

# EFICIENCIA TÉCNICA DE EXPLOTACIONES DE MAÍZ UBICADAS EN EL MUNICIPIO SAN GENARO, PORTUGUESA, VENEZUELA\*

## Technical efficiency of corn farms located in San Genaro Municipality, Portuguesa, Venezuela

Trifina Márquez<sup>1</sup>, Adelis Velásquez<sup>2</sup>, José Flores<sup>3</sup>, Sandra Flores<sup>4</sup> y Hernando Garzón<sup>5</sup>

### RESUMEN

Se evaluó la eficiencia técnica de explotaciones agrarias con producción de maíz (*Zea mays*) ubicadas en el Sector La Palaciera, municipio San Genaro de Boconoito del estado Portuguesa, Venezuela. En una muestra de 30 fincas se recabó, mediante cuestionarios, información de cinco insumos y un producto, que corresponden al cultivo sembrado en el año 2010. Se empleó el método Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), aplicando un modelo orientado al producto. Según los resultados, en promedio, la eficiencia técnica global (ETG) fue 80,8%, desglosada en una eficiencia técnica pura (ETP) de 86,7% y una eficiencia de escala (EE) de 93,5%. Las ineficiencias causadas por la tecnología fueron mayores que las generadas por el tamaño o escala de producción subóptimo. Según las metas del plan formulado para la muestra, se puede elevar la producción agregada de maíz de 2.575.500 a 2.969.391 kg, lo que supone un incremento de 393.891 kg (17,1%), sin aumentar la cantidad de insumos aplicados actualmente.

**Palabras clave:** productividad, DEA, finca, insumo, producto.

### ABSTRACT

We evaluated the technical efficiency of corn production in farms located in La Palaciera, San Genaro de Boconoito Municipality, Portuguesa State, Venezuela. Through surveys on 30 farms, was collected information on five inputs and a product corresponding to the crop planted in 2010. The method used was Data Envelopment Analysis (DEA), applying a product-oriented model. According to the results, on average, the overall technical efficiency (GTE) was 80.8%, broken down into pure technical efficiency (PTE) of 86.7% and a scale efficiency (SE) of 93.5%. The inefficiencies caused by technology were greater than those generated by suboptimal size or scale of production. According to the plan's goals formulated for the sample of maize-growing farms, aggregate production of maize could be raise from 2,969,391 to 2,575,500 kg, which would mean an increase of 393,891 kg (17.1%), without increasing the amount of inputs currently applied.

**Key words:** productivity, DEA, farm, input, output.

---

(\*) Recibido: 26-08-2012

Aceptado: 04-02-2013

<sup>1</sup> Ejercicio profesional.

<sup>2</sup> Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (Fondas), Barinas. Venezuela.

<sup>3</sup> Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: joseovidioflores@gmail.com.

<sup>4</sup> Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid. España.

<sup>5</sup> Decanato de Investigación y Posgrado, Maestría en Gerencia de Recursos Humanos. UNEFA, Barinas. Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es uno de los motores de desarrollo en Venezuela. Es necesario que la agricultura se analice no sólo desde el punto de vista de su dinámica económica, sino también desde la perspectiva social. Hay que valorarla como generadora de empleos, pilar de desarrollo de la Venezuela rural y como un medio para realizar una ocupación ordenada del territorio nacional.

En el caso de Venezuela, en las áreas donde se cultiva el maíz, la temperatura no es un factor limitante, como ocurre en las regiones templadas y por ello, es posible cultivarlo durante todo el año.

Portuguesa es el segundo estado con mayor superficie apta para la siembra de maíz (Benacchio *et al.* 1988) y el mayor productor conjuntamente con el estado Guárico (Vielma *et al.* 2005), sin embargo, los rendimientos por hectárea se han estancado (Marín 2002; Briceño 2008) y difieren significativamente de los obtenidos en otras latitudes (Alejua 2002). Para el año 2011 se estimó una producción de 2.117.710 t obtenidas en 630.015 ha, para un promedio de 3.361 kg/ha de maíz (Fedegro 2012). Otro problema importante es la variabilidad del rendimiento (Medina *et al.* 2002; San Vicente *et al.* 2005), que repercute directamente en los ingresos de los productores (Vielma *et al.* 2005).

Además de los riesgos inherentes a la actividad, las explotaciones de maíz confrontan otros tipos de problemas que inciden directamente en su eficiencia. Por una parte, los costos de producción se han incrementado de manera significativa en los últimos años y, por la otra, desde el 2005, la población ocupada en actividades agrícolas tiende a disminuir en términos absolutos, en el 2008 representó 11% menos que la del 2005 (Hernández 2009), lo cual presagia mayores dificultades para contratar mano de obra. Asimismo, los precios del maíz están regulados por el Estado y por ello, sus incrementos se rezagan cada vez más con respecto a los costos de los insumos, lo cual deriva en ganancias decrecientes para los agricultores.

En este contexto, la solución más viable para los agricultores consiste en producir con la mayor eficiencia posible, elevando los niveles de producción y manteniendo las cantidades de insumos que se aplican. Esta solución es apropiada para elevar la producción nacional de alimentos dada la crisis alimentaria que enfrenta el país (González 2009), que se evidencia por el comportamiento histórico de las importaciones, ya que entre 1981 y 1990 la importación de alimentos y bebidas fue 75,4 US\$ por persona y año. En la década siguiente (1991-2000) la cifra disminuyó a 65,9 US\$ por persona y año, y en la que acaba de concluir (2001-2010) alcanzó promedio de 134,6 US\$ (Machado 2011). Esta situación debería revertirse en un plazo no muy lejano, ya que en nuestro país, la seguridad agroalimentaria tiene rango constitucional (Art. 305 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Ejecutivo Nacional 2008) y legal (Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, Ley de Seguridad Agroalimentaria, Asamblea Nacional 2010).

Por otra parte, diversos autores han evaluado el uso de los recursos en explotaciones agrícolas en Venezuela, desde el punto de vista de la productividad parcial de los factores. Por el contrario, en la presente investigación se aborda la evaluación desde la perspectiva de la eficiencia con el método DEA, que es un enfoque relativamente novedoso en el país. La aplicación empírica se centra en un grupo de explotaciones del cultivo maíz, en un municipio muy prometedor para este tipo de actividad en Venezuela. La identificación de las fincas eficientes, así como la medición de sus niveles de utilización de insumos relevantes, que constituyen estrategias diferenciales con respecto a las fincas ineficientes, permitirá orientar las decisiones hacia la mejora de la capacidad competitiva de este último grupo de fincas. Este enfoque es relevante, ya que la gran mayoría de los estudios relacionados, especialmente en el estado Portuguesa (Alejua 2002), se han centrado en aspectos agroecológicos, técnicos, manejo de suelos, uso de productos químicos y de mejoramiento genético, entre otros. Por ello, en la presente investigación se aborda la eficiencia técnica de explotaciones de maíz ubicadas en el sector la Palaciera, municipio San

Genaro del estado Portuguesa, mediante la aplicación del método DEA, que se ha escogido por dos razones fundamentales: considera simultáneamente múltiples insumos y productos y, además, no requiere de los precios de éstos para obtener las estimaciones de eficiencia.

## MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

En nuestro país se ha utilizado la metodología DEA para evaluar la eficiencia en ganadería (Urdaneta *et al.* 2007; Urdaneta *et al.* 2010; Flores y Zambrano 2011), pero no hay antecedentes de su aplicación en explotaciones con producción de maíz. A manera ilustrativa, se citan investigaciones en el sector agrícola realizadas en otros países.

Perdomo *et al.* (2007) calcularon la eficiencia técnica y sus determinantes por tipo de caficultor (pequeño, mediano y grande) y sector general, para una muestra, en la región cafetera de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda (Colombia). Se encontró que gran parte de los pequeños y medianos caficultores son ineficientes técnicamente, mientras que los grandes son eficientes en la práctica. Mediante el DEA, se obtuvo un puntaje promedio de eficiencia técnica de 36% en los pequeños, 51% en los medianos, 60% en los grandes y 42% en el sector general de caficultores de la zona. Estos promedios de eficiencia técnica, comparados con estudios similares en África y Vietnam, indican una eficiencia técnica menor en los pequeños y grandes caficultores colombianos, confrontados con los mismos grupos en Vietnam, que también posee una vasta explotación agroindustrial de café.

Perdomo y Mendieta (2007) recabaron datos microeconómicos de caficultores pequeños, medianos y grandes en Colombia, para determinar la eficiencia técnica y asignativa mediante el método no paramétrico Análisis Envolvente de Datos. La eficiencia técnica promedio encontrada para pequeños fue 3,76%, medianos 51,71%, grandes 60,15% y todo el sector 42,38%. Mientras en eficiencia asignativa la media fue 36,13%,

42,98%, 18,86% y 36,50%, respectivamente. Estas cifras presumen la existencia de un sector cafetero ineficiente técnica y asignativamente. Resaltan los grandes productores como más eficientes técnicamente e ineficientes asignativamente. Esto significa que las unidades empresariales emplean muy bien la cantidad de insumos para maximizar su producción, pero no logran producir al mínimo costo, dada la ineficiencia asignativa. Mientras los minifundistas, los campesinos y el sector general no explotan sus factores óptimamente y tampoco llegan al menor costo en producción por tener ineficiencia técnica y asignativa.

En cuanto a las aplicaciones del método DEA en explotaciones maiceras, Ajibefun (2008) señaló que los análisis de la eficiencia son un tema importante en los estudios económicos. En una muestra de 200 fincas de una región de Nigeria, que incluían la explotación de maíz, comparó la capacidad de las técnicas paramétricas y no paramétricas de los modelos de frontera en los análisis de eficiencia técnica. Se empleó la técnica paramétrica conocida como modelo de Frontera de Producción Estocástica (FPE), y el Análisis Envolvente de Datos para la técnica no paramétrica. Los resultados indicaron que los agricultores presentaron diferentes niveles de eficiencia técnica, desde 0,22 hasta 0,87 para ambas forma de cálculo. También los resultados de ambos enfoques mostraron que la edad y el nivel de educación de los agricultores influyó significativamente en el nivel de eficiencia técnica. La estimación de la eficiencia técnica media no varió con el método utilizado. Por último, una combinación de las puntuaciones de eficiencia técnica obtenida con los dos métodos se propuso como mejor solución.

Según Mulwa *et al.* (2009), el maíz es el alimento básico para la mayoría de los hogares de Kenia, y predomina en los pequeños agricultores, así como en los de gran escala. Estos autores utilizaron el DEA bietápico y la regresión de Tobit para evidenciar las deficiencias en el cultivo de maíz y sus causas, en el oeste de Kenia, encontraron que debido a que se siembra en lotes pequeños de tierra, la disminución de la productividad y la eficiencia son de gran

importancia, tanto en cultivos comerciales como en los de subsistencia.

Koc *et al.* (2011) analizaron la eficiencia técnica de la segunda cosecha de maíz, durante el periodo 2004-2005, en 89 fincas localizadas en la región mediterránea oriental de Turquía. Aplicaron el método DEA y utilizaron la regresión Tobit para identificar los determinantes de esa eficiencia. Se empleó un modelo orientado a insumos, que permitió estimar que los productores podían reducirlos hasta 19%, manteniendo el mismo nivel de producción. Por otra parte, la eficiencia técnica estuvo en un rango entre 41 y 100%.

Esta información permite apreciar la importancia que tiene la metodología DEA para estimar la eficiencia de explotaciones agrícolas en diferentes partes del mundo.

### La medición de la eficiencia y el DEA

Del término de eficiencia de Klassen *et al.* (1998), se infiere que se utiliza en un contexto que engloba la comparación de una finca frente a un estándar, o bien la comparación frente a diferentes fincas del mismo sistema de producción o de procesos productivos con características comunes.

Los términos productividad y eficiencia (técnica) son diferentes, aunque frecuentemente han sido utilizados como sinónimos (Miller 1984). En el primer caso, normalmente se hace referencia al concepto de productividad media de un factor, que alude al número de unidades producidas de un determinado producto (output) por cada unidad empleada de un insumo o input (Álvarez 2002).

Se pueden distinguir dos tipos de eficiencia (Farrel 1957):

- 1) La eficiencia técnica: consiste en producir lo máximo posible a partir de unos insumos dados, o bien, a partir de un nivel dado de producto, con la menor combinación de insumos.
- 2) La eficiencia precio: es la que obtiene aquella unidad productiva que utilice una combinación de insumos que, con el mínimo

coste, alcanza una cantidad de producto determinado a unos precios preestablecidos.

Ambas medidas, combinadas, proporcionan una medida de la eficiencia económica.

La teoría de Farrel se aplica en la práctica utilizando, principalmente, dos metodologías: las aproximaciones paramétricas y las no paramétricas, como el DEA. Para la primera se recurre al uso de la econometría y para la segunda se emplea el método DEA, propuesto por Charnes *et al.* (1978), que emplea algoritmos de programación lineal y asume rendimientos constantes a escala (modelo DEA-CCR). Posteriormente Banker *et al.* (1984) incorporaron los rendimientos variables a escala (modelo DEA-BCC). Para determinar si la tecnología de producción utilizada presenta rendimientos variables a escala, se procede a separar la eficiencia técnica (en adelante se denominará eficiencia técnica global, ETG) en dos términos: eficiencia técnica pura (ETP) y eficiencia de escala (EE). Para ello deben calcularse los dos modelos: Rendimientos Constantes a Escala (RCE) y Rendimientos Variables a Escala (RVE), con los mismos datos. En caso de diferencia entre las dos mediciones para una finca determinada, implica que posee ineficiencia de escala y que el valor de esa ineficiencia es la diferencia entre la medición del RCE y la medición del RVE. La ETG representa a los RCE y la ETP a los RVE.

La eficiencia puede ser caracterizada de dos maneras básicas (Charnes *et al.* 1981) con los modelos: 1) Orientado a los insumos: manteniendo el nivel de producto existente, buscan la máxima reducción proporcional en el nivel de insumos, mientras la finca permanece en la frontera de posibilidades de producción. Una finca no es eficiente cuando es posible disminuir cualquiera de sus insumos sin modificar sus productos, y 2) Orientado a los productos: manteniendo el nivel de insumos existente, buscan el máximo incremento proporcional en el nivel productos, mientras la finca permanece en la frontera de posibilidades de producción. Así, una finca no es eficiente cuando es posible aumentar cualquiera de sus productos sin incrementar algunos de sus insumos o

disminuir cualquiera de sus productos. En el modelo orientado a productos, el nivel de producción observado se multiplica por 1/ETG ó 1/ETP (según caso) para estimar el nivel de producción necesario para convertir a una finca ineficiente en eficiente.

La planificación agraria se puede abordar con diversas herramientas (Flores y Gómez-Limón 2006). Una de ellas utiliza el enfoque *Benchmarking*, basado en el DEA (Zhu 2009), que consiste en establecer como metas para las fincas ineficientes los niveles de insumos o de producción necesarios para alcanzar la frontera eficiente e, imitar, en lo posible, las prácticas de las fincas líderes (eficientes), para sentar las bases de un programa de transferencia de tecnología. El horizonte de planeación puede ser el corto, mediano o el largo plazo (todos los recursos son variables). Es importante destacar que a diferencia de otros sectores, en el agrario la consecución de las metas está condicionada por una mayor incertidumbre, dada la interacción entre factores genéticos, edafoclimáticos y económicos, entre otros.

### Formulación matemática del modelo DEA

El modelo de programación fraccional, cuyas variables representan los pesos más favorables para la finca *i-ésima* se presenta a continuación:

$$Max. h_0 = \frac{\sum_{m=1}^M u_m y_{m,0}}{\sum_{n=1}^N v_n x_{n,0}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{m=1}^M u_m y_{m,i}}{\sum_{n=1}^N v_n x_{n,i}} \leq 1, \quad i = 1, 2, 3, \dots, I$$

$$u_m, v_n \geq \varepsilon, \quad \forall m, \forall n$$

Donde:

$y_{m,0}$  = cantidad de producto *m* obtenido por la finca 0.

$x_{n,0}$  = cantidad de insumo *n* consumido por la finca 0.

$u_m$  = ponderación o peso virtual asignado al producto *m*.

$v_n$  = ponderación o peso virtual asignado al insumo *n*.

*I* = número de fincas muestreadas (*I*=30).

*M* = número total de productos (maíz).

*N* = número total de insumos aplicados al proceso productivo del maíz (*N*=5).

$\varepsilon$  = número positivo pequeño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio San Genaro de Boconoíto es uno de los 14 municipios que forman parte del estado Portuguesa, Venezuela. Tiene una superficie de 1.031 km<sup>2</sup> y una población de 18.822 habitantes (censo 2001). Su capital es Boconoíto. Está conformado por las parroquias Antolín Tovar Aquino y Boconoíto. La agricultura es la principal actividad económica del municipio, se destaca la producción de maíz y yuca. Presenta un clima de Bosque seco tropical a una altitud de 200 msnm con una temperatura promedio entre 26 y 27°C y una precipitación media anual entre 1.450 a 1.965 mm. El Caño Colorado, Agua de Angel y el Río Boconó son los principales cursos de agua del municipio.

Mediante cuestionarios se recabó información en 30 explotaciones de maíz en el municipio San Genaro de Boconoito, Sector La Palaciera del estado Portuguesa, Venezuela, las cuales estaban adscritas a un programa de asistencia financiera y técnica del Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista. Se incluyó como producto u *output* los kilogramos de maíz (Maíz) cosechados por finca, provenientes del cultivo sembrado en el ciclo 2010 (sin riego) y cinco insumos o *inputs* considerados relevantes en el proceso productivo (Anexo 1): cantidad de hectáreas (ha) sembradas por finca, así como los gastos en bolívares erogados por los conceptos de preparación de tierra, semilla, fertilización y cosecha. Los gastos no fueron agregados con el fin de evaluar sus efectos sobre la eficiencia. Se empleó un modelo DEA orientado a los productos en virtud de que, tanto a nivel local como nacional, la demanda de maíz excede a la oferta. Este modelo fue resuelto con el programa informático

*Win4deap* (Coelli 1996). Para contrastar diferencias entre medias de grupos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, que fue procesada con el programa SPSS, versión 19.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE MAÍZ

Las fincas estudiadas arrojaron una eficiencia técnica global media de 80,8% (Tabla 1), lo cual indica que sus producciones de maíz podrían incrementarse, en promedio en 23,8% ( $(1/0,808)-1$ ); sin aumentar los recursos aplicados actualmente y operando al tamaño de escala más productivo. Por otra parte, el valor mínimo (ETG=62,8%) revela que la finca menos eficiente debería incrementar su producción en 59,2% para alcanzar el nivel productivo de las 6 fincas eficientes del grupo comparado, que representan el 20,0% de la muestra. El índice medio de eficiencia técnica pura (ETP=86,7%) permitió estimar que la producción de las fincas ineficientes debería ser incrementada 15,3%, en promedio, para ser eficientes a la escala establecida por el grupo de 11 fincas con 100% de ETP, que representan el 36,7% de la muestra. Por su parte, la desviación típica de la ETG es menor que la reportada por Koc *et al.* (2011), lo cual indica un relativo menor nivel de heterogeneidad en la muestra.

El índice de eficiencia de escala promedio (93,5%) reflejó que hay ineficiencias debidas a que el 80,0% (100%-20,0%) de las fincas no están operando, en promedio, a sus tamaños óptimos

(volúmenes de productos). Estas ineficiencias de escala se atribuyen a que se encontraron 3 fincas (10,0% de la muestra) que operan con rendimientos a escala decrecientes, mientras que 21 fincas, que representan más de la mitad de la muestra (70,0%), se encuentran produciendo por debajo de la escala óptima con rendimientos a escala crecientes. Estas últimas fincas, que deberían aumentar su tamaño para ser más eficientes, conforman un grupo considerado como un problema estructural de la agricultura de algunos países (Papageorgiou y Spathis 2000). Por ejemplo, en estudios de eficiencia de una muestra de 89 explotaciones maiceras localizadas en la zona este del mediterráneo en Turquía, se encontró que 87,6% de la fincas tenían un tamaño subóptimo y 3,4% presentaban un tamaño por encima del óptimo (Koc *et al.* 2011).

Por otro lado, la ineficiencia generada por la escala de producción fue significativamente menor que la causada por el uso de la tecnología.

### ANÁLISIS DE SEGUNDO NIVEL

Debido a que los rendimientos a escala resultaron relevantes, se categorizó el índice ETP siguiendo el procedimiento propuesto por Ribas *et al.* (2006), quien lo aplicó en ganadería bovina. Las categorías fueron: 1) nivel de eficiencia bajo ( $ETP \leq 86,7\%$ ), 2) nivel de eficiencia intermedio ( $86,7\% < ETP < 100\%$ ), y 3) nivel eficiente ( $ETP = 100\%$ ). Se tomó como referencia de las categorías 1 y 2, el valor de la media de la ETP. Cada uno de los insumos y el producto, fueron medidos en totales por finca y, luego promediados

**Tabla 1.** Tipos de eficiencia de explotaciones maiceras en San Genaro de Boconoíto, Portuguesa.

| Concepto                    | ETG (%) | ETP (%)    | EE (%) |
|-----------------------------|---------|------------|--------|
| Mínimo                      | 62,8    | 67,8       | 70,3   |
| Máximo                      | 100,0   | 100,0      | 100,0  |
| Media                       | 80,8    | 86,7       | 93,5   |
| Mediana                     | 79,5    | 86,5       | 96,6   |
| Desviación típica           | 13,0    | 12,7       | 8,6    |
| Número de fincas eficientes | 6       | 11         | 6      |
| % fincas eficientes         | 20,0    | 36,7       | 20,0   |
| Número de fincas irs        |         | 21 (70,0%) |        |
| Número de fincas drs        |         | 3 (10,0%)  |        |

irs: rendimientos a escala crecientes drs: rendimientos a escala decrecientes.

ETG= eficiencia técnica global ETP= eficiencia técnica pura EE= eficiencia de escala

por grupo. Los resultados indicaron que no hubo diferencias ( $P>0,05$ ) en las cantidades de productos o de insumos aplicados en los procesos productivos en las fincas, discriminadas por niveles de eficiencia (Tabla 2). Esto se debe fundamentalmente a que las 30 fincas conforman un grupo relativamente homogéneo desde el punto de vista tecnológico.

Finalmente, en el Anexo 1 se presenta un resumen de la información más relevante para el plan basado en el enfoque *benchmarking*, a fin de transferir tecnología de las fincas eficientes a las menos eficientes. Ese plan debe ser acompañado de un informe detallado sobre “cómo” se realizan las mejores prácticas en las fincas eficientes, a fin de ejecutar de manera exitosa la transferencia de la tecnología.

Debido a que este plan tiene una orientación al producto y considera rendimientos variables a escala, las metas de insumos se refieren a las cantidades que se registraron en el proceso productivo evaluado y que deben ser aplicadas en el próximo ciclo productivo, con la salvedad de que en algunas fincas que presentaron holguras de insumos, sus metas incluyen disminuciones de los mismos. Por otra parte, en las fincas que presentaron 100% de eficiencia técnica pura se mantienen intactos los niveles de insumos y productos registrados en sus procesos productivos, a diferencia de las fincas ineficientes, en las cuales deberá incrementarse la producción de maíz, para transformarse en agroempresas eficientes y, en algunos casos, también se deberán disminuir los niveles de insumos.

En síntesis, para el conjunto de fincas evaluadas, se puede elevar la producción agregada de maíz de 2.575.500 a 2.969.391 kg, lo que

supone un incremento de 393.891 kg (17,1%). Este incremento no es significativamente más grande porque las fincas tienden a ser relativamente homogéneas en cuanto al uso de tecnología, debido en gran medida, a que reciben asesoría técnica de parte de instituciones públicas.

La consecución de las metas está condicionada por la capacidad gerencial del equipo de trabajo responsable del plan de transferencia de tecnología y de los productores agrarios y, obviamente, por los factores que inciden en la producción del cultivo, que pueden ser sociales, económicos, edafoclimáticos y genéticos, entre otros.

## CONCLUSIONES

En la muestra de explotaciones de maíz, la eficiencia técnica global fue 80,8%, desglosada en una eficiencia técnica pura de 86,7% y una eficiencia de escala de 93,5%. Por otra parte, las ineficiencias causadas por la tecnología fueron mayores que las generadas por un tamaño o escala de producción subóptimo.

La tecnología de las fincas maiceras se ajusta a rendimientos variables a escala, con 70% de las fincas por debajo de la escala óptima y un número menor (10,0%) por encima del nivel óptimo.

Según las metas del plan formulado para la muestra de explotaciones maiceras, se puede elevar la producción agregada de maíz en 17,1%. Debido a que el modelo está orientado a los productos, estos incrementos se obtendrían con los niveles actuales de insumos (o con una pequeña reducción en algunos casos) aplicados a los

**Tabla 2.** Valores promedios de insumos y productos para explotaciones de maíz con niveles de bajo, medio y eficiente de ETP.

| Producto e insumos | Media de las fincas | Tres niveles de eficiencia (ETP) |            |           | Kruskal-Wallis (P) |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|------------|-----------|--------------------|
|                    |                     | Bajo                             | Intermedio | Eficiente |                    |
| Maíz (kg)          | 85.850,0            | 75.993,3                         | 85.200,0   | 99.527,3  | 0,45               |
| ha                 | 18,5                | 18,4                             | 17,0       | 19,1      | 1,00               |
| Laboreo (Bs)       | 10.921,0            | 10.900,0                         | 10.060,0   | 11.262,7  | 0,92               |
| Semilla (Bs)       | 7.374,3             | 7.334,7                          | 6.850,0    | 7.619,1   | 1,00               |
| Fertilización (Bs) | 5.388,7             | 5.395,3                          | 4.800,0    | 5.593,6   | 0,97               |
| Cosecha (Bs)       | 6.761,0             | 6.831,3                          | 6.290,0    | 6.836,4   | 0,94               |

procesos productivos, y no son significativamente más grandes porque las fincas tienden a ser relativamente homogéneas en cuanto al uso de tecnología, debido a que reciben asistencia técnica de una sola institución pública.

De concretarse estos aumentos de producción, se estaría contribuyendo a mejorar la seguridad agroalimentaria del país y la calidad de vida de los productores agropecuarios objeto de la planificación.

## REFERENCIAS

- Ajibefun, I. 2008. An Evaluation of Parametric and Non-Parametric Methods of Technical Efficiency Measurement: Application to Small Scale Food Crop Production in Nigeria. *Journal of Agriculture & Social Sciences* 4: 95–100.
- Alejua, H. 2002. Caracterización y análisis del proceso gerencial aplicado por los productores de maíz del municipio Turén, estado Portuguesa, Venezuela. *Agroalimentaria* 14:15-25.
- Álvarez, A. 2002. Concepto y Medición de la Eficiencia Productiva. En Alvarez A. (Coordinador). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Editorial Pirámide. Madrid. 334 p.
- Asamblea Nacional. 2010. Ley de Reforma Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. *Gaceta Oficial* N° 5.991 Extraordinario del 29 de julio de 2010.
- Banker, R., Charnes, A. and Cooper, W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30 (9): 1078-1092.
- Benacchio, S., Cañizales, R., Bejarano, A., Avilán, W. y Cánchica, W. 1988. Zonificación Agroecológica del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en el país. FONAIAP. IIAG Serie C, N° 10-26.
- Briceño, G. 2008. La agricultura en cifras. Asamblea anual de FEDEAGRO. [Documento en línea]. En <http://www.innovaven.org/quepasa/agropol8.pdf> . [noviembre de 2012].
- Charnes, A., Cooper, W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research* 2(6):429-44.
- Charnes, A., Cooper, W. and Rhodes, E. 1981. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science* 27(6):668-697.
- Coelli, T. 1996. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, CEPA Working Paper No. 8/96, Department of Econometrics, University of New England, England. 50 p.
- Ejecutivo Nacional. 2008. Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria. Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* No. 5.889 Extraordinario de fecha 31 de Julio de 2008.
- Fedeagro (Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios). 2012. Estadísticas agrícolas [Documento en línea]. <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. [agosto de 2012].
- Farrel, M. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, Part III, 253-290.
- Flores, J. y Gómez-Limón, J. 2006. Planificación multicriterio de explotaciones agrarias en áreas tropicales protegidas. El caso de la zona protectora Guanare-Masparro (Venezuela). *Economía Agraria y Recursos Naturales* 11(6): 81-108. [Revista en línea] En:

- <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/8002/1/06110081.pdf>.
- Flores J. y Zambrano C. 2011. Eficiencia técnica de explotaciones agrarias mixtas con producción ovina en el municipio Guanarito, estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 29: 23-33. [Revista en línea] En: <http://150.187.77.68/revistas/index.php/rucyt/article/viewFile/233/271>.
- González, E. 2009. La inseguridad agroalimentaria de Venezuela. *Tribuna del Investigador* 10(1-2): 1-20.
- Hernández, J. 2009. Evolución y resultados del sector agroalimentario en la V República. *Cuadernos del Cendes* (72): 67-100.
- Klasseney, K., Rusell, R. and Chrisman, J. 1998. Efficiency and productivity measures for high contact services. *The Service Industries Journal* 18 (4):1-18.
- Koc, B., Gul, M. and Parlakay, O. 2011. Determination of technical efficiency in second crop maize growing farms in Turkey: case study for the east Mediterranean in Turkey. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (5): 488-498.
- Machado, A. 2011. Importación de alimentos en Venezuela ¿Qué sería razonable? [Documento en línea]. En <http://carlosmachadoallison.blogspot.com/2011/02/importacion-de-alimentos-en-venezuela.html>. [agosto de 2012].
- Marín, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988 – 2001). *Agroalimentaria* 15:49-73.
- Medina, S., Marín, R., Segovia, V., Bejarano, A., Venero, Z., Ascanio, R. y Meléndez, E. 2002. Evaluación de la estabilidad del rendimiento de variedades de maíz en siete localidades de Venezuela. *Agronomía Tropical* 52(3): 255-275.
- Miller, D. 1984. Profitability = productivity + price recovery. *Harvard Business Review* 62(3): 145-153.
- Mulwa, R., Emrouznejad, A. and Muhammad, L. 2009. Economic efficiency of smallholder maize producers in Western Kenya: A DEA Meta-Frontier Analysis. *International Journal of Operational Research* 4 (3): 250 – 267.
- Papageorgiou, K. and Spathis, P. 2000. *Agriculture Policy*, Stochastis Editions, 1<sup>st</sup> ed. Agriculture University of Athens, Athens, Greece.
- Perdomo, J. y Mendieta, J. 2007. Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo y Sociedad* 60: 1-45.
- Perdomo, J., Hueth, D. y Mendieta, J. 2007. Factores que afectan la eficiencia técnica en el sector cafetero colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos, *Ensayos sobre Economía Cafetera* 22:121-40.
- Ribas, A., López, C. y Flores, G. 2006. Análisis no paramétrico de las explotaciones lecheras en Galicia. El papel de la concentración parcelaria. *Estudios Agrosociales y Pesqueros* 209:111-133.
- San Vicente, F., Marín, C. y Díaz, D. 2005. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de híbridos de maíz de alta calidad de proteína (QPM) en Venezuela. *Agronomía Trop.* 55(3):397-410.
- Urdaneta, F., Peña M. y Casanova A. 2007. Análisis de eficiencia en fincas ganaderas de doble propósito. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15:357.

Urdaneta F., Dios-Palomares R., Casanova A. y Cañas J. 2010. Estudio no paramétrico de la eficiencia técnica en ganadería de doble propósito tropical con variable de entorno. In: XIII Encuentro de Economía Aplicada, Sevilla. pp. 1-21.

DEA Excel Solver. Kluwer Academic Publisher. Massachusetts, USA. 319 p.

Vielma, M., Cerovich, M., Miranda, F. y Marín, C. 2005. Influencia de la semilla certificada de maíz en la productividad de los sistemas de producción de maíz en grano de los estados Portuguesa y Guárico. *Agronomía Trop.* 55(3):343-361.

Zhu, J. 2009. Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets and

**Anexo 1.** Eficiencia, nivel actual de insumos y productos, fincas líderes y metas de producción de explotaciones de maíz en San Genaro de Boconoíto, Portuguesa.

| Finca | Tipo de eficiencia (%) |       |       |     | Tipo Rend. | Metas de insumos (Bs) |         |               |         | Producción actual<br>Maíz (kg) | Metas de producción |          | Nº Fincas referenciadas |
|-------|------------------------|-------|-------|-----|------------|-----------------------|---------|---------------|---------|--------------------------------|---------------------|----------|-------------------------|
|       | ETG                    | ETP   | EE    | ha  |            | laboreo               | semilla | Fertilización | cosecha |                                | Maíz (kg)           | Maíz (%) |                         |
| 1     | 62,8                   | 69,9  | 89,8  | irs | 14         | 7.500                 | 5.400   | 4.206         | 5.058   | 49.500                         | 70.835              | 43,1     | 0                       |
| 2     | 80,6                   | 82,2  | 98,0  | irs | 17         | 10.780                | 6.436   | 4.860         | 6.120   | 81.000                         | 98.545              | 21,7     | 0                       |
| 3     | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 20         | 11.200                | 7.000   | 5.200         | 6.000   | 100.000                        | 100.000             | 0,0      | 0                       |
| 4     | 66,2                   | 69,8  | 94,8  | drs | 24         | 14.750                | 9.203   | 7.155         | 8.750   | 95.000                         | 136.014             | 43,2     | 0                       |
| 5     | 66,4                   | 72,8  | 91,1  | irs | 11         | 7.200                 | 4.343   | 3.240         | 3.973   | 44.400                         | 60.979              | 37,3     | 0                       |
| 6     | 70,3                   | 100,0 | 70,3  | irs | 10         | 6.000                 | 4.000   | 2.900         | 3.600   | 41.000                         | 41.000              | 0,0      | 0                       |
| 7     | 69,5                   | 69,7  | 99,7  | irs | 20         | 12.000                | 8.000   | 5.907         | 7.393   | 82.000                         | 117.651             | 43,5     | 0                       |
| 8     | 65,1                   | 79,1  | 82,3  | drs | 40         | 23.200                | 15.370  | 12.000        | 14.405  | 152.000                        | 192.167             | 26,4     | 0                       |
| 9     | 78,4                   | 100,0 | 78,4  | drs | 52         | 31.200                | 19.760  | 15.600        | 18.720  | 239.200                        | 239.200             | 0,0      | 2                       |
| 10    | 94,3                   | 94,6  | 99,6  | irs | 20         | 12.000                | 7.600   | 5.800         | 7.184   | 110.000                        | 116.238             | 5,7      | 0                       |
| 11    | 81,4                   | 83,9  | 96,9  | irs | 15         | 9.000                 | 6.000   | 4.479         | 5.496   | 72.000                         | 85.797              | 19,2     | 0                       |
| 12    | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 21         | 10.500                | 8.400   | 6.300         | 7.560   | 117.600                        | 117.600             | 0,0      | 16                      |
| 13    | 95,0                   | 100,0 | 95,0  | irs | 10         | 7.000                 | 4.000   | 3.000         | 3.700   | 57.000                         | 57.000              | 0,0      | 16                      |
| 14    | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 20         | 12.000                | 9.200   | 6.000         | 8.000   | 120.000                        | 120.000             | 0,0      | 0                       |
| 15    | 65,0                   | 67,8  | 95,9  | irs | 15         | 9.000                 | 6.270   | 4.500         | 5.633   | 58.500                         | 86.325              | 47,6     | 0                       |
| 16    | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 18         | 10.800                | 8.280   | 5.400         | 6.300   | 104.400                        | 104.400             | 0,0      | 0                       |
| 17    | 78,4                   | 97,8  | 80,2  | irs | 10         | 5.600                 | 4.600   | 3.000         | 3.500   | 45.000                         | 46.000              | 2,2      | 0                       |
| 18    | 81,1                   | 100,0 | 81,1  | irs | 10         | 5.600                 | 4.600   | 3.000         | 3.500   | 46.000                         | 46.000              | 0,0      | 2                       |
| 19    | 67,4                   | 70,1  | 96,2  | irs | 15         | 8.700                 | 5.901   | 4.350         | 5.400   | 58.500                         | 83.501              | 42,7     | 0                       |
| 20    | 90,9                   | 92,4  | 98,3  | irs | 18         | 10.373                | 7.137   | 5.000         | 6.602   | 94.000                         | 101.706             | 8,2      | 0                       |
| 21    | 83,5                   | 84,6  | 98,7  | irs | 18         | 9.900                 | 7.200   | 5.382         | 6.543   | 86.400                         | 102.157             | 18,2     | 0                       |
| 22    | 83,1                   | 83,3  | 99,7  | irs | 20         | 12.000                | 8.000   | 5.907         | 7.393   | 98.000                         | 117.651             | 20,1     | 0                       |
| 23    | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 21         | 13.650                | 7.770   | 6.090         | 7.560   | 126.000                        | 126.000             | 0,0      | 10                      |
| 24    | 100,0                  | 100,0 | 100,0 | -   | 18         | 10.440                | 7.200   | 5.040         | 6.660   | 102.600                        | 102.600             | 0,0      | 6                       |
| 25    | 74,9                   | 100,0 | 74,9  | irs | 10         | 5.500                 | 3.600   | 3.000         | 3.600   | 41.000                         | 41.000              | 0,0      | 1                       |
| 26    | 68,7                   | 72,5  | 94,7  | irs | 14         | 8.850                 | 5.700   | 4.311         | 5.267   | 60.000                         | 82.742              | 37,9     | 0                       |
| 27    | 68,3                   | 71,6  | 95,4  | irs | 14         | 8.400                 | 5.517   | 4.060         | 5.064   | 56.000                         | 78.224              | 39,7     | 0                       |
| 28    | 68,0                   | 71,3  | 95,3  | irs | 13         | 8.400                 | 5.386   | 3.920         | 4.967   | 54.600                         | 76.600              | 40,3     | 0                       |
| 29    | 87,3                   | 88,4  | 98,8  | irs | 18         | 10.440                | 7.200   | 5.354         | 6.598   | 91.800                         | 103.808             | 13,1     | 0                       |
| 30    | 78,0                   | 78,2  | 99,7  | irs | 20         | 12.000                | 8.000   | 5.907         | 7.393   | 92.000                         | 117.651             | 27,9     | 0                       |
| Media | 80,8                   | 86,7  | 93,5  |     |            |                       |         |               |         | 85.850                         | 98.980              | 17,9     |                         |
| Total |                        |       |       |     |            |                       |         |               |         | 2.575.500                      | 2.969.391           | 17,1     |                         |

Tipo Rend: tipo de rendimiento **irs**: rendimientos a escala crecientes **drs**: rendimientos a escala decrecientes **ETG**= eficiencia técnica global **ETP**= eficiencia técnica pura **EE**= eficiencia de escala