

# GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DE MÉXICO (1995-2010)

## PUBLIC SPENDING IN AGRICULTURAL EDUCATION AND RESEARCH IN MEXICO (1995-2010)

Aureola **Quiñónez-Salcido**<sup>1</sup>, A. Cecilia **Travieso-Bello**\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Col. Santa Fe Cuajimalpa. Delegación Cuajimalpa de Morelos. 05348, Ciudad de México (aureola\_qs@hotmail.com). <sup>2</sup>Facultad de Economía, Universidad Veracruzana. Av. Xalapa S/N. 91020, Xalapa, Veracruz, México (atravieso@uv.mx)

### RESUMEN

El gasto público federal de fomento al sector agrícola en México a mediados del siglo pasado se caracterizó por una alta intervención pública en infraestructura de riego y modernización del campo mexicano. En contraste, a finales del siglo pasado, las transferencias públicas se destinaron principalmente al apoyo del ingreso de los productores agrícolas. Por ello, el presente trabajo evalúa la incidencia del gasto público agrícola federal de México y sus componentes de investigación y educación, en el crecimiento agrícola durante 1995-2010. El análisis del Índice de Orientación Agrícola reveló que el sector público dio mayor relevancia a las transferencias públicas de otros sectores que a la agricultura. Además, se observó una tendencia descendente en la participación del sector agrícola en la economía en conjunto. Se encontró que las transferencias públicas destinadas al fomento de la agricultura regresan al sector, incrementado seis veces más en un periodo de un año; en tanto que el gasto en educación y ciencia agrícola retornaron cien veces más, en un lapso de cuatro años. Se recomienda destinar mayores recursos a programas de fomento a la educación e investigación agrícola, fortaleciendo las cadenas productivas e impulsando la competitividad y el desarrollo agroalimentario.

**Palabras clave:** crecimiento económico, Índice de Orientación Agrícola, transferencias públicas.

### INTRODUCCIÓN

El análisis de la incidencia del gasto público en investigación y extensión agrícola en la productividad marginal de la agricultura, en 48 entidades de los Estados Unidos de América, durante

\* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: noviembre, 2016. Aprobado: julio, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 17: 471-488. 2020.

### ABSTRACT

Federal public spending for promotion of the agricultural sector in Mexico during the mid-20th century was characterized by a high public intervention in irrigation infrastructure and modernization of the Mexican farmland. In contrast, at the end of the last century, public transferences were destined mainly to backing the income of farmers. Therefore, this study evaluates the impact of federal agricultural public spending in Mexico and its research and education components, on agricultural growth during 1995-2010. The analysis of the Agriculture Orientation Index revealed that the public sector gave more importance to public transferences of sectors other than agriculture. In addition, a decreasing trend was observed in the participation of the agricultural sector in the economy as a whole. It was found that public transferences destined to the promotion of agriculture return to the sector, increased six-fold in a period of one year; meanwhile the expenditure in agricultural education and science returned hundredfold in a lapse of four years. It is recommended to devote more resources to programs for promotion of agricultural education and research, strengthening productive chains and driving competitiveness and agrifood development.

**Key words:** economic growth; Agriculture Orientation Index; public transferences.

### INTRODUCTION

The analysis of the impact of public spending on agricultural extension and research on the marginal productivity of agriculture, in 48 states of the United States of America during the 1970-2004 period, revealed that public investment in agricultural research and extension fostered a

el período 1970-2004, reveló que las inversiones públicas en investigación y extensión agrícola propiciaron un retorno social de 67 y 100%, respectivamente (Jin y Huffman, 2016).

La estimación de las erogaciones públicas en investigación agrícola de América Latina mostró que un 10% de incremento del gasto en investigación y desarrollo puede aumentar en uno por ciento el número de investigadores agrícolas. Por tanto, el gasto público rural eficiente ejerce fuertes efectos positivos sobre el crecimiento del sector agrícola y el desarrollo de las áreas rurales (Soto *et al.*, 2006).

En particular, el gasto público chileno para el período 2000-2005 destinó 1% del producto interno bruto agropecuario para el fomento de la investigación y desarrollo del sector, propiciando una tasa media anual de crecimiento en el sector silvoagropecuario de 6.1%, superior en 1.7% al crecimiento de la economía en su conjunto (REDPA-IICA, 2005). Por otra parte, el Instituto de Desarrollo Agropecuario de Chile implementó un Programa de Transferencia Tecnológica, que mostró un impacto positivo sobre el margen bruto de explotación de los predios campesinos, aumentando el ingreso bruto anual de los hogares, con una incidencia significativa sobre la producción (Kjölllerström, 2006).

El proceso de transición de un sistema agrícola tradicional a uno sustentado en la innovación educativa y tecnológica puede ser impulsado por el sector público, a través de programas que fomenten la educación e investigación en este sector. El gasto público en el sector agrícola se ha aplicado a programas de fomento productivo, que incluyen gastos administrativos, comercialización, infraestructura de riego o irrigación agrícola, investigación científica y tecnológica, extensión técnica agrícola, entre otros. Estos programas están orientados a favorecer la producción y los ingresos de los productores rurales (Kjölllerström, 2004).

En México, el gasto público federal de fomento al sector agrícola ha pasado por diversas fases. A mediados del siglo pasado, las estrategias se caracterizaron por una elevada inversión pública en infraestructura de riego y modernización agrícola, a través de paquetes tecnológicos de alta productividad, se impulsó la investigación y ciencia agrícola, con la creación del Instituto de Investigaciones Agrícolas. Además, se fomentó la industrialización del país, favoreciendo las transformaciones de los procesos agrícolas e incrementando la rentabilidad y productividad del campo.

social return of 67 and 100%, respectively (Jin and Huffman, 2016).

Estimation of public expenditure in agricultural research in Latin America showed that 10% increase in spending in research and development can increase in one percent the number of agricultural researchers. Therefore, efficient rural public spending exerts strong positive effects on the growth of the agricultural sector and the development of rural areas (Soto *et al.*, 2006).

In particular, Chilean public spending for the 2000-2005 period destined 1% of the agriculture and livestock gross domestic product for the promotion of research and development in the sector, fostering a mean annual growth rate in the forest-agro-livestock sector of 6.1%, higher in 1.7% than the growth of the economy as a whole (REDPA-IICA, 2005). On the other hand, the Agriculture and Livestock Development Institute of Chile implemented a Technological Transference Program, which showed a positive impact on the gross margin of exploitation of peasant plots, increasing the gross annual income of the households, with a significant impact on production (Kjölllerström, 2006).

The transition process from a traditional agricultural system to one based on educational and technological innovation can be encouraged by the public sector, through programs that promote education and research in this sector. Public spending in the agricultural sector has been applied to programs of productive promotion, which include administrative expenses, commercialization, irrigation infrastructure or agricultural irrigation, scientific and technological research, technical agricultural extension, among others. These programs are directed at favoring the production and income of rural producers (Kjölllerström, 2004).

In Mexico, federal public spending for promotion of the agricultural sector has gone through various phases. In the middle of the past century, the strategies were characterized by a high public investment in irrigation infrastructure and agricultural modernization, through high productivity technological packages, agricultural research and science was fostered, with the creation of the Agricultural Research Institute. In addition, the industrialization of the country was promoted, favoring the transformations of agricultural processes and increasing the profitability and productivity of

El sector agrícola mexicano fue el principal generador de divisas. Destacó el período 1940-1960 como el de mayor crecimiento de la economía mexicana (Luiselli y Mariscal, 1981; Hewitt, 1999).

En contraste, ante la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) las erogaciones públicas de México se destinaron principalmente al impulso de la competitividad y comercialización de los productos agrícolas, mediante el apoyo al ingreso de los productores agrícolas (PR, 1994). Por ello, a finales del año 1993, en víspera del TLCAN, se creó el Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo), con el objetivo de compensar el ingreso de los agricultores ante la apertura comercial, con una duración de quince años, extendiéndose hasta 2013. El programa representó 30% del presupuesto ejercido por la Sagarpa (Carrera y Carrillo, 2016), por lo que se consideró durante veinte años la principal herramienta de política agrícola en México (Piñera *et al.*, 2016). Sin embargo, a partir de 2010 disminuyeron las transferencias públicas a dicho programa.

En 2013 el Procampo se transformó a Proagro Productivo, como el primer programa agrícola con inclusión social, dando prioridad a proyectos presentados por integrantes registrados en el padrón de beneficiarios del Programa Progresá (antes Programa de Desarrollo Humano Oportunidades) y en el Programa de Apoyo Alimentario (Quiñónez *et al.*, 2017).

Yúnez (2015) señaló que la mayor parte de los recursos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) se ha destinado a programas de apoyo al ingreso de los productores agrícolas, como el Procampo. Por tanto, se desatendieron transferencias públicas para fomentar la investigación y desarrollo agropecuario, la inversión en infraestructura, así como la sanidad de los alimentos generados en el sector, propiciando un gasto público agrícola “inequitativo, costoso y excesivo”.

Por otra parte, el sistema de extensión agrícola mexicano ha atravesado diversos momentos, pasando de ser un servicio estatal a uno con tintes cuasi privados y desarticulado. No se ha logrado un proceso de integración entre las diferentes instituciones involucradas y se han enfrentado problemas como la falta de continuidad, así como de evaluación de resultados y de impactos (Amaro-Rosales y de Gortari-Rabiela, 2016).

the farmland. The Mexican agricultural sector was the main generator of currency. The 1940-1960 period stood out as the one of highest growth of the Mexican economy (Luiselli and Mariscal, 1981; Hewitt, 1999).

In contrast, with the entry into force of the North American Free Trade Agreement (NAFTA) public expenditure in Mexico were destined primarily to the promotion of competitiveness and to commercialization of agricultural products, by supporting the income of agricultural producers (PR, 1994). Therefore, at the end of the year 1993, on the verge of NAFTA, the Program of Direct Supports to the Farmland (*Programa de Apoyos Directos al Campo*, Procampo) was created, with the objective of compensating the income of farmers in face of commercial openness, with duration of fifteen years, and extending until 2013. The program represented 30% of the budget exercised by Sagarpa (Carrera and Carrillo, 2016), which is why it was considered the main tool for agricultural policy in Mexico for twenty years (Piñera *et al.*, 2016). However, since 2010 the public transferences to this program have decreased.

In 2013, Procampo was transformed into Productive Proagro, as the first agricultural program with social inclusion, prioritizing projects presented by registered members of the pattern of beneficiaries of the Progresá Program (before the Human Development Oportunidades Program) and of the Program for Food Support (Quiñónez *et al.*, 2017).

Yúnez (2015) pointed out that most of the resources from the Ministry of Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Food (Sagarpa) have been destined to programs to support the income of agricultural producers, such as Procampo. Therefore, public transferences to foster agricultural and livestock research and development, investment in infrastructure, as well as the health of foods generated in the sector, were disregarded, encouraging agricultural public spending that is “inequitable, costly and excessive”.

On the other hand, the Mexican agricultural extension system has gone through various moments, from being a state service to one with nearly private hints and disarticulated. An integration process between the different institutions involved has not been achieved and problems like the lack of continuity have emerged, as well as the evaluation of results and impacts (Amaro-Rosales and de Gortari-Rabiela, 2016).

El gasto público en desarrollo rural en México es ineficiente, debido a la identificación inadecuada de los problemas públicos, los desfases presupuestales, así como las deficiencias en la dispersión y focalización (Santoyo-Cortés *et al.*, 2017).

Actualmente, el gobierno federal estableció en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (GR, 2013), el Programa para Democratizar la Productividad, con el propósito de favorecer la producción y los ingresos de las familias en condiciones de pobreza, que son beneficiarias del programa “Prospera”, mediante apoyos para el acceso a herramientas, tecnologías y conocimientos, con el fin de incrementar la productividad de los trabajadores, los productores y las empresas (Berdegué *et al.*, 2015).

Trigo *et al.* (2013) destacaron que los nuevos conocimientos y la innovación son elementos determinantes en el crecimiento económico, que resaltan en la discusión estratégica sobre la agricultura y alimentación.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es evaluar la incidencia del gasto público agrícola federal de México y sus componentes de investigación y educación, en el crecimiento agrícola durante 1995-2010. Se seleccionó como fecha inicial 1995, un año después de la entrada en vigor del TLCAN, debido a las implicaciones de la apertura comercial. La fecha de término (2010) corresponde al año número quince de operación del Procampo.

Según la FAO (2004), la mayor producción agrícola puede presentarse por un aumento en la superficie cultivada o en los rendimientos físicos, considerando a la investigación y educación como elemento sustantivo en los rendimientos físicos y por tanto, en el incremento del Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA). Con base en lo anterior, la hipótesis que se plantea en esta investigación es que la superficie cultivada no ha incrementado de forma significativa y el impulso a las actividades agrícolas es menor al de otros sectores de la economía, sin embargo, existe una relación positiva entre el gasto público en investigación y educación agrícola y el crecimiento a mediano plazo del sector, medido a través del PIBA.

## METODOLOGÍA

El crecimiento económico es calculado por la variación en el PIB y determinado por la sumatoria de las variables: consumo, gasto gubernamental, inversión y exportaciones netas (Dornbusch *et al.*, 2009), de tal

Public spending for rural development in Mexico is inefficient, due to the inadequate identification of public problems, budgetary discrepancies, as well as deficiencies in dispersion and focalization (Santoyo-Cortés *et al.*, 2017).

Recently, the federal government established the Program to Democratize Productivity in the 2013-2018 National Development Plan (GR, 2013), with the purpose of favoring the production and income of families under poverty conditions, which are beneficiaries of the “Prospera” program, through supports for access to tools, technologies and knowledge, with the aim of increasing the productivity of workers, producers and businesses (Berdegué *et al.*, 2015).

Trigo *et al.* (2013) highlighted that new knowledge and innovation are determinant elements for economic growth, and they stand out in the strategic discussion of agriculture and food.

In this context, the objective of this study is to evaluate the impact of federal agricultural public spending and its research and education components, on agricultural growth during 1995-2010. The initial date selected was 1995, one year after the entry into force of NAFTA, due to the implications of commercial openness. The end date (2010) corresponds to year fifteen of Procampo’s operation.

According to FAO (2004), higher agricultural production can take place because of an increase in the cultivated surface or in the physical yields, taking into consideration research and education as substantive element in the physical yields, and therefore, in the increase of the Agricultural Gross Domestic Product (AGDP). Based on this, the hypothesis suggested in this study is that the cultivated surface has not increased significantly and the promotion of agricultural activities is lower than in other sectors of the economy; however, there is a positive relationship between public spending on agricultural research and education and the sector’s growth in the mid-term, measured through the AGDP.

## METHODOLOGY

Economic growth is calculated from a variation in the GDP and determined by the sum of the variables: consumption, government spending, investment and net exports (Dornbusch *et al.*, 2009), so that public spending in agricultural research and education is

forma que el gasto público en investigación y educación agrícola se estudia como componente del PIBA, considerando el resto de las variables constantes.

Se obtuvieron los datos de superficie sembrada para el período 1994-2010 del Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y se calculó la tasa de crecimiento anual promedio de 1995-2010.

Para el análisis de la incidencia del gasto en investigación y educación agrícola en el crecimiento del sector, se retomaron las aportaciones de Romer (1994), quien consideró al conocimiento como un factor acumulable para el crecimiento, concibiendo la integración del capital físico y humano. Por ello, en el presente trabajo, se analizaron las transferencias públicas para el fomento de la investigación y educación del sector agrícola, ya que ambas se relacionan tanto con el capital físico como con el humano.

Se empleó el Índice de Orientación Agrícola (IOA), creado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2002), que analiza la importancia relativa del fomento al sector agrícola respecto al gasto público total destinado a impulsar la economía del país. Éste se calculó dividiendo la proporción del gasto público agrícola federal (*GPAF*) respecto al gasto público federal total (*GPFT*), entre la proporción del *PIBA* en relación al Producto Interno Bruto total (*PIB*). Los datos de gasto público se obtuvieron de la cuenta pública de hacienda federal (SHCP, 2012), mientras que el *PIBA* y el *PIB*, del Sistema de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2012).

$$IOA = (GPAF/GPFT) / (PIBA/PIB)$$

En la determinación de las transferencias públicas al sector agrícola se observó que las erogaciones estaban agrupadas en la clasificación funcional de desarrollo agropecuario y forestal. Por ello, para determinar el gasto destinado al sector agrícola, se propuso una ecuación que considera únicamente a los programas del sector, que son Procampo, Inspección y Certificación de Semillas, Infraestructura Hidroagrícola, Reforma Agraria y Tribunales Agrarios. Adicionalmente, se calculó la representación porcentual del *PIBA*, respecto al *PIB* del sector Primario (*PIBP*) de cada año, durante 1995-2010. Dicha representación porcentual se utilizó como referencia para realizar un cálculo estimado de las transferencias agrícolas de los

studied as a component of the AGDP, considering the rest of the variables constant.

The data of surface sown for the 1994-2010 period were obtained from the Agrifood and Fishing Information Services (*Servicios de Información Agroalimentaria and Pesquera*, SIAP) and the average annual growth rate for 1995-2010 was calculated.

For the analysis of impact of spending for agricultural research and education on the sector's growth, the contributions by Romer (1994) were taken up again, which consider knowledge as an accumulative factor for growth, conceiving the integration of the physical and human capital. Therefore, public transferences for the promotion of research and education in the agricultural sector were analyzed, since they were both related with the physical and human capital.

The Agricultural Orientation Index (AOI), created by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2002), was used, which analyzes the relative importance of the promotion of the agricultural sector regarding total public spending destined to fostering the country's economy. This was calculated by dividing the proportion of the federal agricultural public spending (*FAPS*) compared to the total federal public spending (*TFPS*), by the proportion of the AGDP in relation to the total Gross Domestic Product (GDP). The data of public spending were obtained from the federal revenue public account (SHCP, 2012), while the AGDP and the GDP from the National Accounts System of the National Institute of Statistics and Geography (*Instituto Nacional de Estadística y Geografía*, INEGI, 2012).

$$AOI = (FAPS/TFPS) / (AGDP/GDP)$$

For the determination of public transferences to the agricultural sector it was observed that the expenditures were grouped into the functional classification of agricultural, livestock and forestry development. For this purpose, to determine the spending destined to the agricultural sector, an equation was proposed that considers only the sector's program, which are Procampo, Seed Inspection and Certification, Hydro-agricultural Infrastructure, Agrarian Reform and Agrarian Courts. In addition, the percentage representation of AGDP compared to the Primary sector GDP (*PIBP*) from each year, during 1995-2010. This percentage representation

programas agropecuarios y forestales de la clasificación funcional del gasto en desarrollo agropecuario y forestal.

El gasto público agrícola federal (*GPAF*) se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$GPAF = PROC + ICS + IH + RAT + (PIBA/PIBP) (APC + GIEAPF + SIA + GF)$$

donde *PROC* representa a Procampo, *ICS* es el gasto destinado a Inspección y Certificación de Semillas, *IH* es la erogación en Infraestructura Hidroagrícola, *RAT* es el gasto en desarrollo de Reforma Agraria y Tribunales Agrarios, *PIBA/PIBP* corresponde a la relación porcentual del *PIBA* respecto al *PIBP*, *APC* es el gasto en el programa Alianza para el Campo, *GIEAPF* son las transferencias públicas de fomento a la Investigación y Educación Agropecuaria y Forestal, *SIA* es el gasto en Sanidad e Inocuidad Alimentaria y *GF* es el Gasto en Financiamiento a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Sagarpa, del periodo de estudio 1995-2010.

En el caso del gasto en investigación y educación agrícola, se consideró el resultado de multiplicar *GIEAPF* por la relación porcentual *PIBA/PIBP*. En las transferencias destinadas al fomento a la ciencia del sector primario, se encontraron las siguientes instituciones de educación agrícola: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA), Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA), Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Colegio de Postgraduados (Colpos), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero (CSAEG).

Para calcular el gasto en investigación y educación agrícola (*GIEA*), se propuso la siguiente ecuación:

$$GIEA = PIBA/PIBP (INIFAP + INCA + SNIA + UACH + COLPOS + UAAAN + CSAEG)$$

donde el *GIEA* realizado con recursos federales es determinado por la relación porcentual *PIBA/PIBP* multiplicado por el gasto destinado a educación, ciencia y tecnología agrícola, a través de *INIFAP*, *INCA*, *SNIA*, *UACH*, *COLPOS*, *UAAAN* y *CSAEG*, durante el período 1995-2010.

was used as reference to carry out an estimated calculation of agricultural transferences from agricultural, livestock and forestry programs of the functional classification of spending in agricultural, livestock and forestry development.

The federal agricultural public spending (*FAPS*) was calculated through the following equation:

$$FAPS = PROC + ICS + IH + RAT + (AGDP/PIBP) (APC + SAREPF + SIA + GF)$$

where *PROC* represents Procampo, *ICS* is the spending destined to Seed Inspection and Certification, *IH* is the expenditure in Hydro-agricultural Infrastructure, *RAT* is the spending on Agrarian Reform and Agrarian Courts, *AGDP/PIBP* corresponds to the percentage rate of *AGDP* regarding *PIBP*, *APC* is spending on the program *Alianza para el Campo*, *GIEAPF* are the public transferences for promotion of Agricultural, Livestock and Forestry Research and Education, *SIA* is spending on Food Safety and Innocuousness, and *GF* is spending on financing through the Ministry of Finance and Public Credit (*Secretaría de Hacienda y Crédito Público*, SHCP) and Sagarpa, from the study period 1995-2010.

In the case of spending on agricultural research and education, the result from multiplying *GIEAPF* by the percentage rate *AGDP/PIBP* was considered. In the transferences destined to promotion of primary sector science, the following institutions of agricultural education were found: *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias* (Inifap), *Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural* (INCA), *Sistema Nacional de Investigación Agrícola* (SNIA), *Universidad Autónoma de Chapingo* (UACH), *Colegio de Postgraduados* (Colpos), *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* (UAAAN) and *Colegio Superior Agropecuario del estado de Guerrero* (CSAEG).

To calculate the spending in agricultural research and education (*SARE*), the following equation was proposed:

$$SARE = AGDP/PIBP (INIFAP + INCA + SNIA + UACH + COLPOS + UAAAN + CSAEG)$$

where *SARE* carried out with federal resources is determined by the percentage rate *AGDP/PIBP*

Además, para evaluar la incidencia del gasto público agrícola federal en el PIBA, se aplicó un modelo de regresión lineal en una serie de tiempo de 1995 a 2010. Se consideró que las transferencias públicas federales al sector agrícola no son aplicadas de forma inmediata, debido a que la producción agrícola tiene que pasar por un ciclo productivo, teniendo un efecto retardado en el tiempo. Por tanto, se consideró el rezago de un año en la incidencia del gasto en el PIBA (Greene, 2012). El modelo es el siguiente:

$$Y_i = \beta_1 X_{i-1} + u_i$$

o

$$PIBA_i = \beta_1 GPAF_{i-1} + u_i$$

donde  $Y_i$  representa la variable dependiente *PIBA*, en el período  $i$  (1995-2010);  $\beta_1$  indica la variación en la media de  $Y$  por un cambio unitario de  $X$ ;  $X_{i-1}$  es la variable independiente *GPAF*, en el período  $i-1$ ; y  $u$  representa el término de perturbación o de error (Gujarati y Porter, 2010).

En el modelo de regresión no se incluyó el coeficiente del intercepto o la constante, considerándose como regresión a través del origen, donde la media de las variables de respuesta es diferente de cero y los coeficientes de la regresión no son significativos (Baum, 2006), lo que simplifica el cálculo de las formas (Gujarati y Porter, 2010). Se consideró la significancia del modelo, cuando cumple con un grado de confianza mayor a 95%, medido a través de la probabilidad ( $p$ ) de  $t$ , menor a 0.05, ( $p(t) < 0.05$ ) y se aplicó la prueba de Fisher (F), donde una  $F < 0.025$  para probar la significancia de las variables, unido a la correlación de Pearson con  $R^2$  mayor a 0.7.

Los datos se analizaron con el software estadístico Statistics/Data Analysis (Stata 11), en una serie de tiempo. Se partieron de los siguientes supuestos: 1) estacionariedad de la serie, donde la media y la varianza de las variables no varían sistemáticamente con el tiempo; 2) el valor de la covarianza entre dos períodos depende de su rezago; 3) las variables no están autocorrelacionadas, lo cual se corrobora con la prueba Dickey-Fuller (Wooldridge, 2015); y 4) la regresión no es espuria, es decir, el estadístico Durbin-Watson es mayor que la  $R^2$  (Granger y Newbold, 1974).

multiplied by the spending destined to agricultural education, science and technology, through Inifap, INCA, SNIA, UACH, COLPOS, UAAAN and CSAEG, during the period of 1995-2010.

In addition, in order to evaluate the impact of federal agricultural public spending on AGDP, a linear regression model was applied in a time series from 1995 to 2010. It was considered that federal public transfers to the agricultural sector are not applied immediately, because agricultural production has to go through a productive cycle, with a delayed effect in time. Therefore, lagging of one year was considered in the impact of spending on the AGDP (Greene, 2012). The model is the following:

$$Y_i = \beta_1 X_{i-1} + u_i$$

o

$$AGDP_i = \beta_1 FAPS_{i-1} + u_i$$

where  $Y_i$  represents the dependent variable *AGDP*, in the period  $i$  (1995-2010);  $\beta_1$  indicates the variation in the mean of  $Y$  by a unitary change of  $X$ ;  $X_{i-1}$  is the independent variable *FAPS*, in the period  $i-1$ ; and  $u$  represents the disturbance term or error (Gujarati and Porter, 2010).

In the regression model the coefficient of the intercept or the constant was not included, considering it as a regression through the origin, where the mean of the response variables is different from zero and the regression coefficients are not significant (Baum, 2006), which simplifies the calculation of the forms (Gujarati and Porter, 2010). The significance of the model was considered, fulfilling a confidence level higher than 95%, measured through the probability ( $p$ ) of  $t$ , lower than 0.05, ( $p(t) < 0.05$ ) and Fisher (F) test was applied, where  $F < 0.025$  to test the significance of the variables, united to the Pearson correlation with  $R^2$  higher than 0.7.

The data were analyzed with the statistical software Statistics/Data Analysis (Stata 11), in a time series. It began from the following assumptions: 1) stationarity of the series, where the mean and the variance of the variables did not vary systematically with time; 2) the value of covariance between two periods depends on

En el análisis de la incidencia de las erogaciones en educación e investigación agrícola en el crecimiento del sector agrícola, también se utilizó un modelo de regresión lineal en una serie de tiempo, suponiendo que el gasto en educación e investigación no incide en forma inmediata. Se consideró un efecto retardado en el tiempo con efectos de mediano o largo plazo. Este se calculó mediante los Criterios de Información de Akaike y de Schwarz (Gujarati y Porter, 2010), obteniéndose para este modelo un rezago óptimo de cuatro años.

El modelo aplicado del gasto público en investigación y educación agrícola fue de regresión a través del origen, donde se eliminó el coeficiente del intercepto  $\beta_0$ , quedando de la forma siguiente:

$$PIBA_i = \beta_1 GIEA_{i-4} + u_i$$

donde  $PIBA$  es el Producto Interno Bruto Agrícola en el año  $i$ ,  $\beta_1 GIEA_{i-4}$  representa el gasto en investigación y educación agrícola en el año  $i$  con un rezago de cuatro años,  $\beta_1$  es la relación de cambio del gasto en investigación y educación agrícola respecto al  $PIBA$ ,  $u_i$  es el término perturbación o de error en el año  $i$ .

Al igual que en el modelo del GPAF, los datos se analizaron en el software estadístico Stata 11, en una serie de tiempo del periodo 1995-2010, partiendo de los mismos supuestos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Gasto público agrícola federal y PIBA

El análisis del IOA mostró una tendencia descendente durante el período 1995-2010, alcanzando valores menores a uno por ciento a partir de 2003, con excepción de 2004 y 2005, donde fue igual a uno por ciento (Cuadro 1). Esto indica que el sector agrícola ha perdido importancia en el gasto total del gobierno. Estos resultados son similares a los obtenidos para Ecuador durante el período 2005-2010, donde el IOA es menor a uno (Yannuzzelli *et al.*, 2018).

Además, la relación porcentual del PIBA respecto al PIB también mostró una tendencia descendente, pasando de 2.4 a 2% de 1995 a 2010, respectivamente (Cuadro 1), lo cual refleja la menor participación del sector agrícola en la economía nacional. De manera similar, el gobierno ecuatoriano invirtió en

their lagging; 3) the variables are not self-correlated, which is corroborated with the Dickey-Fuller test (Wooldridge, 2015); and 4) the regression is not spurious, that is, the Durbin-Watson statistic is higher than  $R^2$  (Granger and Newbold, 1974).

In the analysis of the impact of expenditure in agricultural education and research on the agricultural sector, a linear regression model was also used in a time series, assuming that spending in education and research did not have an immediate impact. It is considered a lagging effect in time with medium or long term effects. It was calculated through the Akaike and Schwarz Information Criteria (Gujarati and Porter, 2010), obtaining for this model an optimal lagging of four years.

The model applied of public spending in agricultural research and education was regression through the origin, where the coefficient of the intercept  $\beta_0$ , was eliminated, and it resulted in the following:

$$AGDP_i = \beta_1 SARE_{i-4} + u_i$$

where  $AGDP$  is the Agricultural Gross Domestic Product in the year  $i$ ,  $\beta_1 SARE_{i-4}$  represents spending in agricultural research and education in the year  $i$  with a lagging of four years,  $\beta_1$  is the rate of change of spending in agricultural research and education compared to  $AGDP$ ,  $u_i$  is the disturbance term or error in the year  $i$ .

Same as in the FAPS model, the data were analyzed with the statistical software Stata 11, in a time series from the period 1995-2010, starting from the same assumptions.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Federal agricultural public spending and AGDP

The analysis of the AOI showed a decreasing trend during the period 1995-2010, reaching values of less than one percent starting in 2003, with the exception of 2004 and 2005, where it was equal to one percent (Table 1). This indicates that the agricultural sector has lost importance in the government's total spending. These results are similar to those obtained in Ecuador during the period 2005-2010, where the AOI is less than one (Yannuzzelli *et al.*, 2018).



**Cuadro 1.** Índice de Orientación Agrícola (IOA) y transferencias públicas al sector agrícola respecto al Producto Interno Bruto (PIB) y Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA). GPAF: Gasto Público Agrícola Federal, GIEA: Gasto en Investigación y Educación Agrícola.

**Table 1.** Agricultural Orientation Index (IOA) and public transferences to the agricultural sector with respect to the Gross Domestic Product (PIB) and Agricultural Gross Domestic Product (PIBA). GPAF: Federal Agricultural Public Spending, GIEA: Spending on Agricultural Research and Education. (All initials based on Spanish terms).

Año	IOA	GPAF (Millones de pesos)	GPAF/PIB (Porcentaje)	GIEA/PIBA (Porcentaje)	PIBA/PIB (Porcentaje)
1995	1.71	30 727	0.49	1.13	2.37
1996	1.44	28 097	0.43	1.50	2.39
1997	1.29	26 865	0.39	1.57	2.30
1998	1.29	26 045	0.37	1.67	2.21
1999	1.13	22 985	0.31	1.42	2.21
2000	1.11	23 885	0.32	1.02	2.13
2001	1.05	24 530	0.33	1.07	2.25
2002	1.11	28 814	0.39	1.15	2.23
2003	0.98	27 019	0.36	1.70	2.26
2004	1.01	26 897	0.34	1.67	2.21
2005	1.03	26 794	0.33	1.33	2.03
2006	0.91	25 904	0.30	1.40	2.10
2007	0.95	28 948	0.33	1.66	2.06
2008	0.85	28 399	0.32	1.57	2.06
2009	0.87	30 966	0.37	1.71	2.07
2010	0.71	25 717	0.29	1.69	2.04

Pesos deflactados con base al Índice de Precios Implícitos del PIB (Base 2003). ♦ Pesos deflated based on the Implicit Price Index of the GDP (Base 2003).

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/> SHCP. Cuenta pública del gobierno federal. Clasificación funcional del gasto en desarrollo agropecuario y forestal. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx) ♦ Source: prepared by the authors with data from INEGI. National Accounts System <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/>. SHCP. Federal government public account. Functional classification of spending in agricultural, livestock and forestry development. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx).

promedio 2% del gasto público total en el desarrollo productivo del sector agropecuario, durante el periodo 2005-2015 (Yannuzzelli *et al.*, 2018).

Para Gómez y Tacuba (2017) la disminución de la importancia relativa del PIBA se puede explicar por el dinamismo del resto de los sectores de la economía y por las políticas de ajuste fiscal y estructural. Al respecto señalan que el cierre de organismos paraestatales acentuó la marginalidad del medio rural y los impactos negativos en el sector agropecuario.

Por su parte, el GPAF tuvo un comportamiento descendente similar al IOA durante 1995-1999. Sin embargo, a partir del año 2000 se abrió una brecha entre el IOA y el GPAF, siendo mayor el descenso en la importancia relativa del sector agrícola. Esto indica que a partir del año 2000 el GPAF presentó una recuperación, pero fue menor su importancia relativa, dada la relación con el gasto total y la menor participación del PIBA en el PIB. El GPAF presentó

In addition, the percentage rate of AGDP with regard to the GDP also showed a decreasing trend, going from 2.4% to 2% from 1995 to 2010, respectively (Table 1), which reflects the lowest participation of the agricultural sector in the national economy. In a similar way, the Ecuadorian government invested in average 2% of the total public spending in the productive development of the agriculture and livestock sector, during the 2005-2015 period (Yannuzzelli *et al.*, 2018).

For Gómez and Tacuba (2017) the decrease of the relative importance of the AGDP can be explained by the dynamism of the rest of the sectors of the economy and by the policies of tax and structural adjustment. About that, the authors point out that the closing of semi-public organizations accentuated the marginality of the rural environment and the negative impacts on the agriculture and livestock sector.

dos periodos de descenso 1999-2001 y 2003-2006, recuperándose en 2007-2009, mientras que en 2010 disminuyeron 18% las transferencias públicas federales reales a las actividades agrícolas, respecto a 2009, colocándose por debajo de las erogaciones de 1995 (Cuadro 1).

De acuerdo con las estadísticas de la cuenta de la hacienda pública federal (2013), se apreció que la participación del GPAF en el gasto público pasó de 3.7% en 1995 a 1.6% en 2010. Asimismo, la participación de las erogaciones públicas federales al sector agrícola, respecto al PIB, mostró una tendencia descendente, al pasar de medio punto porcentual del PIB, en 1995, a 0.2% del PIB en 2010 (Cuadro 1).

Lo anterior coincide con lo reportado por Zavala-Pineda *et al.* (2015) para el periodo 1986-2010, donde la participación del gasto público agrario dentro del gasto público total mantuvo una tendencia a la baja y registró una tasa media de crecimiento anual negativa de 6.14%.

La menor importancia relativa al sector agrícola observada en el período de estudio se contrapone a las sugerencias de Gómez (2007), quien reconoció la necesidad de incrementar los apoyos orientados a mejorar la eficiencia del gasto rural, con el propósito de desarrollar las cadenas productivas, la competitividad y el desarrollo agroalimentario.

La superficie sembrada se incrementó a una tasa promedio anual de 0.3% de 1995 a 2010, mostrando un comportamiento prácticamente constante, incluso se presentaron tasas negativas en los años 1998, 2000, 2001, 2005, 2006 y 2009, en tanto que en 1996 las hectáreas destinadas al cultivo aumentaron 1.9%, registrando la mayor tasa de crecimiento durante el periodo de estudio. Estos resultados mostraron que en el período de estudio la superficie sembrada se mantuvo prácticamente constante, por lo que con base en los aportes de la FAO (2004) la superficie sembrada en este caso no afectó la producción agrícola.

El análisis de los componentes del GPAF mostró que Procampo ha sido el principal programa agrícola en el período 1995-2010, debido a que se le asignó el mayor presupuesto. Sin embargo, es uno de los programas menos eficientes y con poco impacto social (Huesca y Calderón, 2015; Piñera *et al.*, 2016), por lo que su efectividad ha sido cuestionada (Zavala-Pineda *et al.*, 2015). Además, Zarazúa-Escobar *et al.* (2011) consideran que en el Estado de México no se han cumplido los objetivos colaterales de Procampo,

In turn, the FAPS had a decreasing behavior similar to the AOI during 1995-1999. However, since 2000 a gap was opened between the AOI and the FAPS, with a higher decrease in the relative importance of the agricultural sector. This indicates that since the year 2000 the FAPS showed a recovery, but its relative importance was lower, given the relationship with the total spending and the lower participation of AGDP in the GDP. The FAPS showed two decreasing periods, 1999-2001 and 2003-2006, recovering in 2007-2009, while in 2010 the real federal public transfers to agricultural activities decreased 18%, compared to 2009, situating below the expenditures of 1995 (Table 1).

According to the statistics from the federal public revenue account (2013), it was seen that the participation of FAPS in public spending went from 3.7% in 1995 to 1.6% in 2010. Likewise, the participation of federal public spending in the agricultural sector, compared to the GDP, showed a decreasing trend, from a half percentage point of the GDP in 1995, to 0.2% of the GDP in 2010 (Table 1).

This agrees with what was reported by Zavala-Pineda *et al.* (2015) for the period 1986-2010, when the participation of agrarian public spending within the total public spending maintained a decreasing trend and showed a negative mean annual growth rate of 6.14%.

The lower relative importance of the agricultural sector observed in the study period contradicts the suggestions by Gómez (2007), who recognized the need to increase the supports directed at improving the efficiency of rural spending, with the purpose of developing productive chains, competitiveness and agrifood development.

The surface sown increased at an average annual rate of 0.3% from 1995 to 2010, showing a practically constant behavior, and there were even negative rates in the years 1998, 2000, 2001, 2005, 2006 and 2009, while in 1996 the hectares devoted to the crop increased 1.9%, showing a higher growth rate during the study period. These results showed that in the study period the surface sown was practically constant, which is why based on the contributions by FAO (2004) the surface sown in this case did not affect agricultural production.

The components analysis of the FAPS showed that Procampo has been the main agricultural program in the period 1995-2010, because it was assigned a

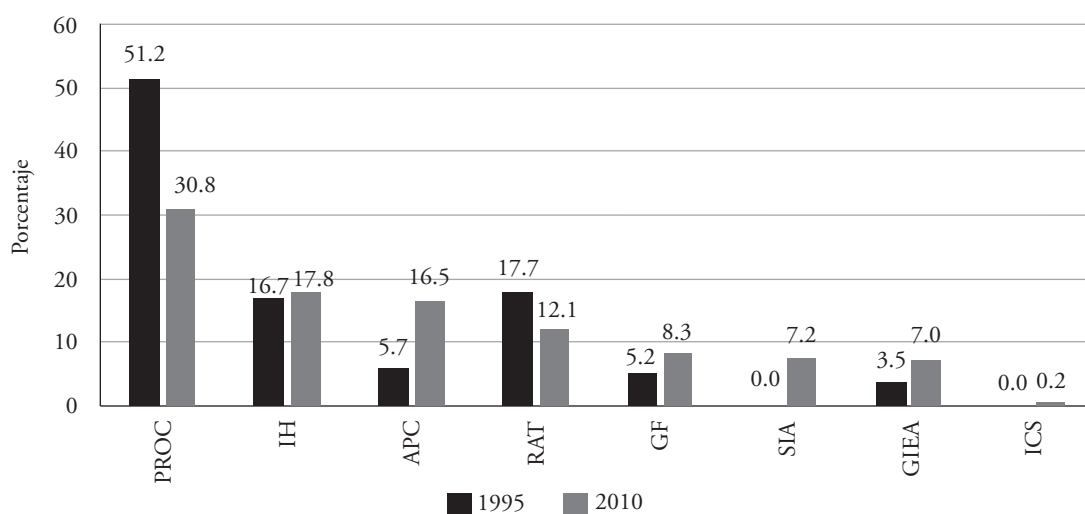
porque no se han desarrollado las condiciones y estrategias pertinentes con el fin de mejorar la gestión del conocimiento para la adopción de innovaciones tecnológicas, organizativas y de gestión.

La participación de Procampo en el GPAF disminuyó 20.4 puntos porcentuales, al pasar de 51.2% en el año 1995 a 30.8% en 2010 (Figura 1). Los productores agrícolas dependieron en gran medida de los apoyos de Procampo, los cuales se otorgaban en función del número de hectáreas, por lo que se destinaron más recursos a quienes disponen de mayor superficie agrícola. Los pequeños productores (con menos de 5 ha) representaron 75% de los beneficiarios de Procampo, pero recibieron solo 37% de las transferencias del programa; los productores de 5 a 20 ha correspondieron al 22% de los beneficiarios y recibían 41% de los beneficios, mientras que los productores con más de 20 ha, representaban 3% de los beneficiarios y obtenían 23% de las transferencias (Scott, 2010).

Estos resultados coinciden con los encontrados en el sureste mexicano, donde Procampo generó efectos

higher budget. However, it is one of the least efficient programs and with low social impact (Huesca and Calderón, 2015; Piñera *et al.*, 2016), which is why its effectiveness has been questioned (Zavala-Pineda *et al.*, 2015). In addition, Zarazúa-Escobar *et al.* (2011) consider that in Estado de México the collateral objectives of Procampo have not been fulfilled, because relevant conditions and strategies have not been developed with the aim of improving knowledge management for the adoption of technological, organizational and management innovations.

The participation of Procampo in the FAPS decreased 20.4 percentage points, by going from 51.2% in the year 1995 to 30.8% in 2010 (Figure 1). Agricultural producers depended to a large extent on Procampo supports, which were granted in function of the number of hectares, and therefore more resources were destined to those who have a larger agricultural surface. Small-scale producers (with less than 5 ha) represented 75% of the Procampo beneficiaries, but received only 37% from the program's transferences; the producers of 5 to 20 ha



Fuente: elaboración propia con datos de SHCP. Cuenta pública del gobierno federal. Clasificación funcional de gasto público en desarrollo agropecuario y forestal. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx) ♦Source: Prepared by authors with data from SHCP. Functional classification of public spending in agricultural, livestock and forestry public spending. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx)

**Figura 1.** Distribución porcentual del gasto público agrícola federal real (PROC: Procampo, IH: Infraestructura Hidroagrícola, APC: Alianza para el Campo, RAT: Reforma Agraria y Tribunales Agrarios, GF: Financiamiento, SIA: Sanidad e Inocuidad Alimentaria, GIEA: Investigación y Educación Agrícola, ICS: Inspección y Certificación de Semillas) para los años 1995 y 2010.

**Figure 1.** Percentage distribution of the real federal public spending (PROC: Procampo, IH: Hydro-agricultural Infrastructure, APC: Alianza para el Campo, RAT: Agrarian Reform and Agrarian Courts, GF: Financing, SIA: Food Safety and Innocuousness, GIEA: Agricultural Research and Education, ICS: Seed Inspection and Certification; all initials for Spanish terms) for the years 1995 and 2010.

regresivos para los hogares rurales (Arellano-González, 2015). Al respecto, el Banco Mundial señaló que el gasto público agrícola es regresivo, ya que solo 8% de los recursos de los programas agrícolas están dirigidos a los pobres, invalidando prácticamente la mitad del efecto redistributivo del gasto en desarrollo rural (BM, 2009).

La disminución de las transferencias de Procampo implicó una reorientación del GPAF de 1995 a 2010, de tal forma que se incrementaron los gastos en infraestructura hidroagrícola, Alianza para el Campo, fomento al crédito, investigación y educación agrícola. Además, en 2010 a diferencia de 1995, se destinaron recursos a la sanidad e inocuidad alimentaria y a la inspección y certificación de semillas (Figura 1). Aunque el gasto público en investigación y educación agrícola duplicó su valor porcentual de 1995 a 2010, este ocupó el penúltimo lugar en 2010 con 7%, lo que muestra la baja importancia que se le ha dado a este componente. Esto contrasta con los resultados de Zavala-Pineda *et al.* (2015), quienes encontraron que el gasto en bienes públicos, especialmente la inversión en educación y en investigación, es un aspecto clave en el desarrollo del sector agrario en México.

En la evaluación de la incidencia del gasto público agrícola federal en el PIBA, el modelo de la serie de tiempo mostró una fuerte correlación entre las variables ( $R^2=0.996$ ). El coeficiente  $\beta_1$  fue de 6.322, lo que significa que por cada peso real que se incrementó el gasto público agrícola federal, el PIBA aumentó 6.3 pesos reales. Se comprobó la significancia de las variables y los supuestos del modelo (Cuadro 2).

La relación positiva entre el gasto público agrícola federal en el PIBA, confirma las aportaciones de Keynes (1936), en cuanto al papel del Estado mediante la política fiscal (gasto público, para el presente trabajo), propiciando un efecto multiplicador en la demanda agregada.

Los resultados de este trabajo coinciden con lo encontrado por Anríquez *et al.* (2016) para América Latina, quienes probaron que el gasto total del gobierno en el sector agrícola influye de manera positiva en el desarrollo de la agricultura.

Por otra parte, Martínez *et al.* (2008) señalaron que el multiplicador del gasto en el campo es mayor al multiplicador del gasto a nivel nacional (2.8) por lo que cualquier gasto que el gobierno realice en el sector agropecuario y forestal, tendrá un efecto multiplicador

correspondido a 22% de los beneficiarios y recibió 41% de los beneficios, while the producers with more than 20 ha represented 3% of the beneficiaries and obtained 23% of the transferences (Scott, 2010).

These results agree with those found in southeastern Mexico, where Procampo generated regressive effects for rural households (Arellano-González, 2015). In this regard, the World Bank pointed out that agricultural public spending is regressive, since only 8% of the resources from agricultural programs are directed at the poor, invalidating practically half of the redistributive effect of spending in rural development (BM, 2009).

The decrease in Procampo transferences implied a reorientation of the FAPS from 1995 to 2010, so that spending in hydro-agricultural infrastructure increased, as well as in *Alianza para el Campo*, promotion of agricultural credit, research and education. Also, in 2010 compared to 1995, resources were destined to food safety and innocuousness and to seed inspection and certification (Figure 1). Although public spending in agricultural research and education doubled its percentage value from 1995 to 2010, it occupied the second-to-last place in 2010 with 7%, which shows the low importance that has been given to this component. This differs from results by Zavala-Pineda *et al.* (2015), who found that spending in public goods, especially investment in education and research, is a key aspect in the development of the agrarian sector in Mexico.

**Cuadro 2.** Resultados de los modelos. Modelo 1: incidencia del Gasto Público Agrícola Federal (GPAF) en el Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA). Modelo 2: Incidencia del Gasto en Investigación y Educación Agrícola (GIEA) en el PIBA.

**Table 2.** Results from the models. Model 1: impact of the Federal Agricultural Public Spending (GPAF) on the Agricultural Gross Domestic Product (PIBA). Model 2: Impact of Spending in Agricultural Research and Education (GIEA) on PIBA. (Initials based on Spanish terms).

Parámetro	Resultados	
	Modelo 1	Modelo 2
Prueba de Fisher: F	0.000	0.000
Prueba de significancia p-value	0.000	0.000
R <sup>2</sup>	0.996	0.959
$\beta_1$ GPAF	6.322	—
$\beta_1$ GIEA	—	114.841
Error estándar: e	0.107	7.123
Durbin Watson: DW	1.109	1.403

mayor al nacional. Esto se debe a que la población rural destina un mayor porcentaje de su ingreso al consumo que el promedio nacional. Por lo anterior, los autores recomiendan mejorar la eficiencia del gasto público mediante inversión, para generar empleos que contribuyan al aumento de la productividad, el crecimiento económico y así mejorar la calidad de vida de la población rural.

### Gasto público en investigación y educación agrícola y PIBA

Las erogaciones públicas para el fomento de la investigación y educación agrícola (GEIA) en México representaron menos de 2% del PIBA durante el período 1995-2010. La situación más crítica se presentó en 1995 y de 2000 a 2002, años en los que las transferencias fluctuaron entre 1 y 1.2% del PIBA (Cuadro 1). Esto fue propiciado probablemente, por la crisis mexicana de 1995 y la recesión económica que se presentó durante 2000-2002.

En el cálculo de la relación de las transferencias públicas de fomento a la educación e investigación agrícola respecto al PIB nacional, se observó que sólo representaron 0.02% del PIB obtenido durante 1995-2010. El reducido fomento al desarrollo a través de la educación e investigación, contrasta con las aportaciones de la teoría del crecimiento endógeno propuesta por Lucas (1988) y Romer (1994), que dieron un papel importante al capital humano como fuente de mayor productividad y crecimiento económico, considerando al conocimiento como un nuevo factor acumulable para el crecimiento económico. Por tanto, es necesario contar con un sistema nacional de investigación bien desarrollado, con niveles adecuados de inversión y capital humano ya que son indispensables para el incremento de la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza (Stads *et al.*, 2016).

El gasto en educación e investigación agrícola para el período 1995-2010 se destinó principalmente para la UACH y el INIFAP, que en conjunto representaron 79.8% de las erogaciones de 1995 a 2010. Además, el COLPOS, recibió 12.6% del gasto. El resto correspondió a la UAAAN, INCA, CSAEG y al SNIA (Figura 2). Cabe señalar que Cano-Reyes *et al.* (2015) identificaron en el estado de Veracruz al INIFAP y al COLPOS como instituciones clave, con el potencial de catalizar la difusión y adopción de innovaciones en

In the evaluation of the impact of federal agricultural public spending on the *AGDP*, the model of the time series showed a strong correlation between the variables ( $R^2=0.996$ ). The coefficient  $\beta_1$  was 6.322, which means that for each real peso that increased in the federal agricultural public spending, the *AGDP* increased 6.3 real pesos. The significance of the variables and assumptions of the model was tested (Table 2).

The positive relationship between federal agricultural public spending in the *AGDP* confirms the contributions from Keynes (1936), in terms of the role of the State through tax policy (public spending, for the purpose of this study), fostering a multiplying effect on the aggregate demand.

The results from this study agree with what was found by Anríquez *et al.* (2016) for Latin America, who proved that the total spending of the government in the agricultural sector influences the development of agriculture in a positive way.

On the other hand, Martínez *et al.* (2008) pointed out that the multiplier of spending in the farmland is higher than the multiplier of spending at the national level (2.8), which is why any spending that the government performs in the agricultural, livestock and forestry sector will have a greater multiplier effect than the national. This is because the rural population devotes a higher percentage of its income to consumption than the national average. Therefore, the authors recommend improving the efficiency of public spending through investment, to generate employment that contributes to an increase in productivity, economic growth, and thus to improve the quality of life of the rural population.

### Public spending in agricultural research and education and AGDP

Public spending for the promotion of agricultural research and education (GEIA) in Mexico represented less than 2% of AGDP during the period 1995-2010. The most critical situation occurred in 1995 and from 2000 to 2002, years when the transferences fluctuated between 1 and 1.2% of the AGDP (Table 1). This was caused probably by the Mexican crisis of 1995 and the economic recession that took place during 2000-2002.

When calculating the relationship between public transferences for promotion of agricultural education and research compared to the national

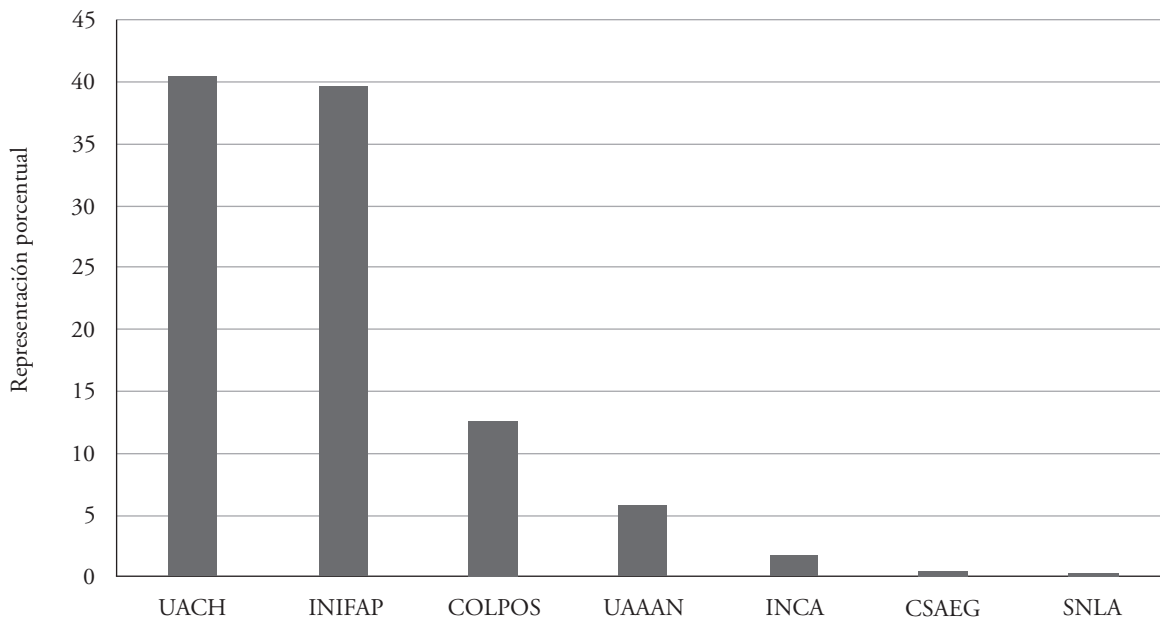
el sector agrícola, por lo que al menos en esta entidad federativa el mayor gasto en estas instituciones pudiera estar reflejando en la innovación agrícola.

En la evaluación de la incidencia del gasto público en educación e investigación agrícola en el PIBA durante 1995-2010, a través de un modelo de regresión lineal simple en una serie de tiempo se apreció que el coeficiente  $\beta_1$  fue de 114.8, lo que implica que cada peso real que se transfirió en investigación y educación agrícola del periodo 1995-2010, propició un aumento en el PIBA de 114.8 pesos reales, con un retardo de cuatro años. Se comprobó la significancia de las variables y los supuestos de estacionariedad y no autocorrelación, además se determinó que la regresión no es espuria (Cuadro 2).

Los resultados del modelo confirman las aportaciones de Ruttan y Hayami (1991) quienes propusieron

GDP, it was observed that they only represented 0.02% of the GDP obtained during 1995-2010. The reduced development promotion through education and research contrasts with the contributions from the theory of endogenous growth proposed by Lucas (1988) and Romer (1994), which gave an important role to human capital as a source of higher productivity and economic growth, considering knowledge as a new accumulative factor for economic growth. Therefore, it is necessary to have a well-developed national research system, with adequate levels of investing and human capital since they are essential for the increase of agriculture and livestock productivity, food safety, and poverty reduction (Stads *et al.*, 2016).

Spending on agricultural education and research for the period 1995-2010 was destined primarily to UACH



Fuente: elaboración propia con datos de SHCP. Cuenta pública del gobierno federal. Clasificación funcional de gasto público en desarrollo agropecuario y forestal. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx) ♦ Source: Prepared by authors with data from SHCP. Federal government public account. Functional classification of public spending in agricultural, livestock and forestry development. [http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad\\_gubernamental/Paginas/cuenta\\_publica.aspx](http://www.shcp.gob.mx/EGRESOS/contabilidad_gubernamental/Paginas/cuenta_publica.aspx).

**Figura 2.** Gasto público federal en investigación y educación agrícola por institución respecto al gasto público en investigación y educación agrícola 1995-2010. UACH: Universidad Autónoma de Chapingo, INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, COLPOS: Colegio de Postgraduados, UAAAN: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, INCA: Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, CSAEG: Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, SNIA: Sistema Nacional de Investigación Agrícola.

**Figure 2.** Federal public spending in agricultural research and education per institution with regard to public spending in agricultural research and education 1995-2010. UACH: Universidad Autónoma de Chapingo, INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, COLPOS: Colegio de Postgraduados, UAAAN: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, INCA: Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, CSAEG: Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, SNIA: Sistema Nacional de Investigación Agrícola.

un modelo de desarrollo agrícola inducido, donde el gasto público debe fomentar las instituciones de investigación, educación y ciencia agrícola. Además, destacaron que la falta de una institucionalización efectiva de la investigación agrícola puede distorsionar el patrón de cambios tecnológicos y el uso de los recursos, causando concentración de las transferencias públicas en la producción de algunos cultivos o en ciertos programas, como lo fue el caso de Procampo.

Asimismo, los resultados coinciden con Romer (1994), quien reconoció la incidencia del conocimiento en la producción y en el crecimiento económico, y con Fuglie y Heisey (2007), quienes destacaron que las erogaciones de fomento a la investigación agrícola regresan a la economía, beneficiando tanto al sector agrícola como a la industria alimenticia, ofreciendo productos con precios competitivos.

Por su parte, Ventura (2014) encontró que las transferencias para fomentar la ciencia tienen un impacto en el mediano y largo plazo, en tanto que el apoyo para impulsar la tecnología incide en el corto y mediano plazo. Además, Jaffe *et al.* (2013) observaron que la productividad científica se relaciona fuertemente con el PIB, generado por un alto índice de sofisticación tecnológica, en tanto que la aplicación de la ciencia es relevante para el crecimiento económico en las economías desarrolladas. Esto muestra la necesidad de impulsar el gasto en investigación y ciencia del sector agrícola para favorecer el crecimiento económico del país.

## CONCLUSIONES

El gasto público agrícola registró una reducida participación en el PIB durante 1995-2010. Asimismo, se apreció una menor importancia relativa del sector agrícola. Por ello, se recomienda incrementar las erogaciones públicas de fomento al sector agrícola hasta lograr un IOA igual a uno, que refleje que el gobierno da la misma importancia a la agricultura que al resto de los sectores económicos.

Se probó la hipótesis planteada, ya que la superficie cultivada no presentó incrementos importantes y el impulso a las actividades agrícolas es menor al de otros sectores de la economía. Asimismo, se demostró la relación positiva entre el gasto público en investigación y educación agrícola, y el crecimiento a mediano plazo del sector.

and Inifap, which together represented 79.8% of the expenditures from 1995 to 2010. In addition, Colpos received 12.6% of spending. The rest corresponded to UAAAN, INCA, CSAEG and SNIA (Figure 2). It should be pointed out that Cano-Reyes *et al.* (2015) identified Inifap and to Colpos as key institutions in the state of Veracruz, with the potential of catalyzing the dissemination and adoption of innovations in the agricultural sector, which is why at least in this state the higher spending in these institutions could be reflected in agricultural innovation.

In the evaluation of the impact of public spending in agricultural education and research in AGDP during 1995-2010, through a simple linear regression model in a time series it was seen that coefficient  $\beta_1$  was 114.8, which implied that each real peso that was transferred into agricultural research and education for the period 1995-2010 fostered an increase in AGDP of 114.8 real pesos, with lagging of four years. The significance of the variables and assumptions of stationarity and non-autocorrelation were tested, in addition to determining that the regression is not spurious (Table 2).

The results from the model confirm the contributions by Ruttan and Hayami (1991), who proposed an induced agricultural development model, where public spending ought to foster the institutions of agricultural research, education and science. In addition, it was highlighted that the lack of effective institutionalization of agricultural research can distort the pattern of technological change and the use of resources, causing concentration of public transfers in the production of some crops or in certain programs, as was the case of Procampo.

Likewise, the results agree with Romer (1994), who recognized the impact of knowledge in production and economic growth, and with Fuglie and Heisey (2007), who underlined that spending for promotion of agricultural research returns to the economy, benefitting both the agricultural sector and the food industry, offering products with competitive prices.

In turn, Ventura (2014) found that the transfers to promote science have an impact in the medium and long term, insofar as supports to promote technology influence the short and medium term. In addition, Jaffe *et al.* (2013) observed that scientific productivity was strongly related with the GDP, generated by a high index of technological sophistication, while the application of science is

Las transferencias públicas destinadas al fomento agrícola regresan al sector, incrementado seis veces más en un periodo de un año, en tanto que el gasto en educación y ciencia agrícola retornó cien veces más, en un lapso de cuatro años.

Con base en lo anterior, se recomienda propiciar cambios en los programas públicos de fomento a la agricultura mexicana, reorientando el gasto público de fomento al apoyo del ingreso de los campesinos hacia programas con mayores recursos que impulsen la investigación, educación, ciencia y tecnología agrícola.

Cabe resaltar que este trabajo presenta algunas limitaciones, ya que el crecimiento agrícola depende de múltiples factores, y aquí solo se analiza el gasto público en educación e investigación agrícola, porque este ejerce fuertes efectos positivos sobre el crecimiento del sector agrícola y el desarrollo rural.

### LITERATURA CITADA

- Amaro-Rosales, Marcela, y Rebeca de Gortari-Rabiela. 2016. Políticas de transferencia tecnológica e innovación en el sector agrícola mexicano. En: *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. Vol. 13, Núm. 3.
- Anríquez, Gustavo, William Foster, Jorge Ortega, Cesar Falconi, y Carmine Paolo De Salvo. 2016. Gasto público y el desempeño de la agricultura en América Latina y el Caribe, Chile, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Arellano-González, Jesús. 2015. Efectos de los cambios en el programa Procampo en la economía rural del sureste mexicano. *In: Economía, Sociedad y Territorio*. Vol. 15, Núm. 48.
- BM (Banco Mundial). 2009. Análisis del gasto público en el desarrollo agrícola y rural, Informe No. 51902-MX, Estados Unidos de América, Unidad de Agricultura y Desarrollo Rural, Departamento de Desarrollo Sostenible, Región de América Latina y el Caribe.
- Baum, Christopher. 2006. An introduction to modern econometrics using Stata, United States of America: *Stata* Press Publication.
- Berdegúe, Julio, Gerardo Franco, Gustavo Gordillo, Héctor Robles, John Scott, Isidro Soloaga, Carlos Toledo, y Antonio Yúnez. 2015. Territorios productivos. Un programa articulador para reducir la pobreza rural a través del incremento de la productividad, la producción y los ingresos. Serie Documentos de Trabajo Núm. 131. Chile: RIMISP, Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Cano-Reyes, Octavio, Juan A. Villanueva-Jiménez, Lorenzo Reta-Mendiola, Arturo Huerta-De-la-Peña, y José-Alberto Zarazúa. 2015. Investigación participativa y redes de innovación en agroecosistemas con papayo en Cotaxtla, Veracruz, México. *In: Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. Vol. 12, Núm. 2.
- Carrera, Benjamín, y Judith Carrillo. 2016. Pobreza rural y Procampo. Un análisis comparativo de dos municipios de Chihuahua. *Ciencia Ergo Sum*. Vol. 23, Núm. 2.

relevant for the economic growth of developed economies. This shows the need to foster spending in research and science of the agricultural sector to favor the economic growth of the country.

### CONCLUSIONS

Agricultural public spending showed a reduced participation in the GDP during 1995-2010. Also, a lower relative importance of the agricultural sector was seen. Therefore, it is recommended to increase public spending for promotion of the agricultural sector until achieving an AOI equal to one, which reflects that the government gives the same importance to agriculture than to the rest of the economic sectors.

The hypothesis suggested was proven since the cultivated surface did not present important increases and promotion for agricultural activities is lower than other sectors of the economy. Likewise, a positive relationship was proven between public spending in agricultural research and education and growth of the sector in the mid-term.

Public transferences destined to agricultural promotion return to the sector, increasing six-fold in a period of one year, while spending in agricultural education and science returned hundredfold, in a lapse of four years.

Based on this, it is recommended to encourage changes in public programs for promotion of Mexican agriculture, redirecting public spending for promotion of supports to farmers' income toward programs with more resources that can drive agricultural research, education, science and technology.

It should be highlighted that this study presents some limitations, since agricultural growth depends on multiple factors, and only public spending in agricultural education and research is analyzed here, because it exerts strong positive effects on the growth of the agricultural sector and on rural development.

—End of the English version—



Dornbusch, Rudiger, Stanley Fischer y Richard Startz. *Macroeconomía 10ª*. Edición. México, McGrawHill Interamericana, 2009.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. *Cumbre Mundial sobre la alimentación*. Cinco



- años después. Movilización de la voluntad política y de los recursos para eliminar el hambre en el mundo, Italia, FAO.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2004. Política de desarrollo agrícola. Conceptos y principios. Italia, FAO.
- Fuglie, Keith, and Paul Heisey. 2007. Economic returns to public agricultural research. *In: Economic Brief*. Núm. 10, United States of America, Department of Agriculture. Economic Research Service.
- GR (Gobierno de la República). 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, México, Diario Oficial de la Federación.
- Gómez, Luis. 2007. Análisis integral del gasto público agropecuario en México. México, Proyecto Evaluación Alianza para el Campo 2006, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).
- Gómez, Luis, y Angélica Tacuba. 2017. La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real? *En: Economía Unam*. Vol. 14, Núm. 42.
- Granger, Clive, and Paul Newbold. 1974. Spurious regressions in econometrics. *In: Journal of Econometrics*. Núm. 2.
- Greene, William. 2012. *Econometric Analysis*, United States of America, Prentice Hall 7<sup>o</sup> Edición.
- Gujarati, Damodar, y Dawn Porter. 2010. *Econometría*, México, McGrawHill. 5<sup>o</sup> Edición.
- Hewitt, Cynthia. 1999. La modernización de la agricultura mexicana: Implicaciones socioeconómicas del cambio tecnológico, 1940-1970. México, Siglo XXI, 7<sup>o</sup> Edición.
- Huesca, Luis, y Cuauhtémoc Calderón. 2015. La política social y la crisis económica: ¿son progresivas las transferencias en México? *In: Contaduría y Administración*. Vol. 60, Núm. 2.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de Bienes Servicios. Fuentes y metodologías. México, INEGI.
- Jaffe, Klaus, Alfredo Ríos, y Astrid Flórez. 2013. Statistics shows that economic prosperity needs both high scientific productivity and complex technological knowledge, but in different ways. *In: Interciencia*. Vol. 38, Núm. 2.
- Jin, Yu, and Wallace Huffman. 2016. Measuring public agricultural research and extension and estimating their impacts on agricultural productivity: new insights from U.S. evidence. *In: Agricultural Economics*, Vol. 47, Núm. 1.
- Keynes John. 1936. *La Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Kjöllerström, Mónica. 2004. Competitividad del sector agrícola y pobreza rural: el papel del gasto público en América Latina. Chile: Naciones Unidas.
- Kjöllerström, Mónica. 2006. Gasto público en el sector agrícola y las áreas rurales: la experiencia de América Latina en la década de los noventa. *In: Fernando Soto, Józimo Santos y Jorge Ortega (eds). Políticas públicas y desarrollo rural en América Latina y el Caribe. El papel del gasto público*. Chile. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). pp: 249-284.
- Lucas, Robert Jr. 1988. On the mechanics of economic development. *In: Journal of Monetary Economics*. Vol. 22, Núm. 1.
- Luiselli, Cassio, y Jaime Mariscal. 1981. La crisis agrícola a partir de 1965. *In: Rolando Cordera, (ed). Desarrollo y Crisis de la Economía Mexicana*. México. El Trimestre Económico, Fondo de Cultura Económica. pp: 439-455.
- Martínez, David, José Antonio Ávila, Ignacio Caamal, y Francisco García. 2008. Multiplicador del gasto público en México y el gasto en el sector agropecuario (1980-2001). *In: Textual análisis del medio rural latinoamericano*. Núm. 52.
- Piñera, Angélica, Tomás Martínez, Mercedes Aurelia Jiménez, y José Luis García. 2016. Política pública para el campo: Procampo en el centro del país. *In: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.7, Núm.1.
- PR (Presidencia de la República). 1994. Decreto que regula el Programa de Apoyos Directos al Campo. Procampo, México, Diario Oficial de la Federación.
- Quiñónez, Aureola, Ana Cecilia Travieso-Bello, y Patricia Tapia. 2017. Incidencia de Procampo en los ingresos reales agrícolas. Principales cultivos del estado de Veracruz (2000-2010). *In: María del Carmen García y Jacinto García (comp). Contaduría y su relación con las políticas públicas*. México. Universidad Veracruzana. pp: 121-142.
- REDPA (Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias), e IICA (Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture). 2005. Políticas agropecuarias en los países del MERCOSUR ampliado miembros del CAS. Un análisis descriptivo, Agricultural Policy Coordination Network.
- Romer, Paul. 1994. The origins of endogenous growth. *In: The Journal of Economic Perspectives*. Vol. 8, Núm. 1.
- Ruttan, Vernon, and Yujiro Hayami. 1991. Modelos de innovación inducida del desarrollo agrícola. *In: Carl Eicher y John Staatz (comps). Desarrollo agrícola en el Tercer Mundo*. México. Fondo de Cultura Económica. pp: 78-95.
- Santoyo-Cortés, Horacio, Antonio Leos, Isabel Barrera, y Herminio Palacio. 2017. Formulación de programas especiales concurrentes de desarrollo rural sustentable: lecciones para México. *In: Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. Vol. 14, Núm. 3.
- Scott, John. 2010. Subsidios agrícolas en México: ¿quién gana y cuánto? *In: Jonathan Fox y Libby Haight (coords). Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a partir del libre comercio*. México. pp: 129-136.
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). 2012. Cuenta de la hacienda pública federal de 1995 a 2010. México, SHCP.
- Soto, Fernando, Józimo Santos, y Jorge Ortega. 2006. Desarrollo rural en los países de América Latina y el Caribe: el rol de las políticas públicas. *In: Fernando Soto, Józimo Santos y Jorge Ortega (eds). Políticas públicas y desarrollo rural en América Latina y el Caribe. El papel del gasto público*. Chile. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). pp: 13-32.
- Stads, Gert-Jan, Nienke Beintema, Sandra Pérez, Kathleen Flaherty, y César Falconi. 2016. Investigación agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe. Un análisis de las instituciones, la inversión y las capacidades entre países. Programa de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ASTI, por sus iniciales en inglés), Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Trigo, Eduardo, Nicolás Mateo, y César Falconi. 2013. Innovación agropecuaria en América Latina y el Caribe: Escenarios y mecanismos institucionales. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Ventura, Arnoldo. 2014. An analysis of science, technology and

- innovation for regional development. En: *Interciencia*. Vol. 39, Núm. 3.
- Wooldridge, Jeffrey. 2015. *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*, México, Cengage Learning, 5° Edición.
- Yannuzzelli, Jean, Víctor Quinde, y Rina Bucaram. 2018. El índice de orientación agrícola (ioa) como mecanismo de análisis del gasto público agropecuario ecuatoriano. *In: INNOVA Research Journal*. Vol. 3, Núm. 3.
- Yúnez, Antonio. 2015. Las reformas de las políticas al campo y el desarrollo del sector. *In: Antonio Yúnez, Fabiola Rivero, María Chávez, José Mora y Edward Taylor. (coord). La economía del campo mexicano: tendencias y retos para su desarrollo*. México. El Colegio de México. pp: 467-492.
- Zarazúa-Escobar, José Alberto, Gustavo Almaguer, y Jorge Ocampo. 2011. El Programa de apoyos directos al campo (Procampo) y su impacto sobre la gestión del conocimiento productivo y comercial de la agricultura del Estado de México. *In: Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. Vol. 8, Núm. 1.
- Zavala-Pineda, María Jesica, Juan Antonio Leos, José María Salas, Ricardo David Valdez, y Luis Gómez. 2015. Las transferencias agrarias en México y su efecto en el sector agropecuario. *In: Economía Agraria y Recursos Naturales*. Vol. 15, Núm. 2.