

# ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO DEL SECTOR AGRÍCOLA DE MÉXICO

## ANALYSIS OF THE FACTORS THAT DEFINE THE GROWTH OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN MEXICO

Pérez-Fernández, A.<sup>1\*</sup>; Caamal-Cauich I.<sup>2</sup>; Pat-Fernández V.G.<sup>3</sup>; Martínez- Luis D.<sup>4</sup>; Reza-Salgado J.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. C. P. 56230.

<sup>2</sup>División de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México- Texcoco, C. P. 56230. <sup>3</sup>Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México- Texcoco, Edo. de México. <sup>4</sup>Universidad Autónoma del Carmen, Facultad de Ciencias Económicas Administrativas, Col. Benito Juárez. C. P. 24180. Cd. del Carmen, Campeche. <sup>5</sup>Universidad Tecnológica de Tecamachalco. Avenida Universidad Tecnológica No 1. Colonia la Villita, C. P. 75483. Tecamachalco Puebla.

\*Autor de correspondencia. albertopefe@gmail.com

### RESUMEN

La interacción entre los factores productivos es primordial para un adecuado crecimiento agrícola, y los factores primarios considerados son tierra, trabajo y capital; sin embargo, las nuevas escuelas del crecimiento económico consideran también la adopción de tecnología y el nivel educativo de la población, como elementos clave en el crecimiento económico. La presente investigación estudia los factores antes mencionados y su influencia en las variaciones del producto interno bruto para el periodo 1979-2010 en el sector agrícola de México. Los resultados obtenidos mediante una función de producción tipo Cobb-Douglas indicaron que las variables superficie con riego, población económicamente activa y aplicación de fertilizantes con elasticidades de 2.42, -3.11 y 0.28, respectivamente, son las que explicaron 90% de las variaciones del PIB agrícola. Siendo la oferta de mano de obra en el sector agrícola la que afecta negativamente y requiere de políticas para aumentar su productividad.

**Palabras clave:** Producto Interno Bruto Agrícola, Productividad, Función de producción, Índice de Malmquist.

### ABSTRACT

The interaction between productive factors is primordial for an adequate agricultural growth, and the primary factors considered are land, work and capital; however, the new schools of economic growth also consider the adoption of technology and educational level of the population as key elements in economic growth. This research studies the factors mentioned and their influence on the variations of the gross domestic product for the 1979-2010 period in México's agricultural sector. The results obtained through a Cobb-Douglas production function indicated that the variables irrigation surface, economically active population, and application of fertilizers with elasticities of 2.42, -3.11 and 0.28, respectively, are the ones that explained 90 % of the variations in the agricultural GDP. Labor in the agricultural sector is the variable that affects negatively and requires policies to increase its productivity.

**Keywords:** Agricultural Gross Domestic Product, productivity, production function, Malmquist index.

**Agroproductividad:** Vol. 11, Núm. 1, enero, 2018, pp. 131-135.

**Recibido:** enero, 2015. **Aceptado:** septiembre, 2017.

## INTRODUCCIÓN

**El crecimiento** de los países se basa en la estructura formada por sus agentes generadores de bienes y servicios. Para el sector agrícola, las nuevas escuelas del crecimiento consideran no solo los factores tierra, trabajo y capital que Adam Smith estudió, sino también, aspectos como el nivel educativo de la población agrícola, grado de adopción de semillas mejoradas y la aplicación de fertilizantes (Foster y Rosenzweig, 2010) que en su conjunto pueden ser usados como indicadores de adopción de tecnología en el sector primario.

La agricultura ha sido la base del desarrollo de todos los grupos sociales que han dado origen a civilizaciones establecidas con una estructura social y económica definida, además de ser una fuente de alimentos, la agricultura en las últimas décadas se ha convertido en una fuente de bioenergéticos; El estudio de cultivos como el sorgo que busca generar combustible líquido cobra cada vez más importancia (Chuck-Hernández *et al.*, 2011); otro cultivo como es el caso del maíz, es parte de estudios y discusiones en México, debido a que es el principal cultivo sobre la cual se basa la alimentación mexicana y el nuevo uso para fines no alimenticios genera controversia en el sector agrícola y en los sectores que dependen de él.

En 2010, el 16 % de la población de los países en desarrollo estaba subnutrida (FAO, 2011), si a este aspecto le agregamos el hecho de destinar los cultivos para otros fines que no sean alimenticios, se pueden generar crisis alimentarias, como la iniciada en 2008, provocando una burbuja especulativa en los futuros de commodities (Rubio, 2008). El problema, es que muchas veces, la baja producción obedece a políticas del sistema económico (Przeworski, 2011), o por el contrario se provocan crisis de sobreproducción para distorsionar los precios (Marx y Hobsbawm, 1986).

La capacidad del crecimiento del sector agropecuario guarda una fuerte relación con sus características, además de la baja productividad de los cultivos, hay problemas en el acceso a los recursos, sistemas de riego con cobertura limitada y un sistema de seguridad para los trabajadores subdesarrollado, la forma en la cual estas variables se relacionan con el crecimiento del PIB se muestran como parte de los resultados obtenidos para esta investigación.

El campo mexicano ha estado en continuo cambio. En 1930, veinte años después de iniciada la Revolución, la superficie perteneciente a los ejidos era solamente 6% del total y 0.3 % de las explotaciones privadas poseían 56 % de la superficie total. Considerando que la tierra es el factor principal para producir, el cambio que logró Cárdenas fue espectacular, para 1940, el 50 % de la superficie agrícola era ejidal y el PIB agrícola crecía a una tasa del 7 % (Gómez-Oliver, 1994).

A partir de la entrada en vigor del TLCAN en 1995, se hizo más grande la diferencia entre las zonas productoras de alimentos de subsistencia y los enfocados al comercio internacional. Esta polaridad y la falta de creación de políticas regionales, capaces de visualizar la productividad y la competencia en México han generado que sean mayores las deficiencias del sector agropecuario, debido a que cada zona requiere inversión en aspectos específicos en la tecnificación del campo.

Las nuevas tendencias en el mercado mundial han originado cambios políticos y económicos en México, sin embargo, el desarrollo propuesto no se ha alcanzado porque el sector primario muestra rezagos en productividad, conllevando a bajos niveles de desarrollo y dinamismo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar las variables explicativas del crecimiento del sector agrícola de México a través de un análisis del comportamiento de la población, el uso de nueva tecnología en el campo como es el caso de fertilizantes, transformación de tierra de temporal en tierras de riego, así como la cantidad de centros de investigación, variables necesarias para estudiar y poder correlacionar modelos que se acerquen a la realidad del crecimiento económico de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación requirió de tres etapas, la primera consistió en delimitar el problema en función de la teoría macroeconómica y microeconómica, considerando agentes internos y externos que influyeron en el crecimiento del sector agrícola mexicano durante 1979 a 2010. La base de datos se conformó empleando la información de las siguientes instituciones: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, por sus siglas en inglés); Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP); Instituto de Estadística y Geografía (INEGI); Consejo Nacional de Población (CONAPO); Banco Mundial –Indicadores de Desarrollo Mundial (BM-WDI, por sus siglas en inglés).

La segunda etapa fue la formulación del modelo econométrico para la función de producción consideró la relación producto-insumos y se puede establecer de la siguiente manera (Bichara y Garza, 1990):

$$Q = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$$

Donde:  $Q$  son unidades físicas de producto final obtenidas y  $a_1 \dots a_n$  son las cantidades de los recursos productivos empleados.

El modelo empleado está dado por la teoría microeconómica. La forma del modelo lineal para selección de las variables que tienen mayor efecto en la producción fueron:

$$PIBa = f(SUPa, SUPRa, POBa, FER, MAQ)$$

Donde:  $PIBa$  es Producto interno bruto agrícola (a precios constantes 2006);  $SUPRa$  son hectáreas irrigadas cultivadas totales (ha);  $SUPa$  son hectáreas cultivadas totales (ha);  $POBa$  es población económicamente activa sectorial (millones);  $FER$  son la cantidad de fertilizantes aplicados (ton);  $MAQ$  es la cantidad total de maquinaria empleada (número de tractores).

En la tercera etapa se estructuró y estimó el modelo econométrico para obtener los indicadores explicativos del comportamiento del sector agrícola de México. Se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) y se adecuó las variables identificadas para el periodo de 1979 a 2010 a precios constantes de 2006.

Del primer modelo, se generó el siguiente modelo logarítmico:

$$\ln(Y) = \ln(a) + b \ln(X_1) + c \ln(X_2) + d \ln(X_3)$$

Donde:  $Y$  es el producto Interno bruto agrícola;  $a$  es el término independiente;  $b$ ,  $c$ ,  $d$  son las elasticidades de la producción;  $X_1$  es la superficie en producción bajo siste-

ma de riego;  $X_2$  es la población económicamente activa del sector agrícola;  $X_3$  es la cantidad de fertilizantes aplicados a la producción.

Los valores obtenidos del programa SAS fueron empleados para generar la Función tipo Cobb-Douglas, la cual se representó de la siguiente forma:

$$Y = A^* X_1^{b^*} X_2^{c^*} X_3^{d^*}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico indicó que el noventa por ciento de las variaciones que ocurren en la producción del sector agrícola de México se explican por las variaciones en los tres factores principales: superficie en producción bajo riego, población económicamente activa del sector y cantidad de fertilizantes aplicados. Las variables del modelo tipo Cobb-Douglas mostraron una  $R^2$  de 0.90 con un intervalo de confianza de 95%, además de considerar la prueba t-student, prueba que cumplen las variables analizadas. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Las magnitudes de los parámetros corresponden con las esperadas, de acuerdo con los datos obtenidos, la función tipo Cobb Douglas que explica el comportamiento del sector agrícola es la siguiente:

$$Q = 513\ 622\ 953.12 X_1^{2.44} X_2^{-3.11} X_3^{0.28}$$

El crecimiento del Producto Interno Bruto Agrícola ( $Y$ ) cambiará en 2.44 % si se aumenta en uno por ciento la superficie de riego *ceteris paribus*, considerando la orografía del país y las condiciones que imperan un muchas zonas, esta diversidad en el campo de México presenta un gran reto para la implementación de nuevas tecnologías que ayuden a producir en las regiones con potencial productivo; El problema es, que el equilibrio tecnológico de los pagos muestra un déficit muy grande y persistente, con exportaciones que cubren menos de 20% de las importaciones, y los acuerdos de transferencia

**Cuadro 1.** Resultados para el modelo tipo Cobb-Douglas.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr >  t
Término independiente	20.05782882	3.36954447	5.95	<.0001
Superficie en riego	2.42808781	0.15438403	15.73	<.0001
PEA agrícola	-3.11936634	0.43645117	-7.15	<.0001
Uso de fertilizantes	0.28869402	0.12219293	2.36	0.0256

Fuente: Elaboración propia.



de tecnología entre las instituciones mexicanas que son extremadamente escasos (OCDE, 2009).

Otro factor importante, es la mano de obra; en el caso de México, existe una sobreoferta de trabajadores en el sector agrícola, lo cual se refleja en el modelo. Si se aumenta en 1 % la cantidad de mano de obra, el PIB agrícola disminuirá en 3.11 %. Este comportamiento lo estudió Pender (2006) quien demostró que el crecimiento de la población rural impacta negativamente en el crecimiento de la agricultura y en el manejo adecuado de los recursos naturales. El resultado es categórico, considerando las condiciones de trabajo y los bajos salarios que reciben los trabajadores de este sector, además que la mayoría de la mano de obra es mayor de 40 años, y con una escolaridad menor a los 6 años.

Durante 1994 a 2010, la población económicamente activa del sector agrícola mostró una disminución del 9.22% que para el año 2010 fue cerca de ocho millones (FAO, 2012; FAO-SAGARPA, 2012), y a pesar de la alta migración existente en las zonas agrícolas, aún se conserva gran parte de esta población creando una oferta mayor a la demanda de mano de obra, originando una baja en los salarios; considerando que los precios de los alimentos no crecen al mismo nivel que el vestido y los demás instrumentos que necesita consumir el campesino, que debe pagar al precio del mercado (Amin y Vergopoulos, 1977) por lo que se genera un problema aún mayor en el sector agrícola de subsistencia. Prácticamente todos los que trabajan en el sector agropecuario y forestal no reciben más de dos salarios mínimos y su PIB per cápita para el año 2005 fue de 1,522 dólares (Robles B., 2007).

El sector agrícola se proyecta como un problema más que una solución para el crecimiento del país. Entre 2000 y 2005, se perdieron 900 000 empleos en el campo y otros 700 000 en la industria (Moro, 2007), por lo cual, el fomento de tecnología y la creación de nuevas empresas que ocupen a esta población es urgente para generar ingresos y satisfactores que incrementen el nivel de vida de la población.

Con respecto al uso de fertilizantes, la elasticidad es de 0.28, lo cual significa que el PIB agrícola mostrará un incremento de 0.28 % si se aumenta la aplicación de fertilizantes en 1 %, considerando los demás factores constantes, este insumo ha sido el más empleado en la agricultura desde su aplicación en los años 40 y ac-

tualmente sigue representando un elemento clave en el sector agrícola.

Los resultados mostrados consideran que la aplicación de fertilizantes se encuentra en la fase adecuada, sin embargo, este insumo presenta altos precios debido a que del total necesario para la producción, solo 390 mil toneladas se producen nacionalmente y el 70% restante se importa (FAO, 2012), creando un costo mayor para el productor.

El análisis que se realizó de la función de producción tipo Cobb-Douglas, permitió comprender la situación productiva del sector agrícola, así como la influencia de cada uno de los factores que son clave para la producción. Esto ayudará a formular políticas para la futura implementación y de esta forma generar un campo más productivo y eficiente. El problema es que los agentes externos como el cambio climático, específicamente un incremento en las temperaturas pueden afectar negativamente los rendimientos (Ward *et al.*, 2014). Lo cual provocaría cambios en los precios aun de por sí volátiles en el mercado.

El rol de otros factores que facilitan o restringen la adopción de tecnología y nuevas prácticas, continuamente adoptadas por los productores en las áreas menos favorecidas son determinantes clave para entender la adopción de estos sistemas considerando factores agroclimáticos y biofísicos, factores del mercado de trabajo, acceso a los recursos del capital, información y los factores institucionales (Lee *et al.*, 2006) pero no solo analizarlos por separado sino también en su conjunto.

## LITERATURA CITADA

- Amin S. y Vergopoulos K., 1977. La cuestión campesina y el capitalismo. Editorial Nuestro Tiempo. Segunda edición en español. México D. F. 257 p.
- Bichara, E. y Garza, M., 1990. Consideraciones sobre la función Cobb-Douglas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 35 p.
- Chuck-Hernández C.; Pérez-Carrillo, E.; Heredia-Olea, E.; Serna-Saldívar S. O. 2011. Sorgo como un cultivo multifacético para la producción de bioetanol en México: Tecnologías, Avances y Áreas de Oportunidad. Revista de Ingeniería Química. vol 10 . No. 3, 259-249. México.
- Coelli, T. J., 1996. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Centre for Efficiency and productivity Analysis (CEPA) Working papers. University of New England, Australia. No.8 (96). 60 p.
- FAO, 2011 El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2010–2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Informe 12. 25 p.

- Färe R., Grosskopf S., Norris M. y Zhang Z., 1994. Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, Vol. 84. No. 1: 66-83.
- Foster A. D. y Rosenzweig, M. R., 2010. *Microeconomics of technology adoption*. Social Science Research of Yale University, USA. Discussion Paper 984.
- Gómez-Oliver L., 1994. El papel de la Agricultura en el Desarrollo de México, *Revista La Política agrícola en el nuevo estilo de desarrollo latinoamericano*, FAO. Santiago, Chile. 52 pp.
- FAO, 2012. *Statistics from Countries*, Department of Statistics and Information, Rom, 2012. en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/O/OA/E>
- FAO-SAGARPA, 2012. México: El sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Agosto 2012. México D. F. Volumen I. 34 p.
- Lanteri L. N., 2002. Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. La propuesta de los Índices Malmquist. *Asociación Argentina de Economía*, Vol 4. Buenos Aires, 22 p.
- Lee D. R., Barret, C. B., McPeak J. G., 2006. Policy, technology, and management strategies for achieving sustainable agricultural intensification. *USA. Agricultural Economics* 34: 123 -127.
- Marx K. y Hobsbawm E., 1986. *Formaciones económicas precapitalistas*. Siglo XXI, 13ª edición, México D. F. 104 p.
- Moro A., 2007. México: Crisis política y respuestas sociales (esperando el milagro económico). *Revista Pueblos: Territorios/Latinoamérica*. 2006 (26). 89 p.
- OCDE, 2009. *Estudios de la OCDE sobre Políticas de innovación: México*. Primera Edición. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. México, D.F. 204 p.
- Pender J., 2006. Rural population growth, agricultural change and natural resource management in developing countries, *International Food Policy Research Institute*, series paper 48: 83. Washington, D.C. U.S.A. 83 p.
- Piesse J. y Thirtle C., 1997. Sector-level Efficiency and Productivity in Hungarian Primary, Secondary and Tertiary Industries, 1985-1991. *Eastern European Economics* pp 5-39.
- Przeworski A., 2011. Acerca del diseño del Estado: Una perspectiva principal-agente. En *Lecturas sobre el estado y las Políticas públicas: Retomando el debate de ayer para fortalecer el actual*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 757 p.
- Pichardo G. B., 2006. La Revolución verde en México. *AGRÁRIA*, Sao Paolo, No. 4: 40-68.
- Robles B. H. M., 2007. El sector rural en el siglo XXI. Un mundo de realidades y posibilidades. Colección: Estudios e Investigaciones. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados, LX legislatura. México, D. F. 214 Pp..
- Rubio, B., 2008. De la crisis hegemónica y financiera a la crisis alimentaria. Impacto sobre el campo mexicano. *Argumentos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. Vol. 21, Núm. 57: 35-52.
- Ward P.S., Raymond J.G. Florax M., y Flores-Lagunes A., 2014. Climate Change and agricultural productivity in Sub-Saharan Africa: A spatial sample selection model. *European Review of Agricultural Economics* Vol 41 (2): 199-216.

