning of the 2000s, the policies implemented in the country were designed to support the transfer of technology, increase the competitiveness and the efficiency through sustainable exploitation of natural resources, sustained and balanced growth of the regions, job generation, rootedness in rural areas, and strengthening of productivity and competitiveness of the products (PND, 2007).

The Rural Sustainable Development Law was decreed in 2001, and the objective of this action was to create a law that would regulate productive development; for this purpose, the Special Concurring Program for Rural Sustainable Development (*Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable*, PEC) was implemented.

Meanwhile, in the six-year period of 2012-2018 in order to promote the country's agricultural and rural development, it was suggested to democratize productivity through programs that would grant legal certainty of land ownership and which in addition could drive productivity in the agrifood sector through investment in the development of physical, human and technological capital (PND, 2013).

The result of the policies implemented in the country, the economic, social and institutional factors related to the agricultural and livestock factor, and the effect of the uncontrollable production factors (climatic variables), caused greater uncertainty in planning agriculture. However, compared to what happened in the past, the agricultural sector today faces the challenge of producing a higher amount of foods and raw materials with an approach of sustainability and innocuousness. That is, with an efficient use of resources, with benefits for the producer, reducing the negative impact on the environment, ensuring the health of consumers and their nutrition, and improving animal wellbeing and health (OCDE-FAO, 2013; G-20, 2012), and inclusive in function of the needs of the markets (G-20, 2012).

To fulfill this challenge, Mexican producers have had to modify the crop production system, which has promoted a new pattern in agricultural production, characterized by an increase in the production of

animal (OCDE-FAO, 2013; G-20, 2012), e incluyente en función de las necesidades de los mercados (G-20, 2012).

Para cumplir con este reto, los productores mexicanos han tenido que modificar el sistema de producción de los cultivos, esto ha propiciado un nuevo patrón en la producción agrícola, caracterizado por un incremento en la producción de cultivos competitivos o de exportación (hortalizas y frutas) y una disminución de la superficie sembrada con granos y oleaginosas (Cruz *et al.*, 2012). Este patrón de cambio en la producción y los efectos de la apertura comercial de México han sido analizados principalmente en los cultivos industriales y de exportación como el cacao (Díaz-José *et al.*, 2013), azúcar (Knutson *et al.*, 2010), cebada (Aguilar y Schwentesius, 2004), frutas y hortalizas (Cruz *et al.*, 2012; Macías, 2010), pero en menor medida se ha enfocado en analizar y cuantificar los efectos ambientales y el cambio en el patrón de la producción de cultivos como los granos básicos.

Ante el actual escenario de renegociación de la política comercial de México con sus principales socios y el inminente cambio en la estructura comercial del país que impactará en el sector agrícola, es necesario contar con un análisis de la dinámica de la producción de los granos básicos. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue cuantificar y caracterizar la evolución de la producción de granos básicos en México en el período de 1980 a 2016, mediante la aplicación del método propuesto por Venezian y Gamble (1969), que explica el crecimiento de la producción con base en cambios en los rendimientos, en la superficie cosechada y la interacción entre ambas variables. El conocimiento de la dinámica de la producción permitirá diseñar mejores políticas para reforzar la capacidad productiva del sector agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las series de tiempo de 1980 a 2016 de superficie cosechada (ha), producción (t) y rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de los cultivos de maíz, frijol, trigo y arroz se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Los datos contemplan el año agrícola (primavera-verano más otoño-invierno)

competitive or export crops (vegetables and fruits) and a decrease of the surface sown with grains and oilseeds (Cruz *et al.*, 2012). This pattern of change in production and the effects of Mexico's commercial openness have been analyzed primarily in industrial and export crops such as cacao (Díaz-José *et al.*, 2013), sugar (Knutson *et al.*, 2010), barley (Aguilar and Schwentesius, 2004), fruits and vegetables (Cruz *et al.*, 2012; Macías, 2010), although to a lesser extent it has focused on analyzing environmental effects and the change in the production pattern of crops such as basic grains.

Facing the current scenario of renegotiation of the trade policy in Mexico with its main partners, and the imminent change in the commercial structure of the country that will impact the agricultural sector, it is necessary to have an analysis of the dynamics of basic grain production. Based on this, the objective of this study was to quantify and characterize the evolution of basic grain production in Mexico during the period of 1980 to 2016, by applying the method proposed by Venezian and Gamble (1969), which explains the growth of production based on changes in the yields, in the surface harvested, and in the interaction between both variables. The understanding of the dynamics of production will allow designing better policies to reinforce the productive capacity of the agricultural sector.

MATERIALS AND METHODS

The time series from 1980 to 2016 of harvested surface (ha), production (t) and yield ($t\ ha^{-1}$) of maize, bean, wheat and rice crops were obtained from the Agrifood and Fishing Information Service (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*, SIAP), which depends on the Ministry of Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Food (*Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, SAGARPA). The data contemplate the agricultural year (spring-summer plus fall-winter) and the water regime of irrigation plus rainfed, considering it as a single figure.

The method used was the one proposed by Venezian and Gamble (1969), which quantifies the percentage of the explicative factors of production through surface, yield or a combination of both variables.

When the variation of production is explained primarily by the increase of the surface, it is defined as *extensive growth*; in contrast, if the growth of

y el régimen hídrico de riego más temporal, considerando así solo una cifra.

El método empleado fue la propuesta por Venezian y Gamble (1969), que cuantifica el porcentaje de los factores explicativos de la producción a través de superficie, rendimiento o una combinación de ambas variables.

Se define como *crecimiento extensivo*, cuando la variación de la producción es explicada principalmente por el aumento de la superficie, en contraparte, si el crecimiento de la producción proviene del incremento de los rendimientos se denomina *crecimiento intensivo* (Venezian y Gamble, 1969).

Sea crecimiento extensivo o intensivo, el analista debe tener en consideración que no son explicaciones finales. Ello constituye una caracterización del proceso de crecimiento de la producción y es necesario interpretar las numerosas causas que pueden explicarla. Los efectos orientan sobre la dirección que es necesario tomar en la búsqueda de las causas del fenómeno (Venezian y Gamble, 1969; Cruz *et al.*, 2013).

Quantificación de los factores explicativos de la variación de la producción

Es posible estimar el cambio en la producción que se habría obtenido en el año n si sólo hubiera variado el área, manteniendo constantes los rendimientos. Para ello, es necesario conocer la variación anual entre la producción del año final y la producción obtenida en el año base.

$$E.S. = Y_0 * (A_f - A_0) \quad (1)$$

donde $E.S.$: Efecto superficie; Y_0 : Rendimientos del año base; A_f : Superficie cosechada del año final; A_0 : Superficie cosechada del año base.

El rendimiento se define como la producción de un cultivo determinado expresado en toneladas o kilogramos por unidad de superficie cosechada (ha). El efecto del rendimiento ($E.R.$) toma como variable el rendimiento por hectárea y mantiene constante la superficie cultivada.

$$E.R. = A_0 * (Y_f - Y_0) \quad (2)$$

donde $E.R.$: Efecto rendimiento; A_0 : Superficie cosechada del año base; Y_f : Rendimiento del año final; Y_0 : Rendimientos del año base.

production comes from the increase in yields, it is called *intensive growth* (Venezian and Gamble, 1969).

Whether extensive or intensive growth, the analyst must take into consideration that they are not final explanations. This constitutes a characterization of the growth process of production and it is necessary to interpret the numerous causes that can explain it. The effects point to the direction that it is necessary to take in the search for the causes of the phenomenon (Venezian and Gamble, 1969; Cruz *et al.*, 2013).

Quantification of the explicative factors of the variation in production

It is possible to estimate the change in production that would have been obtained in year n if only the area had varied, keeping the yields constant. Therefore, it is necessary to know the annual variation between the production of the final year and the production obtained in the base year. (All initials based on Spanish terms).

$$E.S. = Y_0 * (A_f - A_0) \quad (1)$$

where $E.S.$: Surface effect; Y_0 : Yields of the base year; A_f : Surface harvested from the final year; and A_0 : Surface harvested from the base year.

The yield is defined as the production of a specific crop expressed in tons or kilograms per harvested surface unit (ha). The yield effect ($E.R.$) takes as variable the yield per hectare and keeps constant the surface cultivated.

$$E.R. = A_0 * (Y_f - Y_0) \quad (2)$$

where $E.R.$: Yield effect; A_0 : Surface harvested from the base year; Y_f : Yield of the final year; and Y_0 : Yields of the base year.

The third effect results from the combination of the yield effect and the surface.

$$E.C. = (A_f - A_0) * (Y_f - Y_0) \quad (3)$$

where $E.C.$: Surface-yield combined effect; A_f : Surface harvested from the final year; A_0 : Surface harvested from the base year; Y_f : Yield of the final year; and Y_0 : Yields from the base year.

El tercer efecto es el resultante de la combinación del efecto del rendimiento y de la superficie.

$$E.C. = (A_f - A_0) * (Y_f - Y_0) \quad (3)$$

donde $E.C.$: Efecto combinado superficie-rendimiento; A_f : Superficie cosechada del año final; A_0 : Superficie cosechada del año base; Y_f : Rendimiento del año final; Y_0 : Rendimientos del año base.

Al final los tres porcentajes que explican el incremento de la producción del cultivo estarán dados por:

1) porcentaje superficie

$$\% \Delta S = \frac{E.S.}{\Delta} * 100 \quad (4)$$

donde $\% \Delta S$: Porcentaje que explica el incremento por superficie; $E.S.$: Efecto superficie; Δ : El incremento de la producción de un período a otro.

2) porcentaje rendimiento

$$\% \Delta R = \frac{E.R.}{\Delta} * 100 \quad (5)$$

donde $\% \Delta R$: Porcentaje que explica el incremento por rendimiento; $E.R.$: Efecto rendimiento; Δ : El incremento de la producción de un período a otro.

3) porcentaje combinado

$$\% \Delta C = \frac{E.C.}{\Delta} * 100 \quad (6)$$

donde $\% \Delta C$: Porcentaje que explica el incremento por variación en rendimiento y superficie; $E.C.$: Efecto variación en rendimiento y superficie; Δ : El incremento de la producción de un período a otro. La suma de los tres porcentajes deberá ser 100%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente, la superficie agrícola cultivada en México fue de 21.1 millones de hectáreas, de esta área 15.7 millones fueron de temporal y el resto de riego. Con relación a los cultivos bajo

At the end, the three percentages that explain the increase in the crop's production will be given by:

1) surface percentage

$$\% \Delta S = \frac{E.S.}{\Delta} * 100 \quad (4)$$

where $\% \Delta S$: Percentage that explains the increase by surface; $E.S.$: Surface effect; Δ : The increase of production from one period to another.

2) yield percentage

$$\% \Delta R = \frac{E.R.}{\Delta} * 100 \quad (5)$$

where $\% \Delta R$: Percentage that explains the increase by yield; $E.R.$: Yield effect; Δ : The increase in production from one period to another.

3) combined percentage

$$\% \Delta C = \frac{E.C.}{\Delta} * 100 \quad (6)$$

where $\% \Delta C$: Percentage that explains the increase by variation in the yield and surface; $E.C.$: Variation effect in yield and surface; Δ : Increase in the production from one period to another. The sum of the three percentages should be 100%.

RESULTS AND DISCUSSION

Today, the agricultural surface cultivated in Mexico is 21.1 million hectares; from this area, 15.7 million are rainfed and the rest irrigation. With relation to the crops under study, 7.1, 1.7, 0.81 and 0.08 million hectares of maize, bean, wheat and rice were harvested during 2016 (Figure 1).

The trend of the basic crop yields was positive, considering as base year 1980 and final year 2016. The yields that grew most were those of maize, followed by the yields of rice and wheat, and in lower proportion those of bean. The maize yield went from 1.8 to 3.7 t ha⁻¹. However, these yields are lower compared to those obtained in countries like the United States (9.9 t ha⁻¹), Argentina (6.6. t ha⁻¹) and Brazil (5.2 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017).

estudio, durante 2016 se cosecharon 7.1, 1.7, 0.81 y 0.08 millones de hectáreas de maíz, frijol, trigo y arroz (Figura 1).

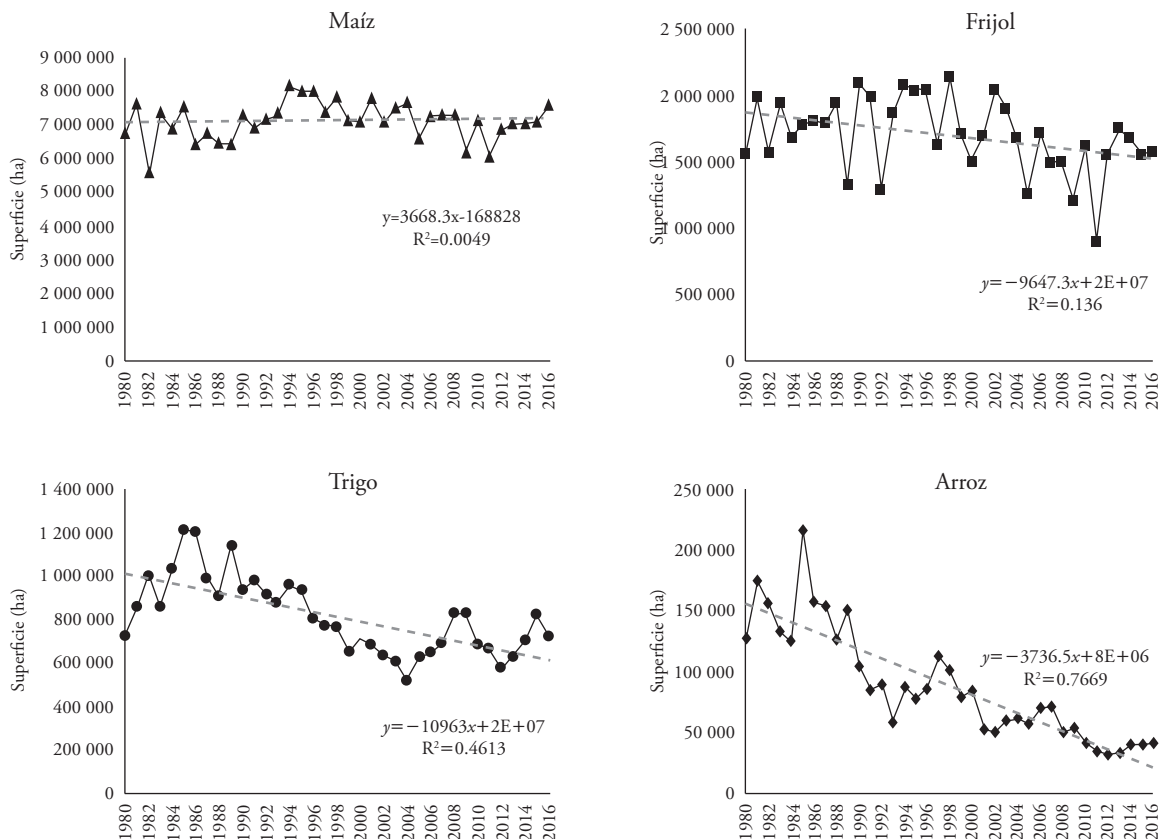
La tendencia de los rendimientos de los cultivos básicos fue positiva, considerando como año base 1980 y año final 2016. Los rendimientos que más crecieron fueron los de maíz, le siguieron los rendimientos de arroz y trigo y en menor proporción los de frijol. El rendimiento de maíz pasó de 1.8 a 3.7 t ha⁻¹. Sin embargo, estos rendimientos son inferiores, en comparación con aquellos obtenidos en países como Estados Unidos de América (9.9 t ha⁻¹), Argentina (6.6 t ha⁻¹) y Brasil (5.2 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017).

Los rendimientos de arroz pasaron de 3.4 a 6.13 t ha⁻¹. Estos rendimientos son superiores a los de los principales países productores como India (3.5 t ha⁻¹), Bangladesh (4.6 t ha⁻¹), Indonesia (5.1 t ha⁻¹), Vietnam (5.7 t ha⁻¹) y sólo son inferiores a los de China (6.8 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017).

Rice yields went from 3.4 to 6.13 t ha⁻¹. These yields are higher than those from the main producing countries such as India (3.5 t ha⁻¹), Bangladesh (4.6 t ha⁻¹), Indonesia (5.1 t ha⁻¹), Vietnam (5.7 t ha⁻¹) and only lower than those from China (6.8 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017).

The wheat yields increased from 3.6 to 5.3 t ha⁻¹, yields that are similar to those from China and Chile (5.2 and 5.3 t ha⁻¹ respectively) and lower than those from France (7.3 t ha⁻¹) and Germany (8.6 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017). The yields that grew least were those of bean; in the period analyzed they went from 603 to 690 kg ha⁻¹ (Figure 2), and according to data from FAOSTAT (2017) these yields are very low, compared to Brazil (1.03 t ha⁻¹), Myanmar (1.54 t ha⁻¹), China (1.75 t ha⁻¹) and the United States (1.96 t ha⁻¹).

During the same period, bean, wheat and maize production increased 8, 18 and 51%, respectively,



Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017. ♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

Figura 1. Superficie cosechada con granos básicos en México en el período 1980-2016.
Figure 1. Surface harvested with basic grains in Mexico during 1980-2016.

Los rendimientos de trigo crecieron de 3.6 a 5.3 t ha⁻¹, estos rendimientos son similares a los de China y Chile (5.2 y 5.3 t ha⁻¹ respectivamente) e inferiores a los de Francia (7.3 t ha⁻¹) y Alemania (8.6 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2017). Los rendimientos que menos crecieron fueron los de frijol; en el período analizado pasaron de 603 a 690 kg ha⁻¹ (Figura 2), de acuerdo con datos de FAOSTAT (2017) estos rendimientos son muy bajos, comparados con Brasil (1.03 t ha⁻¹), Myanmar (1.54 t ha⁻¹), China (1.75 t ha⁻¹) y Estados Unidos de América (1.96 t ha⁻¹).

En el mismo período, la producción de frijol, trigo y maíz creció 8, 18 y 51%, respectivamente; mientras que la producción de arroz disminuyó a razón de 25% (Figura 3).

Venezian y Gamble (1969) fueron los primeros en cuantificar la estructura y crecimiento de la producción agrícola de México, en 1950, ellos reportaron que la producción de maíz y frijol era explicada por un incremento en superficie; mientras que la producción de trigo era explicada por un incremento en rendimiento. En ese momento no analizaron la producción de arroz.

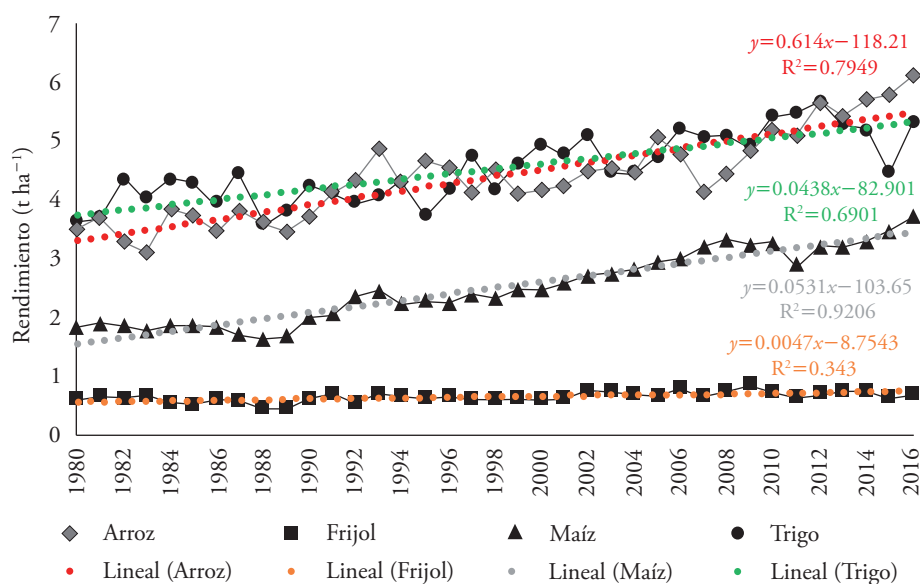
Sin embargo, los resultados de este trabajo en el análisis de la evolución de la producción para cuatro de los principales cultivos de granos en México, en el período 1980 a 2016, indican que la producción ha

while rice production decreased at a rate of 25% (Figure 3).

Venezian and Gamble (1969) were the first to quantify the structure and growth of agricultural production in Mexico, in 1950, and they reported that maize and bean production was explained by an increase in surface; meanwhile, wheat production was explained by an increase in the yield. At that time they didn't analyze rice production.

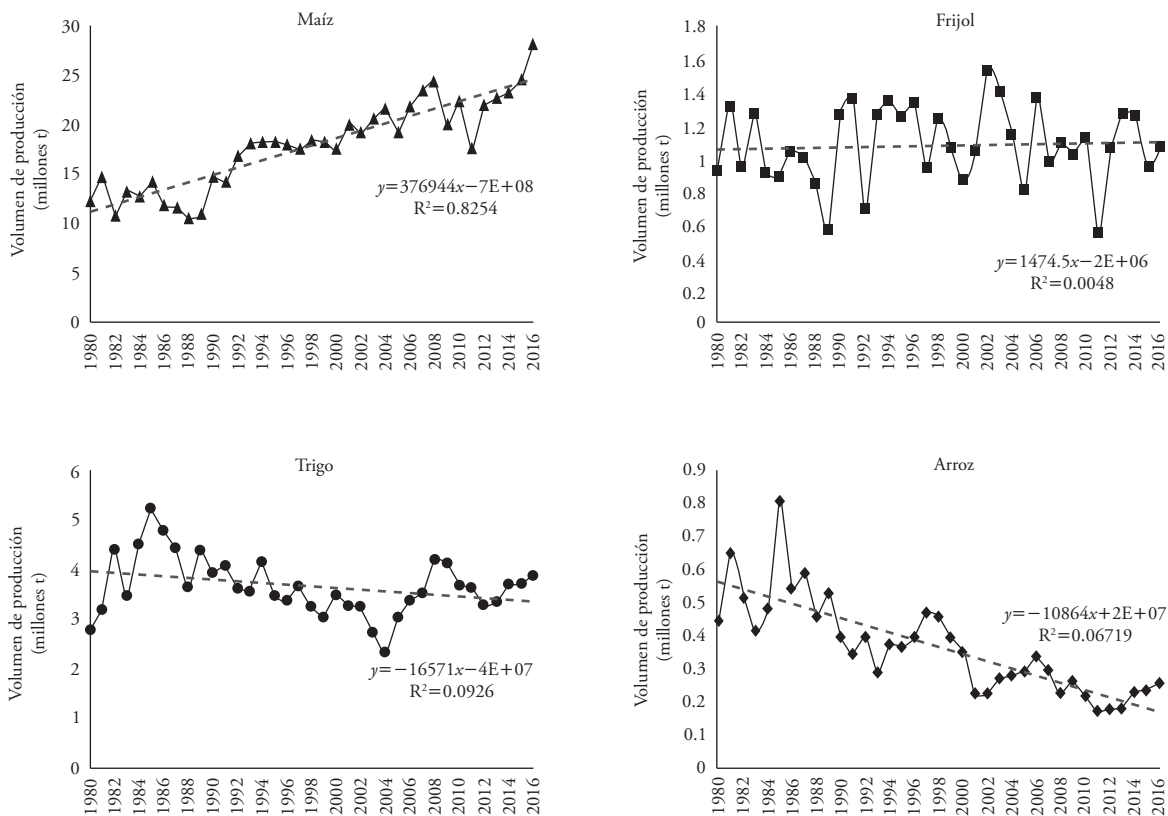
However, the results from this study in the analysis of the evolution of production for four of the main grain crops in Mexico, in the period from 1980 to 2016, indicate that the production has experienced changes (Table 1). The increase in maize, bean and wheat production in the period was positive and is primarily due to an effect via yields (Table 2), while rice production was characterized by a decrease in the production volume (Table 1).

Maize cultivation has an intensive behavior, that is, the increase in the percentage of production is due to the yield effect (Table 2). This can be explained taking into account that the main maize producing states in Mexico are Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Michoacán and Guanajuato, with 57% participation in production during the agricultural cycle 2016 (SAGARPA-SIAP, 2017).



Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017. ♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

Figura 2. Rendimientos de granos básicos en México en el período 1980-2016.
Figure 2. Basic grain yields in Mexico in the period 1980-2016.



Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017. ♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

Figura 3. Volumen de producción de granos básicos en México en el período 1980-2016.
Figure 3. Volume of basic grain production in Mexico in the period 1980-2016.

experimentado cambios (Cuadro 1). El incremento en la producción de maíz, frijol y trigo en el período fue positiva y se debe principalmente a un efecto vía rendimientos (Cuadro 2); mientras que la producción de arroz se caracterizó por un decremento en el volumen de producción (Cuadro 1).

El cultivo de maíz tiene un comportamiento de tipo intensivo, es decir el incremento del porcentaje de la

The participation in the national production of the states of Jalisco and Estado de México stands out, with increases in explicative percentages of more than 100% in yield. The participation of Sinaloa also stands out, considered as the main producer of white maize, which is characterized by a percentage of increase in the combination of the surface and yield factors (72%) in the period from 1980 to 2016 (Table 3).

Cuadro 1. Efectos explicativos de la producción de granos básicos en México de 1980-2016.
Table 1. Explicative effects of basic grain production in Mexico from 1980-2016.

Cultivo	Incremento	E. S.	E. R.	E. C.
Maíz	15 888 991	1 521 010	12 795 412	1 572 570
Frijol	151 967	14 856	134 968	2 143
Trigo	1 224 818	-892	1 226 124	-414
Arroz	-191,550	-300 712	336 029	-226 868

E.S: Efecto Superficie; E.R: Efecto Rendimiento; E.C: Efecto Combinado. ♦ E.S: Surface Effect; E.R: Yield Effect; E.C: Combined Effect (all initials based on Spanish terms).

Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017. ♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

producción se debió al efecto rendimiento (Cuadro 2). Esto puede ser explicado si se considera que los principales estados productores de maíz en México son Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Guanajuato, con 57% de participación en la producción en el ciclo agrícola 2016 (SAGARPA-SIAP, 2017).

Destaca la participación en la producción nacional de los estados de Jalisco y Estado de México con incrementos en porcentajes explicativos de más de 100% en rendimiento. También destaca la participación de Sinaloa, considerado como el principal productor de maíz blanco, que se caracteriza por un porcentaje de incremento de la combinación de los factores superficie y rendimiento (72%) en el período de 1980 a 2016 (Cuadro 3).

En los estados de Sinaloa y Jalisco el maíz se realiza en condiciones de riego, con uso de semillas mejoradas, un alto grado de mecanización en la realización de actividades en el campo, obteniendo rendimientos de hasta 10 t ha⁻¹, lo que incrementa significativamente la producción del grano a menores costos, en comparación con 3.7 t ha⁻¹ que reporta SAGARPA-SIAP (2017) como rendimiento medio nacional.

Particularmente en el estado de Sinaloa, el incremento de los rendimientos de maíz responde a apoyos como el de ingreso objetivo y a la comercialización que aunado a la experiencia de los productores en aspectos comerciales ha incrementado la productividad (Cruz *et al.*, 2012; Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

Al igual que la producción de maíz, la producción de frijol en México en el período 1980-2016

Cuadro 3. Porcentajes explicativos de la producción de maíz en México por estados productores de 1980-2016.

Table 3. Explicative percentages of maize production by producing states from 1980-2016.

Maíz / estados productores	%Δ Superficie	%Δ Rendimiento	%Δ Combinación
Sinaloa	7.8	19.9	72.3
Jalisco	-49.5	219.0	-69.5
Estado de México	-76.1	225.1	-49.0
Michoacán	2.3	94.4	3.3
Guanajuato	15.3	52.6	32.0

%Δ: Porcentaje de incremento. ♦ %Δ: Percentage of increase.
Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017.
♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

Cuadro 2. Porcentajes explicativos del incremento de la producción de granos básicos en México de 1980-2016.

Table 2. Explicative percentages of the increase in basic grain production in Mexico from 1980-2016.

Cultivo	% Δ Superficie	% Δ Rendimiento	% Δ Combinación
Maíz	9.6	80.5	9.9
Frijol	9.8	88.8	1.4
Trigo	-0.07	100.11	-0.03
Arroz	157.0	-175.4	118.4

%Δ: Porcentaje de incremento. ♦ %Δ: Percentage of increase.
Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017.
♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

In the states of Sinaloa and Jalisco maize is cultivated under irrigation conditions, with use of improved seeds, a high degree of mechanization for farming activities, obtaining yields of up to 10 t ha⁻¹, which significantly increases the grain production at lower costs, compared to 3.7 t ha⁻¹ that SAGARPA-SIAP (2017) reports as mean national yield.

Particularly in the state of Sinaloa, the increase in maize yields responds to backing such as objective income and to commercialization, which in addition to the experience from producers in commercial aspects has increased productivity (Cruz *et al.*, 2012; Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

As in maize production, bean production in Mexico in the 1980-2016 period was intensive (Table 2). The main producing states of the grain are Zacatecas, Durango, Sinaloa, Chihuahua and Chiapas, which as a whole contributed 71% of bean production in the agricultural cycle 2016 (SAGARPA-SIAP, 2017).

In general, the surface destined to the crop decreased; in this regard, Ayala *et al.* (2008) mention that the fall of *per capita* consumption in the country due to the change in the dietary pattern of society discourages production. Another reason that can explain the decrease of the surface is low profitability and the disengagement of producers from the market, since they will consider the most profitable option, based on the sale prices of the prior agricultural cycle.

The states of Zacatecas and Chiapas showed an increase of extensive type; and the states of Durango, Sinaloa and Chihuahua showed an intensive behavior (Table 4). In bean production in Mexico the differences between the states of Zacatecas and

fue vía intensiva (Cuadro 2). Los principales estados productores del grano son Zacatecas, Durango, Sinaloa, Chihuahua y Chiapas, los cuales en conjunto aportaron 71% de la producción de frijol en el ciclo agrícola 2016 (SAGARPA-SIAP, 2017).

En general, la superficie destinada al cultivo disminuyó; al respecto, Ayala *et al.* (2008) mencionan que la caída del consumo *per cápita* en el país debido al cambio en el patrón alimenticio de la sociedad desalienta la producción. Otra razón que puede explicar la disminución de la superficie es la baja rentabilidad y la desvinculación de los productores con el mercado, ya que ellos considerarán la opción más rentable, con base en los precios de venta del ciclo agrícola anterior.

Los estados de Zacatecas y Chiapas mostraron un incremento de tipo extensivo; y los estados de Durango, Sinaloa y Chihuahua mostraron un comportamiento intensivo (Cuadro 4). En la producción de frijol en México destacan las diferencias entre los estados de Zacatecas y Sinaloa. En Zacatecas de cada 10 toneladas cosechadas, 8.3 se obtienen en condiciones de temporal; mientras que, en Sinaloa, 9.8 toneladas provienen de zonas de riego (SAGARPA-SIAP, 2017); además, en el estado de Zacatecas factores como altas o bajas temperaturas, salinidad, acidez del suelo y déficit hídrico ocasionan estrés en el cultivo (Mayek *et al.*, 1999) que merman el desarrollo de la planta y por ende la producción.

En el período de estudio (1980-2016), el volumen de producción de trigo pasó de 2.7 a 3.8 millones de toneladas, lo que representó una tasa de crecimiento de 18%. Los rendimientos se incrementaron

Sinaloa stand out. In Zacatecas, from every 10 tons harvested, 8.3 were obtained in rainfed conditions, while in Sinaloa, 9.8 tons come from irrigation zones (SAGARPA-SIAP, 2017); in addition, in the state of Zacatecas, factors such as high or low temperatures, salinity, soil acidity and water deficit cause stress on the crop (Mayek *et al.*, 1999), which lessen the plant development and therefore the production.

During the study period (1980-2016), the wheat production volume went from 2.7 to 3.8 million tons, which represented a growth rate of 18%. The yields increased from 3.6 to 5.3 t ha⁻¹, which is why the increase in production was positive (Table 1) and was due to an effect via yield (Table 2).

The records from SAGARPA-SIAP indicate that 94% of this grain's production is carried out in the autumn-winter cycle; Sonora, Baja California and Guanajuato are the main producing states, with a participation of 71% in the grain production at the national level and whose production growth was extensive in the state of Baja California and intensive for Guanajuato and Sonora (Table 5).

In these states, the flat or nearly flat lands allow the use of agricultural machinery and cold hours (climatic conditions) which impact the germination make their positioning possible as the main wheat producing states (SAGARPA, 2006; Financiera Rural, 2011).

In 2004, wheat production reached the lowest level in the decade, 2.3 million of tons. This, together with the low prices and increases in production costs caused some producers to abandoned the crop; others continued thanks to the government supports and credits that allowed covering operation costs and maintaining a cash flow (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011; SAGARPA, 2006).

In contrast with what happens with wheat, the highest production volume of rice is attained in the spring-summer cycle (85%) and under irrigation conditions (63%). In the agricultural cycle 2016, the states of Campeche, Colima, Michoacán, Nayarit and Veracruz contributed 76% of the production, with 254 043 tons (SAGARPA-SIAP, 2017).

Rice production went from a level of self-sufficiency in the 1970s to the import of three fourths of the apparent consumption in the first decade of the 21st century (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011). The productive trend in the 1980-2016 period can be attributed to the extensive path for the states of

Cuadro 4. Porcentajes explicativos de la producción de frijol en México por estados productores de 1980-2016.

Table 4. Explicative percentages of bean production by producing states from 1980-2016.

Frijol / estados productores	%Δ Superficie	%Δ Rendimiento	%Δ Combinación
Zacatecas	41.6	28.0	30.4
Durango	-75.7	161.7	13.9
Sinaloa	-16.8	126.9	-10.1
Chihuahua	-1379.8	2963.0	-1483.2
Chiapas	140.4	-20.4	-20.1

%Δ: Porcentaje de incremento. ♦ %Δ: Percentage of increase.
 Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017.
 ♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

de 3.6 a 5.3 t ha⁻¹, por lo que, el incremento en la producción fue positivo (Cuadro 1) y se debió a un efecto vía rendimiento (Cuadro 2).

Los registros de SAGARPA-SIAP indican que 94% de la producción de este grano se realiza en el ciclo otoño-invierno, Sonora, Baja California y Guanajuato son los principales estados productores, con una participación de 71% en la producción del grano a nivel nacional y cuyo crecimiento de producción fue vía extensiva en el estado de Baja California e intensiva para Guanajuato y Sonora (Cuadro 5).

En estos estados, las tierras planas o casi planas permiten el uso de maquinaria agrícola y las horas frío (condiciones climáticas) que inciden en la germinación hacen posible su posicionamiento como los principales estados productores de trigo. (SAGARPA, 2006; Financiera Rural, 2011).

En 2004, la producción de trigo alcanzó el menor nivel en el decenio, 2.3 millones de toneladas. Esto, junto con los bajos precios y los incrementos en los costos de producción originaron que algunos productores abandonaran el cultivo; otros continuaron gracias a los apoyos gubernamentales y créditos que permitieron cubrir costos de operación y mantener un flujo de efectivo (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011; SAGARPA, 2006).

A diferencia de lo que sucede con el trigo, el mayor volumen de la producción de arroz se realiza en el ciclo primavera-verano (85%) y en condiciones de riego (63%). En el ciclo agrícola 2016, los estados de Campeche, Colima, Michoacán, Nayarit y Veracruz aportaron el 76% de la producción, con 254,043 toneladas (SAGARPA-SIAP, 2017).

La producción de arroz pasó de un nivel de autosuficiencia en los años 70 a la importación de tres cuartas partes del consumo aparente en la primera década del siglo XXI (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011). La tendencia productiva en el período 1980-2016 puede atribuirse a la vía extensiva para los estados de Nayarit, Campeche, Michoacán y Veracruz; mientras que en Colima el crecimiento fue vía intensiva (Cuadro 6).

El crecimiento vía intensiva o efecto rendimiento puede atribuirse a las variedades de grano utilizadas y la mecanización (Hossain y Narciso, 2004; Osuna *et al.*, 2000). Sin embargo, el uso de estos insumos no fue suficiente y la producción de arroz en el período analizado registró un decremento en la producción de -191 550 t (Cuadro 1).

Cuadro 5. Porcentajes explicativos de la producción de trigo en México por estados productores de 1980-2016.

Table 5. Explicative percentages of wheat production in Mexico by producing states from 1980-2016.

Trigo / estados productores	%Δ Superficie	%Δ Rendimiento	%Δ Combinación
Baja California	43.7	33.6	22.7
Guanajuato	-2500.0	3030.4	-430.4
Sonora	6.2	90.8	2.9

%Δ: Porcentaje de incremento. ♦ %Δ: Percentage of increase.

Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017.

♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

Nayarit, Campeche, Michoacán and Veracruz, while in Colima the growth was intensive (Table 6).

The intensive path or yield effect can be attributed to the varieties of grain used and to mechanization (Hossain and Narciso, 2004; Osuna *et al.*, 2000). However, the use of these inputs was not enough and the rice production in the period analyzed showed a decrease in production of -191 550 t (Table 1).

To a large extent, the policies implemented in Mexico, such as economic openness and entry into force of NAFTA impacted the reduction in the production of Mexican rice, which experienced a displacement motivated by the reduction of trade barriers, the elimination of guarantee prices, the decrease of subsidies in inputs, and the entry of dumping prices of rice coming from Thailand (SAGARPA, 2012; Osuna *et al.*, 2000).

Cuadro 6. Porcentajes explicativos de la producción de arroz en México por estados productores de 1980-2016.

Table 6. Explicative percentages of rice production in Mexico by producing states from 1980-2016.

Arroz / estados productores	% Δ Superficie	% Δ Rendimiento	% Δ Combinación
Nayarit	42.1	34.8	23.1
Campeche	238.5	-412.0	273.5
Michoacán	190.1	-221.3	131.2
Veracruz	152.6	-182.7	130.1
Colima	-11.6	116.4	-4.8

%Δ: Porcentaje de incremento. ♦ %Δ: Percentage of increase.

Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA-SIAP, 2017.

♦ Source: prepared by authors with data from SAGARPA-SIAP, 2017.

En gran medida, las políticas implementadas en México, como la apertura económica y la entrada en vigor del TLCAN impactaron en la reducción en la producción de arroz mexicano, que experimentó un desplazamiento motivado por la reducción de las barreras al comercio, la eliminación de precios de garantía, la disminución de subsidios en los insumos y la entrada de precios *dumping* del arroz provenientes de Tailandia (SAGARPA, 2012; Osuna *et al.*, 2000).

El campo mexicano enfrenta problemas de deforestación, pérdida y contaminación en suelo y agua (PSDAP, 2007) que afectan en el desarrollo del sector agrícola. Por ejemplo, la calidad del agua está deteriorando algunas zonas de la región norte-noroeste del país, zonas productoras de granos de maíz, frijol y trigo.

Los productores de granos se enfrentan a problemas de fertilidad de los suelos por la pérdida de nutrientes debido al monocultivo, uso intensivo de agroquímicos y de salinización asociado al uso intensivo de aguas subterráneas. El deterioro de los suelos es un factor limitante pues implica la disminución gradual de la productividad agrícola o el potencial del suelo para recuperar la vegetación natural (Galán *et al.*, 2014).

La producción de granos básicos constantemente se encuentra en una situación de “alti-bajos”, provocada principalmente por las condiciones climáticas prevalentes. Por ejemplo, cambios de temperatura y variabilidad en precipitación se traducen en situaciones extremas de sequía, inundaciones y variaciones de estacionalidad (FAO-SAGARPA, 2012; Conde y Saldaña, 2007).

El cambio en las temperaturas significa también la presencia de plagas y enfermedades en lugares en donde las condiciones climáticas anteriormente no permitían su desarrollo, lo cual tiene un efecto negativo sobre la producción agropecuaria, en los ingresos de las familias rurales y en el valor de la tierra (FAO-SAGARPA, 2012).

Los resultados de esta investigación indican que los cambios en la producción de granos básicos en México se deben a factores intensivos, lo cual puede ser atribuido a que la frontera agrícola en México llegó a su máxima capacidad a partir del año 1980, por lo cual los tomadores de decisiones y los especialistas en el tema deberán enfocar sus esfuerzos en formular políticas que permitan desestancar la producción de granos básicos de temporal, mediante la aplicación de sistemas integrales de prácticas de producción,

The Mexican farmland faces problems of deforestation, loss and contamination of soil and water (PSDAP, 2007) affecting the development of the agricultural sector. For example, water quality is deteriorating some zones of the north-northwestern region of the country, producing zones of maize, bean and wheat grains.

The grain producers face problems of soil fertility due to the loss of nutrients because of monocrops, intensive use of agrichemicals, and salinization associated to the intensive use of underground water. The deterioration of soils is a limiting factor since it implies the gradual decrease of agricultural productivity or the soil's potential to recover the natural vegetation (Galán *et al.*, 2014).

Basic grain production is constantly in a situation of “highs and lows”, caused mainly by the prevalent climatic conditions. For example, changes in temperature and variability in precipitation are translated into extreme situations of drought, flooding and seasonal variations (FAO-SAGARPA, 2012; Conde and Saldaña, 2007).

The change in temperatures also entails the presence of pests and diseases in places where the climatic conditions previously did not allow their development, which has a negative effect on the agricultural and livestock production, on the income of rural families and on the value of land (FAO-SAGARPA, 2012).

The results from this study indicate that the changes in basic grain production in Mexico are due to intensive factors, which can be attributed to the agricultural frontier in Mexico reaching its maximum capacity since the year 1980, which is why decision makers and experts in the theme ought to focus their efforts on formulating policies that allow unblocking rainfed basic grain production, through the application of integral systems of production practices, efficient use of inputs and technology; and in this way contributing to satisfying the demand for the main source of food for Mexican families, basic grains. Any expansion of the surface sown must be subject to restrictions such as the impact on the environment that may be negative from the pressure on water extraction, the negative effects of the use of nitrogen that is vital for cereals, soil preparation or the advance on forests for agricultural use, among others.

In the near future, prevention actions must be performed that allow reducing the vulnerability

uso eficiente de insumos y tecnología; y de esta forma contribuir a satisfacer la demanda de la principal fuente alimentaria de las familias mexicanas, los granos básicos. Cualquier expansión de la superficie sembrada debe hacerse sujeta a restricciones como el impacto sobre el ambiente que puede ser negativo por la presión sobre la extracción de agua, los efectos negativos del uso de nitrógeno que es vital para los cereales, la preparación del suelo o el avance sobre los bosques para uso agrícola, entre otros.

En el futuro próximo, se deben realizar acciones de prevención que permitan reducir la vulnerabilidad en la producción de granos básicos y en general de la agricultura y contrarrestar los efectos del cambio climático. Producir cultivos donde sus requerimientos agroecológicos son plenamente cubiertos, sin duda asegurará un mayor rendimiento, con mejores ganancias y menor deterioro ambiental (INIFAP, 2012).

CONCLUSIONES

En el período de 1980 a 2016 se identificó una modificación en las estructuras de la producción, la de maíz, frijol y trigo se caracterizó por crecer por la vía intensiva, es decir, las variaciones en la producción se explicaron por el incremento de los rendimientos, mientras que el cultivo de arroz se caracterizó por el efecto extensivo.

La determinación de las causas de las modificaciones registradas en la producción requiere utilizar otros métodos de análisis; por ejemplo, la contabilidad de la calidad producto-factor, la perspectiva del rendimiento de la inversión, indicadores de niveles de capital tecnológico o correlaciones entre el crecimiento de la productividad total de factores.

La identificación de las causas de las modificaciones en la producción agrícola en México permitirá reforzar la capacidad productiva mediante la aplicación de un sistema integrado de prácticas de producción, uso eficiente de insumos y tecnologías que en el largo plazo puedan satisfacer las necesidades de la población sin comprometer los recursos naturales, la calidad del medio ambiente y lograr la seguridad alimentaria.

Agradecimientos

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de los árbitros de la revista.

in the production of basic grains and in general of agriculture, and counteracting the effects of climate change. Producing crops where agroecological requirements are fully covered, without a doubt will ensure a higher yield, with higher profits and lower environmental deterioration (INIFAP, 2012).

CONCLUSIONS

In the period of 1980 to 2016, a modification was identified in the structures of production; maize, bean and wheat production was characterized by growing through the intensive path, that is, the variations in the production were explained by the increase of the yields, while rice cultivation was characterized by the extensive effect.

Determining the causes of the modifications found in the production requires using other analytical methods; for example, the accounting of the product-factor quality, the perspective of investment yield, indicators of levels of technological capital, or correlations between growth of the total productivity of factors.

Identifying the causes of the modifications in the agricultural production in Mexico will allow reinforcing the productive capacity through the application of an integrated system of production practices, efficient use of inputs and technologies that in the long term can satisfy the needs of the population without compromising the natural resources, the quality of the environment, and achieving food security.

—End of the English version—



LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. J., y Schwentesius, R. R. 2004. La producción de cebada maltera en México. Ventaja comparativa no capitalizada. Reporte de Investigación 72. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo (1ra ed.). México. 61 p.
- Ayala, A., Schwentesius, R., Gómez, M., y Almaguer, G. 2008. Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberalización comercial. *Región y Sociedad*, 20 (42): 37–62.
- Barrera-Rodríguez, A. I., Palacio-Muñoz, V. H., Almaguer-Vargas, G., Ayala-Garay, A. V., y Avalos-Gutiérrez, C. 2011. Tenden-

- cia de la producción agrícola de México 1970-2007: una perspectiva desde los censos agrícolas. In: Palacio-Muñoz, V.H.; Almaguer-Vargas, G y Muñoz-Rodríguez (coordinadores). El campo mexicano: 1970-2007. Un análisis a partir de los censos agrícolas, ganaderos y ejidales (1ra ed.), Mundi-Prensa, México. 303 p.
- Conde, A. C. y Saldaña, Z. S. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. Edición especial cambio climático. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23 (2): 23-30.
- Cruz, D. D., Leos-Rodríguez, J. A. y Altamirano-Cárdenas, J. R. 2013. México: factores explicativos de la producción de frutas y hortalizas ante la apertura comercial. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19 (3): 267-278. Disponible en: <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.05.029>
- Cruz, D. D., Leos-Rodríguez, J. A., y Altamirano-Cárdenas, J. R. 2012. La evolución del patrón de cultivos de México en el marco de la integración económica, 1980 a 2009. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 893-906.
- Díaz-José, O., Aguilar-Ávila, J., Rendón-Medel, R., and Santoyo-Cortés, H. 2013. Current state of and perspectives on cocoa production in Mexico. *Ciencia E Investigación Agraria*, 40 (2): 279-289.
- FAOSTAT. 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadística. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> [Fecha de consulta: septiembre 09 de 2017].
- FAO-SAGARPA. 2012. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático, 439. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/OtrosEstudios/Attachments/37/CambioClimatico.pdf> [Fecha de consulta: enero 14 de 2014].
- Financiera Rural. 2011. Monografía del Trigo Grano. México. Disponible en: [http://www.financierarural.gob.mx/informacion-sectorial/Documentos/Monografias/MonografiaTrigo\(abr11\)vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacion-sectorial/Documentos/Monografias/MonografiaTrigo(abr11)vf.pdf) [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- G-20. 2012. Seguridad alimentaria: Prioridad del G20 contribución de las experiencias de México. México. Disponible en: <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2012/10116.pdf> [Fecha de consulta: abril 18 de 2015].
- Galán, C., Balvanera, P., y Castellarini, F. 2014. Estudio de caso en México: el desarrollo del sector primario en el norte y noroeste. *Claridades Agropecuarias*, 246. Disponible en: <http://www.infoserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=246> [Fecha de consulta: mayo 06 de 2014].
- Hossain, M., y Narciso, J. 2004. Long-term prospects for the global rice economy. *FAO Rice Conference*, (February), 12-13. Disponible en: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:LONG-TERM+PROSPECTS+FOR+THE+GLOBAL+RICE+ECONOMY#1> [Fecha de consulta: mayo 5 de 2014].
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 2012. Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México (1ra ed). México. Disponible en: http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/potencialproductivo/potencial_productivo.pdf [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- Knutson, R. D., Westhoff, P., and Sherwell, P. 2010. Trade liberalizing impacts of NAFTA in sugar: global implications. *International Food and Agribusiness Management Review*, 13(4): 1-16.
- Macías, M. A. 2010. Competitividad de México en el mercado de frutas y hortalizas de Estados Unidos de América, 1989-2009. *Agroalimentaria*, 16(31), 31-48. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199215829001>.
- Mayek, P. N., García, E. R., López, C. C., y Acosta, G. J. A. 1999. Caracterización in vitro de aislamientos mexicanos de *Macrophomina phaseolina*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 17, 83-90.
- OCDE-FAO. 2013. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Ed. (1ra ed.). México. Disponible en: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- Osuna, C. F. de J., Hernández, A. L., Salcedo, A. J., Tavitas, F. L., y Gutiérrez, D. L. J. 2000. Manual para la producción de arroz en la región central de México. SAGAR-INIFAP, Ed. (1ra ed.). México. Disponible en: <http://intranet.inifap.gob.mx/infoteca/inifap/Agricola/Libro126.pdf> [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- PND. 2013. Plan Nacional de Desarrollo. Presidencia de la República. México. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/> [Fecha de consulta: septiembre 9 de 2017].
- PND. 2007. Plan Nacional de Desarrollo. Presidencia de la República. México. Disponible en: <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/pnd.pdf> [Fecha de consulta: Mayo 6 de 2014].
- PSDAP. 2007. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/transparencia/pot2008/XV-inf/Programa-Sectorial2007-2012.pdf> [Fecha de consulta: abril 21 de 2015].
- SAGARPA. 2012. Situación Actual y Perspectiva del Arroz en México 1990-2010. México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/Arroz.pdf [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- SAGARPA. 2006. Situación Actual y Perspectivas del Trigo en México 1990-2006. México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/trigo90-06.pdf [Fecha de consulta: abril 19 de 2015].
- SAGARPA-SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Fecha de consulta: agosto 04 de 2017].
- Venezian, L. E., and Gamble, W. K. 1969. Factors Influencing Mexican Agricultural Development. In: P. Frederick and A. Praeger (Eds.). *The Agricultural Development of Mexico. Its Structure and Growth Since 1950* (1ra ed.). New York, Washington. London. 92-120 p.