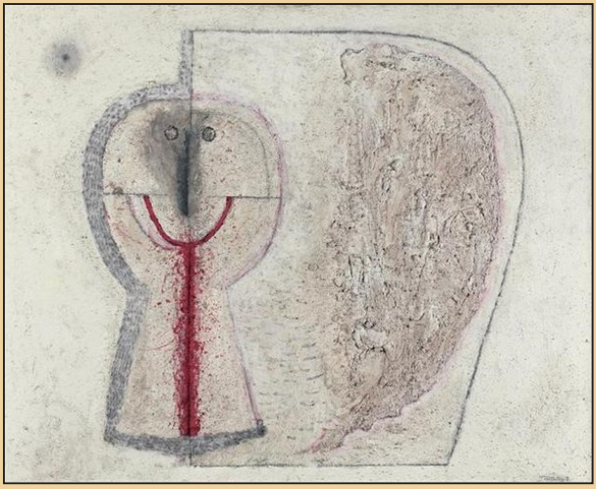
Ciencia y Universidad

REVISTA DE ECONOMÍA | **N° 41**

Julio-Diciembre 2020 ISSN 0185-6618



Determinantes de la eficiencia técnica del sector de granos básicos en México:
Un análisis de fronteras estocásticas
Andrés Jerson Millán López, Irvin Mikhail Soto Zazueta

Análisis institucional del desarrollo económico en Sinaloa
Gerardo Eloy Soto Ruiz

Hacia un modelo de sustentabilidad empresarial integral
Magdalena Miranda Pegueros, Elda Magdalena López Castro, Cesar Vega Zarate

Las mujeres emprendedoras propietarias de organizaciones familiares:
Una aproximación a la teoría feminista. Estudio exploratorio
Nadia Madahí García Acosta, María Estela Torres Jaquez

Nuevas formas de relación entre las corporaciones y los pequeños empresarios:
Mexicanos en los mercados al aire libre en Phoenix, Arizona
Blas Valenzuela Camacho, Brianda Elena Peraza Noriega

Economía como marco de referencia histórica en la gestión urbana en Quito de 1534 a 2018
Sergio Andrés Bermeo Álvarez, Claudia Canobbio Rojas

Revista Ciencia y Universidad
No. 41 Julio-Diciembre 2020
Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
ISSN 0185-6618
INDAUTOR (Reserva de derechos al uso exclusivo)
04-2018-110612281800-102

Ciencia y Universidad, es una publicación semestral, editada por la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Año 20, número 41, correspondiente al período de Julio a Diciembre de 2020. Editor responsable Rosalinda Gámez Gastélum. *Certificado de Reserva número 04-2018-110612281800-102 expedido por la Dirección de Reservas de Derechos del Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido por la Secretaría Técnica Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, N. 16078, ISSN 0185-6618.* Latindex Folio 439. Dirección de Ciencia y Universidad: Calle Josefa Ortiz de Domínguez s/n, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sin. CP80040. Teléfono y Fax 713 38 03. Este ejemplar se imprimió el día 9 de Diciembre de 2020 en los Talleres de Imprenta Universitaria, Ignacio Allende y Josefa Ortiz de Domínguez, Col. Gabriel Leyva, Culiacán, Sinaloa, los ejemplares impresos se remiten para su distribución a la Dirección de Editorial de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Burócratas No. 274-3 Ote., Col. Burócrata, Culiacán, Sinaloa, México
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Al reproducir contenidos e imágenes de la publicación agradeceremos la cita correspondiente tanto del autor como de la revista.

Imagen de portada: "Figure in white, 1975" de Rufino Tamayo.

Determinantes de la eficiencia técnica del sector de granos básicos en México: un análisis de fronteras estocásticas

ANDRÉS JERSON MILLÁN LÓPEZ

Universidad de Guadalajara
Jalisco, México.
jerson.millan@cucea.udg.mx

IRVIN MIKHAIL SOTO ZAZUETA

Universidad Autónoma de Sinaloa
Sinaloa, México
irvin.soto@uas.edu.mx

Resumen: En el presente ensayo se usa la metodología de fronteras estocásticas de producción para analizar la eficiencia técnica en el sector agrícola. En particular se estima la eficiencia en la producción de los granos básicos. Tres son los principales hallazgos de nuestro estudio. Primero, que paradójicamente aquellos municipios con una deficiente dotación de recursos en el país, donde se usan métodos tradicionales en el proceso de producción, son los más eficientes. Segundo, que las economías municipales con dotación importante de recursos tecnológicos pueden incrementar su producción agrícola en aproximadamente 59 por ciento en promedio, utilizando el mismo nivel de insumos. Tercero, que existen considerables diferencias en el nivel de desarrollo tecnológico en el cultivo de granos en el país, de modo que las regiones centro norte sobresalen con respecto a las demás en términos de eficiencia técnica y productividad laboral.

Palabras clave: Granos básicos, eficiencia técnica, fronteras estocásticas.

Abstract: *In this essay, methodology of stochastic production frontier is used to analyze the technical efficiency in the agricultural sector. In particular, efficiency is estimated in the production of basic grains. There are three main findings of our study. First, that paradoxically those municipalities with poor allocation of resources in the country are the most efficient, that is, despite using traditional methods in the production process. Second, municipal economies with significant endowment of technological resources can increase their agricultural production by about 59 percent on average, using the same level of inputs. And third, that there are considerable differences in the level of technological development and labour productivity in this type of cultivation in the country, and measured in terms of technical efficiency, the center north and east regions stand out.*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sector agrícola es fundamental para el crecimiento sostenido de cualquier país, sobre todo para México que cuenta con amplias y diversas regiones rurales. De los Ríos (2003) explica que una política efectiva de desarrollo económico depende de la promoción de la productividad en el sector agrícola, en particular de los medianos y pequeños productores. De ahí que investigadores y políticos deben dirigir su atención hacia la adopción de innovaciones en lo tecnológico y en procesos eficientes en la agricultura.

A pesar de que la importancia relativa del sector agropecuario en el país representa tan sólo el 4 por ciento del PIB, el valor de la producción en términos reales ha crecido a una tasa anual promedio del dos por ciento durante los últimos 20 años. Aun más, se emplean en el sector a uno de cada cuatro habitantes en zonas rurales. De acuerdo con cifras de la Encuesta Nacional Agrícola 2012 publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), este sector absorbe a alrededor de 3.8 millones de productores relacionados en actividades primarias, de los cuales dependen económicamente alrededor de 10.6 millones de personas.

El estudio de la eficiencia y productividad en las actividades agrícolas, así como el entendimiento de los factores que las afectan, son tema de relevancia académica por su relación con la competitividad del campo y los efectos de esta en relación con el ingreso familiar de las personas que dependen de la actividad tanto como en la seguridad alimentaria del país. Por ello las necesidades de este sector deben ser atendidas con la respectiva seriedad en las políticas públicas del país.

Datos de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) 2012, revelan que el 23 por ciento de la dieta del mexicano en los primeros 5 deciles de ingresos está compuesta por cereales, destacando en esta los productos relacionados con el maíz y el trigo, mientras que en los 5 deciles más altos de ingreso, estos productos representan el 17 por ciento. Dichos porcentajes muestran la importancia que tienen los granos básicos para la población, particularmente para los estratos de ingresos bajos. Paralelo a esto en relación con la producción agrícola, según SAGARPA, el 70 por ciento del maíz es producido por pequeños y medianos productores, mientras el resto es generado por los grandes empresas.

Junto a la búsqueda de una mayor especialización en la producción agrícola en el mundo ha crecido la demanda internacional de determinados productos. Esta expansión productiva y comercial ha generado beneficios, pero también ha causado la sustitución de productos básicos como los granos (cereales), que comprenden la base para la alimentación nacional y el sustento de 10.8 millones de mexicanos.

Respecto a la producción de cereales, actualmente en México se satisface tan solo el 66 por ciento de la demanda interna, lo cual significa que existe una dependencia de las importaciones del exterior del 34 por ciento restante para cubrir la demanda de estos productos. Cabe mencionar que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda satisfacer por lo menos el 75 por ciento de la demanda interna para que un país pueda mantener un estado de seguridad en la dotación de alimentos básicos.

Según la FAO, la ineficiencia técnica es un problema latente relacionado directamente con el ingreso del productor y el desabasto alimenticio en nuestro país y aún no ha sido considerada en su debida dimensión. Es necesario, por lo tanto, reflexionar en el tema para salvaguardar la seguridad alimentaria, la rentabilidad del sector agrícola y la viabilidad de esta debido a la competitividad.

De los Ríos (2003) señala que la eficiencia en el proceso de producción determina que la productividad pueda ser incrementada sin necesidad de incorporar nuevas tecnologías. Bastaría con aprovechar mejor los recursos disponibles, lo cual resultaría en una alternativa más efectiva que permitiría incrementar la producción en corto plazo. Por consiguiente, sería indispensable crear mecanismos que generen incentivos para que los recursos se combinen en la producción agropecuaria de una manera más eficiente. He aquí la importancia de enfocar el análisis en la eficiencia de las unidades de producción.

Estudios empíricos como los desarrollados por Arzubi y Berbel (2001), Juárez Torres (2002), De los Ríos (2003), Aguirre Estrada (2006), Jaime, Salazar y Novoa (2008) y Becerril-Torres, Rodríguez y Ramírez (2011), entre otros, hablando de países en desarrollo, afirman que los productores no logran explotar al máximo sus potenciales tecnológicos porque toman decisiones ineficientes que afectan drásticamente su productividad. De ser el caso, es inevitable la medición de los niveles de eficiencia de la producción agrícola.

En este sentido, en el objetivo central de la presente investigación se enfocan dos aspectos: Primero, la necesidad de estimar la eficien-

cia técnica municipal del sector de granos básicos en México y realizar un análisis para indagar acerca de los factores que la afectan. En segundo lugar, estimar el potencial de crecimiento regional que futuros incrementos de la eficiencia podrían implicar. Para efectuar el análisis con tales propósitos, en este trabajo se identifican los municipios que realizan las mejores prácticas en sus procesos productivos, así como aquellos que las pueden mejorar.

El estudio realizado por Becerril-Torres, Rodríguez y Ramírez (2011) es una de las pocas investigaciones que aplican el cálculo fronteras estocásticas para entender el ámbito agropecuario en México. En consecuencia, este trabajo tiene relevancia porque esperamos que la estimación de una frontera eficiente y el conocimiento de los factores que la afectan arrojen información para la formulación de estrategias y toma de decisiones de los agentes relacionados con la actividad.

El modelo paramétrico de fronteras estocásticas planteado analiza la eficiencia en el uso de la tierra, mano de obra, fertilizantes, sistemas de riego, tractores y tecnologías en semillas, apoyos gubernamentales, capacitación, producción bajo contrato, organización de productores y destino de la producción. Asimismo, se revisan los orígenes de la ineficiencia causados por factores que son o no controlados por el productor y su relación con la misma.

A partir de este momento este artículo se organiza en cinco apartados. El primero presenta brevemente el contexto de la producción de granos básicos en México y se plantea la importancia de estos productos para la seguridad alimentaria. En el segundo apartado se realiza una revisión de los trabajos que han estimado fronteras estocásticas para el sector agrícola en distintos contextos. En el tercero se describe la metodología y el modelo a estimar. En el cuarto se presentan los resultados empíricos del trabajo y en el quinto las conclusiones.

Evolución reciente de la agricultura en México

Antes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), México tenía un modelo primario exportador. La estructura productiva del sector agrícola --hasta principios de los noventa--, señalan Fox y Haight (2010), estaba compuesta de tres tipos de productores: 1) Un reducido número de productores comerciales con grandes recursos tecnológicos y capacidad de producción a gran escala, con gran participación en el mercado, quienes dedicaban la mayor parte

de las tierras al cultivo de riego; 2) Un número mayor de productores comerciales medianos y pequeños, y 3) Un numeroso grupo de pequeños agricultores de subsistencia que integraban la llamada agricultura campesina.

De acuerdo con datos del INEGI (2007) no existe una diferencia significativa entre los modelos anteriores al actual; por ejemplo, solo el 10 por ciento de las tierras agrícolas son de riego. Las expectativas para el gobierno federal eran que la apertura comercial con otros países y la ayuda de las reformas en materia agropecuaria, que fueron impulsadas desde los ochenta, mejorarían al sector y aumentarían el ingreso de los mexicanos (Yunez y Barceinas, 2004). En opinión de muchos, el TLCAN solo ha provocado una mayor dependencia alimentaria, flujos migratorios masivos y un incremento en la desigualdad.

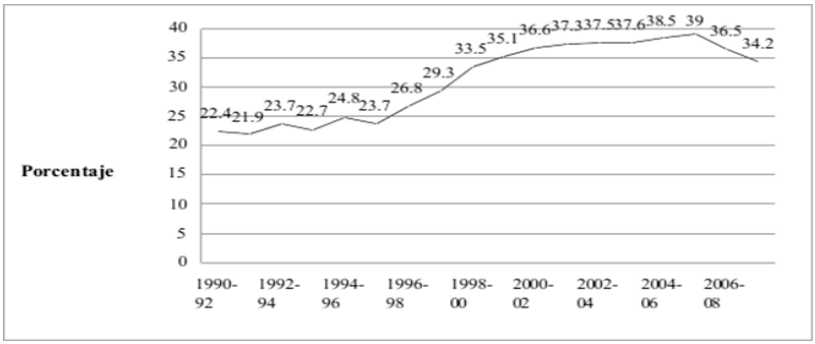
El desplazamiento del pequeño productor a la agricultura comercial tanto de consumo interno como de exportación, está lejos de ser un problema actual o de origen en el modelo neoliberal de fines del siglo XX, porque es un proceso de larga data y que todavía continúa. Sin embargo, el desabasto alimenticio y el desempleo rural se acrecentaron posiblemente con la entrada en vigor del TLCAN. A principios de los noventa, se reconoció que adquirir importaciones de granos de Estados Unidos dejaría sin trabajo a miles de campesinos agricultores, ya que los subsidios y la tecnología aplicada en la agricultura americana hacían más competitivo el producto que el de la agricultura local. Se esperaba que los afectados encontraran nuevos empleos en el sector industrial, el sector comercial o los servicios que se desarrollarían en las ciudades del país (Fox y Haight, 2010).

Con la liberalización del comercio se proyectaba, entre otras cosas, aumento de los flujos comerciales, mayor integración económica, especialización en productos en que cada país tiene ventajas comparativas y, por lo tanto, un aumento en la productividad en el sector agropecuario. Sin embargo, los críticos enfatizan que entre los aspectos negativos de la liberalización destacan la mayor pobreza de los pequeños productores rurales, la vulnerabilidad de pequeños y medianos productores, el desabasto alimenticio por el incremento de las importaciones en productos de orden básico, ante la concentración de la tierra, y la producción en grandes volúmenes destinada al comercio internacional, por ser este un mercado más rentable, lo cual ha provocado un incremento en la dependencia alimentaria de México.

En los últimos veinte años de Tratado, la importación de productos básicos, como los granos, ha registrado un considerable crecimiento. Según INEGI, en México las importaciones de cereales crecieron seis veces de 1994 a 2012, aumento que propició una mayor dependencia alimentaria[1]. Si bien la FAO apunta que México está lejos de ser un país dependiente, pues produce internamente el 92 por ciento del total de sus alimentos. Sin embargo, la tasa de dependencia en cuanto a productos básicos (cereales) es de 34 por ciento[2]. Esto ha impactado negativamente en la producción de básicos de aquellas zonas del país que no cuentan con las condiciones para sustituir productos o bien competir con los volúmenes de producción de los granos subsidiados de Estados Unidos.

En la gráfica 1 se muestra que de 1990 a 1996 existía una relativa constante en los índices de dependencia por debajo del 25 por ciento. A dos años de la entrada en vigor del TLCAN, la tasa de dependencia fue en aumento. Los críticos sugieren que esto puede deberse a la falta de competitividad del sector en materia de granos.

Gráfica1. México, tasa de dependencia de importaciones de cereales, 1990-2009



Fuente: Elaborado con datos de la FAO; Indicadores de seguridad alimentaria.

Entre los retos que se tienen que enfrentar en el sector agropecuario se encuentran el crecimiento demográfico, la incertidumbre de los

1 El índice de dependencia alimentaria de la FAO es calculado:(1–(Importaciones alimenticias / Exportaciones Totales) * 100).

2 Indicador elaborado con metodología de la FAO: TDC=1-(cereal imports/(cereal production+cereal import-cereal export).

mercados, los cambios en los precios, la falta de disponibilidad de alimentos, la industrialización, el crecimiento urbano, la competitividad internacional, la disminución en la distribución de agua y la reducción de la superficie destinada a la actividad agropecuaria, además de otros factores físicos naturales.

Bajo la línea del TLCAN, Arroyo et. al (2012), en un estudio realizado sobre los impactos del tratado en el sector agrícola de Jalisco, estiman que después de veinte años de vigencia del Tratado ha existido una disminución en el nivel de modernización de los municipios del estado. Al mismo tiempo, se ha notado que los municipios con mayor inversión son aquellos que destinan sus esfuerzos a los productos agrícolas exportables.

En México, la especialización de las unidades de producción agrícola en ciertos productos rentables y exportables como las hortalizas y frutos ha generado un rezago en la producción de alimentos básicos, y como resultado, el aumento de las importaciones de aquellos productos que son de orden básico en la dieta de la población. Gran número de agricultores se han concentrado excesivamente en aquellos productos que garantizan mayores beneficios en cuanto a utilidades económicas se refiere, adaptándose en mayor medida a las demandas y condiciones del mercado internacional, pero ello en deterioro de la producción de alimentos básicos, poniendo en riesgo la eficiencia técnica y la seguridad alimentaria nacional.

Estudios relacionados

La eficiencia técnica se expresa como la habilidad para lograr u obtener el máximo producto posible, dados un conjunto de factores de producción o un nivel de tecnología determinado (De los Ríos, 2003). Específicamente, un productor utiliza las mejores prácticas posibles que le significarán el máximo nivel de producción alcanzable, que es superior al de un productor que no hace lo mismo.

A partir de los estudios de Farrel (1957), considerado como uno de los pioneros que introdujo un método para medir la eficiencia técnica en la empresa, se han desarrollado investigaciones con aplicación a diversos sectores e industrias, dentro de los cuales podemos mencionar al sector agrícola. Una variedad de investigadores en el mundo han analizado la eficiencia técnica y su relación causal con variables socioe-

conómicas, ambientales y geográficas, entre otras, según las características del objeto de estudio del investigador.

Entre los estudios más recientes en el sector agrícola, podemos encontrar los de Daehoom y Niramon (2003) en Sydney, Australia; en América Latina, investigadores como Carlos de los Ríos (2003); Aguirre Estrada (2006) Arzubi y Berbel (2002); Juárez Torres (2002); Jaime, Salazar y Novoa (2008), Becerril-Torres, Rodríguez y Ramírez (2011). En España, Ivars Escortell, Coll Serrano y Blasco Blasco (2001); Venkataramani, K.R. y Prah Ruger (2010) en Estados Unidos.

La relevancia de medir la eficiencia radica en la posibilidad de asociarla con los determinantes causales que la generan. Los autores mencionados han explicado algunos de los determinantes de la eficiencia técnica en el campo basándose en métodos teórico-prácticos. En este sentido, en este trabajo se proponen variables ambientales, económicas y geográficas, para medir su relación con la eficiencia técnica.

De los Ríos (2003) mide la eficiencia técnica en la agricultura peruana enfocando el cultivo del algodón en los valles de Huaral, Cañete y Chincha, utilizando la metodología de la frontera estocástica y una función de producción de tipo Cobb Douglas. Para medir los determinantes de la eficiencia, utilizó una regresión censurada con un procedimiento que parte de un modelo tobit de dos colas, dado que el valor de la eficiencia obtenida está acotada entre los valores 0 y 1. Sus resultados señalan que la eficiencia técnica oscila entre 27 por ciento y 94 por ciento en la muestra de los tres valles. El estudio sugiere que se pueden obtener importantes ganancias en la producción con la tecnología existente.

En una segunda etapa, el autor estudió la relación entre la eficiencia técnica y algunas características propias de los productores, así como variables de control de factores exógenos que no son controlados por el productor. Este análisis lo llevó a verificar la relación negativa que existe entre la eficiencia técnica y las zonas poco propicias para la siembra del cultivo, sea por condiciones del tipo de suelo o por el acceso al agua.

Daehoom y Niramon (2003) proponen un modelo estocástico que incorpora efectos de la frontera en la región central de Tailandia. Ellos analizan y evalúan el uso ineficiente del factor trabajo con la finalidad de comprobar que este pueda influir en la pérdida del potencial del ingreso nacional y que además puede presentarse como obstáculo en los intentos del gobierno para aumentar los ingresos de los agricultores

individuales. Los resultados obtenidos en una primera etapa muestran que la producción es insensible a los cambios en la mano de obra. Concluyen que existe un exceso de oferta de mano de obra y que no se utiliza de manera eficiente. Además, señalan que los agricultores tendrán que trabajar por bajos ingresos. Como los cambios en la mano de obra no tienen efectos significativos en la producción agrícola, las políticas gubernamentales dirigidas a emplear la mano de obra en otros sectores no inducen a una reducción inmediata de la producción agrícola por el cambio en la actividad económica de los productores.

El Programa de Estudios del Cambio Económico y la Sustentabilidad del Agro Mexicano (PRECESAM) propuso medir la eficiencia productiva en la producción del maíz de los hogares mexicanos y sus determinantes. La metodología seleccionada permitió medir la eficiencia técnica para los hogares que destinan su producción a la comercialización, para los hogares que destinan su producción para el autoconsumo y para el total de las unidades productivas analizadas. Observaron el comportamiento de las elasticidades para inferir la mejor gestión de recursos y elevar la producción agrícola, según el caso. Los hallazgos apuntan que las comunidades en las cuales existe mayor infraestructura y centros de comercialización, donde se han efectuado mejoras en infraestructura vial y comercial, potencian la eficiencia técnica de los productores.

Jaime, Salazar y Novoa (2008) explican la eficiencia técnica en la pequeña agricultura de la provincia de Ñuble, en Chile. El propósito del estudio era analizar los determinantes de la eficiencia técnica de los pequeños agricultores de trigo e indagar si existe una relación entre participación de organizaciones y eficiencia técnica. Los resultados obtenidos arrojan niveles de eficiencia técnica promedio en torno al 50 por ciento, los cuales varían dentro del rango de 4 por ciento al 92 por ciento.

Lo anterior indica que aún existen espacios para mejorar la eficiencia en el sector, lo que motivó el estudio de los factores que determinan esta variabilidad. Al respecto, se encontró que la propiedad del predio y el tamaño la explotacion explican significativamente los niveles de eficiencia técnica de los productores. Se destacó además la importancia del capital social, medido a través de la participación en organizaciones, como una alternativa para alcanzar mayores niveles de eficiencia técnica.

Becerril-Torres, Rodríguez y Ramírez (2011) evalúan la eficiencia técnica del sector agropecuario en México, con el objetivo de calcular un indicador de eficiencia técnica de las entidades federativas, a fin de poder determinar la manera en que están combinando sus factores productivos --capital y empleo-- y conocer cuáles son las que están realizando mejores prácticas y aún tienen la posibilidad de mejorar. Se emplearon las bases de datos del sistema de cuentas nacionales (SCNM) del periodo correspondiente al 2008.

Sus conclusiones muestran que los estados del norte son los líderes en el sector, que los estados del centro norte determinan la frontera de producción eficiente y únicamente ocho de estos operan eficientemente bajo rendimientos variables a escala, mientras que 24 operan en el segmento de rendimientos decrecientes a escala. La eficiencia promedio de las entidades federativas es de 0.49, por lo que existe la posibilidad de mejorar la producción en 51 por ciento haciendo mejor uso del capital y el empleo.

METODOLOGÍA

En este trabajo el municipio es la unidad de análisis, esto es, la unidad productiva que se encuentra dentro de cada municipio. De esta manera la eficiencia o la ineficiencia técnica se refiere a la producción de las unidades productivas en el municipio. Farrel (1957) define la ineficiencia técnica como la distancia existente entre la combinación de insumos observada y la combinación eficiente de insumos, obtenida por medio de la estimación de una isocuanta de producción que representa todas las combinaciones posibles de insumos que permiten obtener un determinado nivel de producción. En otras palabras, la ineficiencia técnica es la distancia entre el nivel de producción observado y el máximo posible dado un nivel tecnológico determinado.

Esta metodología ha servido como punto de referencia en el desarrollo de nuevas herramientas para estimar la eficiencia técnica. El modelo que se utiliza en este trabajo fue planteado por Aigner, Lovell & Schmidt (1977), quienes proponen el cálculo de la eficiencia técnica por medio de la estimación de una frontera de producción estocástica, donde la lógica económica implícita se fundamenta en que la función de producción está sujeta a un término de error, el cual recoge los efectos aleatorios del medio ambiente y los de la ineficiencia técnica.

Según los autores, el error está compuesto por dos perturbaciones aleatorias que son distinguibles entre sí y poseen diferentes características que desvían a un productor de la obtención del máximo posible de producción dado un nivel tecnológico determinado. Por un lado, una perturbación o error aleatorio que captura los efectos fuera de control de los productores como eventos favorables o desfavorables, el clima, la topografía y el desempeño de las maquinarias, así como errores en la observación y medición de la producción; y, por otro, una perturbación no negativa que recoge los efectos controlables por el productor como el manejo del cultivo, el esfuerzo de los empleados o la utilización adecuada de pesticidas que están directamente asociados a la ineficiencia técnica.

El modelo plantea una función de producción determinística que depende de un conjunto de factores de producción. Así, para cada productor i, definimos la función de producción de esta manera:

$$Y_i^* = f(X_i;\beta) \qquad (1)$$

donde Y_i^* representa la frontera de posibilidades de producción o el máximo posible de producto que se podría obtener dado un conjunto de factores de producción X_i utilizados por cada individuo i, y β es un parámetro desconocido por estimar que representa la contribución de cada insumo a la producción. En esta etapa de construcción la expresión (1) es una función de producción tipo determinística, esto es, que no toma en consideración los errores aleatorios que captan los factores exógenos que afectan la producción. Consecuentemente, si el nivel de producción observado de cada productor es Y_i cualquier productor podría ubicarse o en la frontera de posibilidades de producción dicho de otro modo, el productor es eficiente si ($Y_i=Y_i^*$), o por debajo de ella, es decir, el productor es ineficiente si ($Y_i \leq Y_i^*$); y la eficiencia técnica (en sus siglas ET) sería $ET=Y_i/(Y_i^*)$..

Una alternativa más realista para capturar el efecto de la ineficiencia individual del productor consiste en incorporar los efectos específicos de la ineficiencia a la función de producción del mismo, entonces la función quedaría de la siguiente manera:

$$Y_i=f(X_i;\beta)-U_i \quad donde \quad (U_i \geq 0) \qquad (2)$$

Donde Y_i representa la producción del individuo i y U_i la perturbación relacionada con la ineficiencia técnica (factores determinantes). Es decir, si las unidades de producción en el municipio son eficientes, se podría llegar a producir Y_i^*, y U_i tomaría el valor de cero. Si el municipio no utiliza la combinación de factores más eficiente o no usa las mejores prácticas disponibles, U_i tomaría un valor mayor que cero y el productor produciría ($Y_i \leq Y_i^*$)
Siguiendo el método de Aigner, Lovell y Schmidt (1977), se incorpora la perturbación implícita al modelo estocástico que capturar el efecto de los factores exógenos que afectan la producción y que no son controlados por el productor. La formulación definitiva desembocaría en una frontera estocástica de producción (por el término aleatorio introducido al final).

$$Y_i = f(X_i;\beta) + \varepsilon_i \qquad (3)$$

$$\varepsilon_i = V_i - U_i$$

Por lo tanto quedaría:

$$Y_i = f(X_i;\beta) + (V_i - U_i) \;\; donde \;\; (U_i \geq 0) \qquad (4)$$

Aquí V_i podría tomar cualquier valor, dado que los factores exógenos no controlables que afectan la producción pueden ser positivos, negativos o nulos. El concepto de frontera de producción estocástica ha mostrado que los niveles de eficiencia no necesariamente se encuentran bajo el control de los productores, sino que obedecen a factores totalmente exógenos. La forma elegida para representar la función de producción es la Cobb- Douglas, comúnmente utilizada en la estimación de funciones de producción agrícolas. Función tipo Cobb - Douglas linealizada del modelo:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^{n} \beta_j \ln(X_j) + V_i - U_i \qquad (5)$$

β es un vector de parámetros que debe estimarse por el método de máxima verosimilitud con el fin de conseguir parámetros eficientes, no sesgados y consistentes (Aigner et al. 1977); ε_i da referencia al componente estocástico compuesto por elementos independientes V_i y U_i. Este procedimiento hace posible el cálculo del nivel máximo producido de la canasta de productos básicos seleccionados (Y_i^*), V_i como se mencionó anteriormente contiene las variaciones aleatorias[3] implícitas al modelo de producción, es simétrica e independientemente distribuida (idd) con media cero y varianza constante [$V_i \sim N(0,\sigma_V^2)$] y a su vez toma valores positivos y negativos hacia infinito [$-\infty < V_i < \infty$].

Por otro lado U_i acumula la ineficiencia técnica[4] observada en la actividad; es un término asimétrico idd [$U_i \geq 0 \sim N(0,\sigma_u^2)$] mayor que 0 e independiente de V_i. Derivado de estas características en ε_i los estimadores ($\hat{\beta}$) de la frontera de producción estocástica deben obtenerse mediante máxima verosimilitud. Por lo tanto, el logaritmo de la función de verosimilitud es:

$$\ln(\sigma_s^2, \hat{\beta}) = -\frac{n}{2}\ln(2\pi) - \frac{n}{2}\ln(\sigma_s^2) + \sum_{i=1}^{n} \mathrm{h}\left[1-\varphi(z_i)\right] - \frac{n}{2\sigma_s^2}\sum_{i=1}^{n}\left[Y_i - f(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \hat{\beta})\right]^2$$

(6)

Donde n representa el número de observaciones o municipios que existen en el país (2,442), σ^2_s la varianza del modelo[5] que es resultado de la suma de las varianzas en las perturbaciones (V_i,U_i) y $\varphi(z_i)$ la distribución normal estándar acumulada[6], en donde $\gamma=(\sigma_U^2)/(\sigma_V^2+\sigma_U^2)$ es el parámetro de eficiencia que proviene de (V_i y U_i) del error (ε_i) en la ecuación (5).

3 Esto da referencia a eventos que son ajenos a la producción de productos agrícolas en el municipio, que no se pueden controlar por lo productores (coyotaje, cambios en las políticas institucionales de los mercados, volatilidad de los precios, incertidumbre, infraestructura insuficiente, riesgo, mal empleo o mal funcionamiento de la maquinaria o tecnología, desastres naturales, mal clima, entre otros).

4 Son los insumos o variables de producción que se pueden controlar por las unidades productivas del municipio, como la cantidad e intensidad de factores utilizados para producir.

5 $\sigma_s^2=\sigma_V^2+\sigma_U^2$

6 $z_i= ((q1-f(x_{1i},x_{2i},x_{3i},x_{4i},\hat{\beta}))/(\sigma_s^2)\ \sqrt{(\gamma/(1-\gamma))}$

Bajo este orden de ideas, se tiene que cuando el efecto aleatorio predomina ($\sigma_U^2 \rightarrow 0$ y $\gamma=0$) significa ausencia de ineficiencia técnica. Entonces, esto implicaría que las unidades de producción de los municipios emplean adecuadamente la cantidad de insumos maximizando su producción.

Al mismo tiempo la ineficiencia puede resultar de eventos inesperados o factores no controlados dado que la varianza aleatoria posiblemente tiende a infinito ($\sigma_V^2 \rightarrow \infty$) y es predominante, haciendo que ε_i converja en una distribución normal. Caso contrario, cuando la variación del componente (U_i) tiende a infinito ($\sigma_U^2 \rightarrow \infty$ y $\gamma \geq 1$), la ineficiencia técnica es la principal fuente de variación en el modelo. Esto nos dice que hay un comportamiento ineficiente de los municipios en el manejo de sus factores productivos, porque con esta cantidad de insumos pueden alcanzar mayor producción de productos agrícolas básicos.

Especificación del modelo

Para llevar a cabo la estimación y determinación de la frontera eficiente, se empleó la función de producción con una variable dependiente que da referencia al volumen de la producción medido en toneladas por hectárea sembrada de una canasta de productos básicos alimenticios --maíz, sorgo, trigo, frijol-- definidos por la FAO[7], la cantidad de insumos empleados incluidos como variables explicativas: Capital (UP que utilizan Tractor, Superficie de riego), Mano de obra(Personal ocupado) y Tecnología (UP que utilizan semilla mejorada, UP utilizan pesticidas y fertilizantes).

En la primera etapa del modelo se calcula la frontera eficiente, los coeficientes de la tecnología y el capital, se espera que estos posean un valor positivo; en tanto, la mano de obra sea negativo, dada la relación inversa entre tecnología y mano de obra; en la segunda etapa de los determinantes de la eficiencia, se espera que la producción bajo contrato, organización, apoyo gubernamental y capacitación, impacten negativamente la ineficiencia y, por otro lado, la sustitución de productos. Por lo tanto, la función de producción Cobb-Douglas para el municipio i es:

7 Food and Agriculture Organization. (V. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.)

$$Ln(y_i)=\beta_0+\beta_1 Ln(K1_i)+\beta_2 Ln(L_i)+\beta_3 Ln(K2_i)+\beta_4 Ln(K3_i)+\beta_5 Ln(K4_i)+V_i-U_i \quad (7)$$

Donde la frontera eficiente está dada por:
Ln(y)= ton.por hectárea sembrada
$Ln(K1_i)$=unidades de producción que utilizan Tractor
$Ln(L_i)$=mano de obra
$Ln(K2_i)$=semilla mejorada
$Ln(K3_i)$=Superficie con aplicación de pesticida
$Ln(K4_i)$=Superficie de riego
V_i=Perturvación aleatoria implícita al modelo de producción
y U_i la ineficiencia técnica, dado por:

$$U_i=\alpha_0+\alpha_1 contrato_i+\alpha_2 capacitacion_i+\alpha_3 organizacion_i+\alpha_4 interno_i+\alpha_5 externo_i+\alpha_6\ apoyo_i+\varepsilon_i$$

Donde:
U_i=Ineficiencia técnica
$contrato_i$=cultivo bajo contrato con una empresa
$capacitacion_i$=Unidades de producción que recibieron capacitación
$organizacion_i$=Unidades de producción que forman parte de una organización
$interno_i$=producción al mercado interno
$externo_i$= producción al mercado externo
$apoyo_i$=Unidades de producción que recbió apoyo gubernamental

Cabe señalar que los signos en los parámetros determinan el impacto en la función; por lo tanto, las variables seleccionadas pueden causar un aumento o una disminución en la ineficiencia, dadas las condiciones de cada una de ellas en cada municipio.

Análisis de los resultados

La base de datos utilizada fue obtenida de información secundaría: el Censo Agrícola y Ganadero para el cálculo de la frontera eficiente y sus determinantes, así como el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) utilizado para datos descriptivos en el contexto nacional y estatal[8].

8 Información de corte transversal, se trabajó con 2456 observaciones que se representan por municipios y se eliminaron 12 inconsistentes. La temporalidad de la información es del año agrícola 2006 - 2007.

Las instituciones encargadas de dichos proyectos son INEGI y SAGARPA, respectivamente, en tanto que son las instancias responsables de generar información estadística y geográfica relacionada con el sector agropecuario, a través de censos decenales y anuales, los denominados registros administrativos.

El formulario del censo presenta temas de índole agropecuario con el fin de ofertar información estructural del sector, así como datos básicos sobre las características económicas y tecnológicas de las unidades de producción. La información utilizada es referida al año agrícola 2006-2007 y por consiguiente se tomó como variable dependiente el volumen de la producción medida en toneladas por hectárea sembrada de una canasta de productos básicos alimenticios -maíz, sorgo, trigo, frijol-, la cantidad de insumos empleados en la actividad, incluidas como variables explicativas: Capital (UP utilizan Tractor, Superficie de riego), Mano de obra (Personal ocupado) y Tecnología (UP utilizan semilla mejorada, UP utilizan pesticidas y fertilizantes).

Cabe mencionar también que la base de datos para el desarrollo del modelo empírico presenta cifras agregadas, motivo por el cual, esta investigación propone al municipio como unidad de observación, derivado de las limitaciones legales existentes sobre el uso de la información establecidas en la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica en vigor, en sus artículos 37, 38, 42 y 47 que exponen la confidencialidad de los datos.

El cuadro 1 muestra la estimación de la función de producción tipo cobb douglas a través del método de máxima verosimilitud que nos permite calcular las estimaciones de la frontera estocástica y determinar la eficiencia técnica en el municipio i, las elasticidades y economías de escala que se derivan de su proceso de producción[9]. Primero, se puede observar que la elasticidad del factor tecnología (uso de semilla mejorada) se presenta como el insumo más importante después de la superficie sembrada en los municipios, ya que genera un incremento promedio de 0.18 por ciento en los rendimientos de productos básicos cuando las hectáreas cultivadas con semilla mejorada aumentan 1 por ciento.

9 El lector puede caer en una falacia ecológica si no se interpretan adecuadamente los datos: La unidad de observación es el municipio y no el productor por lo que si un municipio es eficiente o ineficiente no se puede hacer una aseveración de que todos los productores en el municipio i cumplan con dicho patrón. Empero, los resultados de los estimadores β son consistentes por lo tanto las conclusiones en términos agregados son válidas y se puede decir que la mayoría de las unidades productivas del municipio seguirán el comportamiento según los parámetros estimados.

Cuadro 1. Frontera Estocástica de producción: estimación de parámetros del modelo de producción e ineficiencia técnica

Variables independientes	Coeficientes	Error estándar	z	P>lzl
Logaritmo natural de superficie sembrada	0.9191378	0.0131252	70.03	0
Logaritmo natural de unidades de producción que utilizan Tractor	0.0274634	0.0104423	2.63	0.009
Logaritmo natural de la mano de obra	-0.1045161	0.0131428	-7.95	0
Logaritmo natural de unidades de producción que utilizan semilla mejorada	0.1812108	0.0134946	13.43	0
Logaritmo natural de superficie con aplicación de fertilizante	0.0410038	0.0316329	1.3	0.195
Logaritmo natural de superficie de riego	0.1191039	0.0066197	17.99	0
Constante	0.9864278	0.0925992	10.65	0
Desviación estándar de V	0.68558			
Logaritmo natural de la varianza de V	-0.75498			
Determinantes de ineficiencia U				
Unidades de producción que poseen algún cultivo bajo contrato con una empresa	0.2071858	0.1026916	2.02	0.044
Unidades de producción que recibieron capacitación	-0.1304174	0.1626813	-0.8	0.423
Unidades de producción que forman parte de una organización	-0.3658802	0.1992142	-1.84	0.066
Unidades de producción que destinan la producción al mercado interno	0.8665495	0.2563656	3.38	0.001
Unidades de producción que destinan la producción al mercado externo	-0.5079695	3043854	-1.67	0.095
Unidades de producción que recibió apoyo gubernamental	0.6230146	0.1453514	4.29	0

Desviación estándar de U	0.12396			
Logaritmo natural de la varianza de U	-4.17549			
Gama	0.03166			

Fuente: Elaborado con datos del Censo Agropecuario 2007, INEGI.

Seguido por la superficie de riego, porque al dotar en 1 por ciento de este recurso a los municipios los rendimientos por hectárea incrementan en 0.12 por ciento, posteriormente el uso de maquinaria y la intensidad de fertilizantes y pesticidas, porque al ampliar su uso parcialmente en 1 por ciento los rendimientos crecen en promedio 0.02 por ciento y 0.04 por ciento, respectivamente aunque él uso de este último factor no es significativo. La fuerza de trabajo o mano de obra presenta una elasticidad negativa reduciendo el rendimiento en promedio en un 0,10 por ciento al incrementar este factor en 1 por ciento.

Un punto que genera atención es el valor del parámetro de la constante; En él se muestran los insumos productivos no contemplados en la función de producción pero también se podría asumir que incorpora aquella agricultura que se ejerce de forma tradicional en los municipios y que a pesar de no emplear ningún factor tecnológico o maquinaría en sus proceso de producción son capaces de incrementar en promedio 0.98 por ciento sus rendimientos, con la implementación de métodos rudimentarios como el uso de animales de tiro para arar la tierra, entre otros insumos.

En este contexto observamos la tabla 5, donde los municipios en promedio muestran rendimientos constantes a escala al 1 por ciento; sin embargo, si se incrementa en un 2 por ciento simultáneamente la superficie sembrada, uso de tractor, semilla mejorada y superficie de riego, se pueden lograr rendimientos crecientes, pasando de 1,18 por ciento a 2,49 por ciento, dados los parámetros en la estimación del modelo.

El origen de la ineficiencia productiva se determina por el valor de gama γ que alude al ratio o relación entre el la varianza de la perturbación U_i y la varianza de la perturbación en V_i basados en γ, sin embargo, al evaluar los resultados podemos de los valores dados por él logaritmo natural de sus varianzas podemos observar el grado en que estas pueden afectar la producción de manera independiente mostrando la ineficiencia dada por estos dos componentes de ε_i.

En otras palabras, es posible determinar el origen principal de la ineficiencia técnica y el efecto parcial en la eficiencia productiva de cada municipio en función de factores que no son controlables por el productor o bien de aquellos que si lo son. Los resultados muestran que aproximadamente el 96 por ciento de las variaciones en la producción de los municipios se debe a la ineficiencia técnica provocada por Vi, que significa que la ineficiencia es causada por eventos ajenos a la producción de productos agrícolas en los municipios y que no se pueden controlar por ellos de manera directa, tal como --variación de precios, coyotaje, nula inversión, mala combinación, mal empleo o mal funcionamiento de insumos para la producción como la maquinaria, tecnología, fertilizantes, pesticidas--, etc. Lo anterior puede obedecer también a cambios en las políticas institucionales de los mercados, volatilidad de los precios, incertidumbre, riesgo, infraestructura insuficiente, desastres naturales, mal clima y delincuencia, entre otros. Y el 4 por ciento de las variaciones restantes, son por aquellos factores relacionados con acciones ejercidas en el municipio como la capacitación, la organización de productores, los apoyos gubernamentales, el destino y los contratos de la producción, representados por U_i.

Lo anterior da referencia del origen de la ineficiencia en los municipios del país empero los parámetros dados por el valor $\ln\sigma_V^2$ y $\ln\sigma_U^2$ hacen referencia al efecto parcial de cada uno de los componentes en ε_i, por lo tanto, el valor de $\ln\sigma_V^2$ nos muestra que un incremento de 1 por ciento provoca que la ineficiencia disminuya 0.75 por ciento en promedio.

El valor $\ln\sigma_U^2$ recoge el efecto parcial de la ineficiencia técnica en la producción provocado por U_i, por lo tanto, al incrementar en 1 por ciento se provoca una disminución promedio de la ineficiencia en -4.1 por ciento. El valor gama del 3.16% alude al origen de la ineficiencia dada por el componente U_i, con ello se explica que a pesar de que el origen de la ineficiencia dado por U_i se marginal, su efecto parcial es este componente es mayor en términos relativos respecto a V_i.

Asimismo, los parámetros de los determinantes poseen un impacto en la ineficiencia al 1 por ciento según su característica; En este sentido observamos que las variables que aportan a una reducción en la ineficiencia son aquellos que tienen que ver principalmente con el destino de la producción a mercados externos y la organización de los productores, empero, la producción bajo contrato y el destino de la producción el mercado interno así como los apoyos gubernamentales

en vez de disminuir la ineficiencia como podría esperarse provocan un aumentos significativos en esta y los programas de capacitación no son significativos.

Lo anterior alude a que los municipios donde sus unidades de producción comercializan sus productos al extranjero y en donde sus productores tienen capacidad organizativa, en promedio son más eficientes en términos de producción de básicos. Por otro lado abría que especular respecto con los apoyos gubernamentales, su uso o el destino que se les está dando al producto, así como, las características y condiciones en la que las agroempresas contratan productores y la eficiencia de los programas de capacitación a productores.

El cálculo de la eficiencia técnica municipal permite determinar un promedio nacional[10]. Así, la media del indicador a nivel global es de 41.12 por ciento esto quiere decir que a nivel país más de la mitad de los municipios en México trabajan por debajo de su frontera de posibilidades de producción. Igualmente, la distribución de la eficiencia técnica por las ocho regiones en que se divide el país, se puede observar en el cuadro 2.

Los resultados muestran que la eficiencia productiva oscila entre el 35.36 y 100 por ciento. Además, los municipios de la región Centro norte son los más eficientes con 47 por ciento, y los más ineficientes corresponden a la región Noroeste y Oeste del país, mostrando una eficiencia de 40 por ciento promedio. La distribución de la eficiencia técnica entre las regiones es relativamente homogénea, la eficiencia promedio se encuentran con una distancia de 7 por ciento del más alto respecto a la del más bajo.

Cuadro 2. Eficiencia técnica promedio regional, 2007

Eficiencia técnica 2007					
Regiones	Municipios	Media	Mínimo	Máximo	Desviación est
Centro Norte	191	47.05%	36.67%	80.18%	0.080612598
Este	573	41.49%	35.57%	75.21%	0.055813583
Sureste	143	40.73%	35.63%	62.72%	0.057067607
Noroeste	206	40.47%	35.63%	86.82%	0.062668959
Sursoeste	769	40.29%	35.52%	100.00%	0.046225286
Centro sur	174	40.15%	35.36%	62.93%	0.05448321

10 Se calculó el promedio nacional, regional y estatal con las eficiencias técnicas obtenidas del modelo en los 2442 municipios a través de la media aritmética.

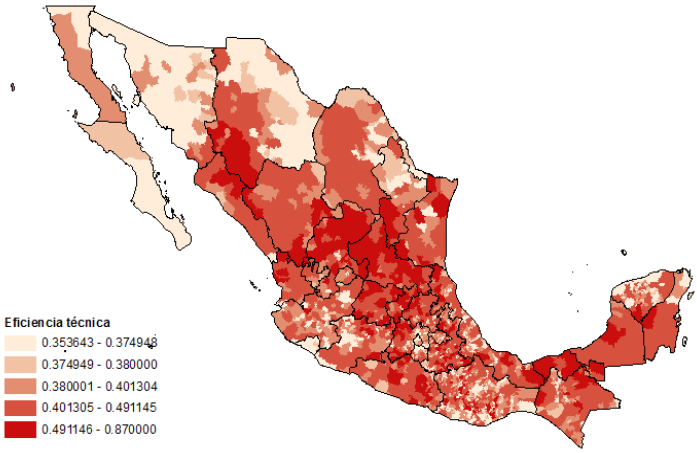
Noreste	132	40.09%	35.52%	72.77%	0.056488927
Oeste	268	40.05%	35.42%	59.26%	0.03546217
Total general	2456	41.09%	35.36%	100.00%	0.057069319

Fuente: Elaborado con datos del censo agropecuario 2007, INEGI.

En términos generales, si el municipio promedio del país quisiera lograr el máximo alcanzable, lograría un incremento del 59 por ciento en su producción. En otros términos, potencialmente podrían incrementar la producción de básicos con la misma cantidad de insumos que poseen actualmente.

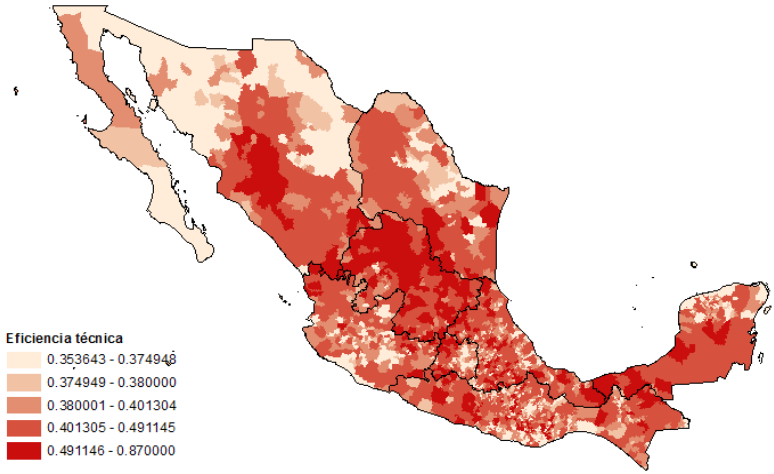
Los resultados muestran que la entidad más eficiente es Tabasco con un 50.3 por ciento de eficiencia técnica promedio en sus 17 municipios. En cambio, las entidades más ineficientes son el distrito federal y colima con 36.61 y 36.37 por ciento, respectivamente. El mapa 1 expone gráficamente el comportamiento de la eficiencia técnica municipal en los 32 estados del país y confirma lo expuesto en los resultados agregados de la tabla anterior y los datos expuestos anteriormente. Los valores de eficiencia técnica municipal se estratificaron en cuatro grupos, con valores que van de menos a más, disueltos en escala de grises, según su estado de pertenencia. En términos regionales la región centro norte del país es la más eficiente como puede mostrarse desde una perspectiva espacial en el mapa 2.

Mapa 1. Eficiencia técnica municipal por estados, 2007



Fuente: Elaborado con datos del censo agropecuario 2007, INEGI.

Mapa 2. Eficiencia técnica municipal por regiones, 2007



Fuente: Elaborado con datos del censo agropecuario 2007, INEGI.

Conclusiones

De acuerdo con el objetivo planteado y los resultados obtenidos en la sección anterior, mediante frontera estocástica, se presentan las principales conclusiones e implicaciones de investigación académica y para el diseño de política pública.

Cabe puntualizar que, a modo de resultado, ser eficiente no significa producir grandes volúmenes de producto o satisfacer una demanda local, si no alcanzar el máximo de producto que se producir con la dotación de recursos o insumos con los que se cuentan. En este orden de ideas, observamos que, paradójicamente, los municipios con menos dotación de recursos en el país, son los más eficientes en la producción de productos básicos.

Por otro lado, el origen de la ineficiencia proviene en un 97 por ciento de factores que no pueden ser controlados por los municipios pero la incidencia en esta es marginal respecto a los factores que si son controlables por el municipio (V_i=-0.75, U_i=-4.1), por lo que se asume que el desarrollo de políticas públicas deben atender con mayor énfasis los principales causantes de la ineficiencia en los que el municipio puede intervenir. Destacar políticas con enfocadas a el rol que cumple

la eficiencia en la producción ya que esta se asocia con los beneficios en productividad que se podrían alcanzar por medio de innovaciones tecnológicas y prácticas proteccionistas, capacitación orientada al proceso, organización de productores, apoyos gubernamentales bien canalizados entre otros que son de importancia crítica en la agricultura local.

Así bien, si el municipio promedio en México lograra minimizar los factores que generan ineficiencia, con la misma cantidad de insumos podría incrementar su producción en un 59 porciento, lo que derivaría a coadyuvar el desarrollo del sector así como en la disminución de la dependencia alimentaria nacional.

Respecto a la mano de obra desde la perspectiva de municipio como unidad de observación se puede concluir que influye en la pérdida del potencial productivo o bien que no se está empleando de manera eficiente. Los municipios tradicionales necesitan dotación de recursos para que puedan aumentar la producción y atender la demanda local. Así bien Los resultados del modelo muestran que por ejemplo que en un incremento del 1 por ciento en los insumos de producción (excepto mano de obra) generaría rendimientos crecientes a escala en ellos. Por otro lado, en los municipios modernizados se pueden maximizar la producción si estos logran configurar sus recursos actuales con el mismo fin. Esto nos da una clara idea del potencial productivo que el país posee.

Una de otras realidades es que el negocio del sector se encuentra en los productos de valor agregado, exportables como son frutas y hortalizas. Sin embargo, se podrían generar incentivos a la producción de productos básicos a través de mecanismos regulatorios proteccionistas para que se pueda revertir el efecto negativo a la eficiencia.

Una conclusión más es que existen considerables diferencias en el nivel de desarrollo tecnológico en este tipo de cultivo medido en términos de eficiencia técnica de la región centro norte, este con respecto a las demás regiones, situación que explica parcialmente la brecha de productividad laboral entre las regiones del país.

Si bien los hallazgos del análisis empírico nos ayudaron a conocer más acerca el potencial del desarrollo de la productividad en los municipios mexicanos, en cuanto a productos básicos se refiere, y sobre algunos de sus determinantes, los resultados del presente trabajo deben ser tratados con cautela. La base de datos utilizada presenta limitantes, ya que propone al municipio como unidad de observación y no al productor. Se utilizaron datos agregados para la estimación del modelo, dadas las limitaciones legales sobre el uso de información.

Bibliografía

Aguirre Estrada, M. A. (2006). Determinantes medioambientales de la eficiencia técnica de la industria porcina Jaliciense. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Aigner, D., Lovell, K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. Journal of Econometrics , 6, 21-37.

Arroyo, A. J. (2012). Impacto del TLCAN en el sector agropecuario de Jalisco. Guadalajara: Juan Pablos.

Arzubi, A., & Berbel, J. (2001)Un análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina. Estudios Agrosociales y Pesqueros . Revista española de estudios agrosociales y pesqueros, 193, 119-142.

Blanchart, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). Macroecnómia. Madrid: Pearson.

Daehoom, N., & Niramon, S. (2003). Efficiency of Agricultural Production in the Central Region of Thailand. Sydney : Department of Economics Macquarie University.

De los Ríos, C. (2003). La eficiencia técnica en la agricultura peruana (El caso del algodón Tangüis en los valles de Huaral, Cañete y Chincha). Lima.

FAO. (2009). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 21 de Enero de 2014, de http://www.fao.org/home/es/

Farrel, M. (1957). The Measurement of Productivity Efficiency. Journal of The Royal Statistics Society , 120 (3), 253-290.

Fox, J., & Haight, L. (2010). La política agrícola mexicana: Metas múltiples e intereses en conflicto. En Subsidios para la desigualdad: Las políticas públicas del maíz a partir del libre comercio. (págs. 9-53). Santa cruz: Centro de Investigación y Docencia Económicas, University of California.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2012). Anuario Estadístico del estado de Jalisco. Aguscalientes: INEGI.

Ivars Escortell, A., Coll Serrano, V., & Blasco Blasco, O. (2001). La producción agrícola en Andalucía y el resto de España: un análisis comparativo en términos de productividad y eficiencia. Valencia: Universidad de Valencia.

Jaime, M. J., Salazar, C. A., & Novoa, L. F. (2008). Participación y eficiencia técnica en la pequeña agricultura de la providencia de Ñuble (Región del bío-bío, Chile). Santiago: Universidad de Concepción.

Juárez Torres, M. (2002). La eficiencia productiva de los hogares rurales mexicanos en la producción del maíz., México 2002. COLMEX.

Ramírez Hernández, J. J., Becerril Torres, O. U., & Rodríguez Licea, G. (enero-junio de 2011). Eficiencia técnica del sector agropecuario de México: Una perspectiva de análisis envolvente de datos. Economía, XXXVI , 85-110.

Schmidt, P., & Lovell, K. (1979). Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers. Journal of Econometrics , 9 (3), 343-366.

SAGARPA. (2011). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado el 21 de Enero de 2014, de http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx.

SEIJAL. (21 de Enero de 2014). Sistema Estatal de Información Jalisco. Recuperado el 21 de Enero de 2014, de www.seijal.gob.mx.

Venkataramani, A. S., Shanmugam, K., & Prah Ruger, J. (2010). Health, Technical Efficiency, and Agricultural Production in Indian District. Journal of economic development , 35 (4), 1-23.

Directrices para autores/as

Ciencia y Universidad es una revista científica, de periodicidad semestral y publicada en versión papel y en línea. El envío de un trabajo entraña el doble compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones y de aceptar los términos en que eventualmente se dictamine el artículo. Asimismo, los autores otorgan permiso para que su artículo se difunda por los medios que se consideren pertinentes, impresos y magnéticos.

Los trabajos deberán ser inéditos y las temáticas adscribirse a la Economía o a disciplinas afines en el campo de las Ciencias Sociales que toman como referencia el método económico. Sólo se admiten trabajos en español e inglés. La calidad del texto en inglés es responsabilidad del propio autor.

La aceptación de trabajos estará sujeta a las normas editoriales descritas a continuación:

1. Los trabajos se revisan en primera instancia por los miembros del Comité Editorial y por dos dictaminadores anónimos especialistas en el tema (concretando el sistema de revisión por expertos, doble ciego), en caso de empate en el dictamen, el artículo se somete a consideración y dictamen de un tercer especialista. En cualquiera de los casos, el dictamen será inapelable;

2. En situación de rechazo de un trabajo, su aceptación final se condiciona al cumplimiento de las modificaciones de forma y contenido que el editor haya comunicado al autor (a) o autores(as).

Estos últimos son responsables del contenido del trabajo, la veracidad de los datos manejados y d el correcto uso de las referencias bibliográficas que en ellos se citen;

3. La revista se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales que considere pertinentes para adecuar los textos a nuestra política editorial;

4. Los trabajos no deberán exceder de 35 cuartillas, incluyendo todas las secciones del manuscrito, y cumplirá con las siguientes especificaciones de redacción: a) Procesado en Word, b) letra Times New Roman tamaño 12, c) tamaño carta, escrito a doble espacio, d) no uso de sangría tanto en el texto como en las referencias citadas, e) el uso de cursivas se restringe a títulos de libros y revistas, nombres científi-

ficos y palabras ajenas al idioma español, f) el uso de comillas queda restringido a títulos de artículos, capítulos y citas textuales incluidas en el texto, y no se usarán palabras en negritas;

5. La estructura del texto debe cumplir los siguientes requisitos:

a) Una portada en la que se incluyan los siguientes datos:

• Titulo del trabajo
• Nombre completo del(los) autor(es)
• Área o lugar de trabajo
• Área de investigación
• Domicilio, teléfono y correo electrónico.

b) Un resumen del contenido de 150 palabras en español e inglés.

c) Incluir palabras clave tanto en español como en inglés.

6. Cuadros, gráficas y otros materiales de apoyo deberán cumplir lo siguiente:

a) Incorporarse al final del texto, indicando claramente en el texto principal la página donde han de insertarse.

b) Deberán explicarse por sí mismos (sin necesidad de recurrir al texto para su comprensión), sin incluir abreviaturas, indicando claramente las unidades de medida empleadas y con las fuentes completas.

c) Las gráficas y otro material de apoyo serán en blanco y negro.

d) Los cuadros deberán ser simples y exponer información relevante.

e) Elaborarse en formato Excel.

f) Deberán entregarse originales en un sólo archivo.

7. Las notas a pie de página, usadas sólo de manera excepcional y para la provisión de información esencial; se incorporarán al final del documento.

8. Las referencias bibliográficas en el texto deberán cumplir con los criterios establecidos por el Sistema Parentético de Referencias (Harvard). Por ejemplo: (Varian, 1992: 21):

9. Al menos una vez deberá explicarse el significado de todas las siglas que se utilicen en cualquiera de los componentes de la obra.

10. La bibliografía de las obras citadas deben ajustarse a los criterios establecidos por el Sistema Parentético de Referencias (Harvard): nombre del autor, año de edición, título del artículo citado, título de la publicación en su caso, volumen y número de la revista y de las páginas que contienen el artículo, lugar de la publicación y editorial. La lista de referencias bibliográficas debe corresponder justamente con aquellas citadas en el documento.

11. Como punto a favor de la publicación del artículo, se recomienda usar como bibliografía base del análisis y discusión, un 60% de artículos publicados en revistas indexadas.

12. La omisión de cualquiera de uno o varios de los requisitos arriba expuestos será motivo de que el trabajo no acceda a dictaminación. No se devolverán originales.

13. Los trabajos para considerarse en el proceso editorial y arbitraje serán recibidos únicamente en la dirección electrónica:

http://revistasuas.com/index.php/Ciencia_y_Universidad/about/submissions

Ciencia y Universidad Número 41,
editada por la Universidad Autónoma de Sinaloa
a través de la
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales,
se terminó de imprimir
en el mes de Diciembre de 2020,
en la Imprenta Universitaria.
Culiacán Sinaloa México.
Se tiraron 1000 ejemplares.

Universidad Autónoma de Sinaloa
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales