# EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LA PRODUCCIÓN DE VIANDAS EN LAS EMPRESAS AGROPECUARIAS BENITO JUÁREZ Y OSVALDO HERRERA

**MSc. Yudiesky Cancio Díaz**[**]

**Dra. Grisel Y. Barrios Castillo**[††]

**Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, CUBA**

**Resumen**

Entre los debates económicos más controversiales se pueden encontrar los análisis de eficiencia productiva. En la medida que los recursos financieros escasean y con ellos los objetos, medios y fuerza de trabajo, los estudios empíricos encaminados a indagar sobre el modo de utilización de los recursos productivos adquieren prominencia en el área de las ciencias económicas. Esta investigación aplica un procedimiento para la evaluación de la eficiencia técnica de la producción de viandas en las Empresas Agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*, ambas surgidas del proceso de reestructuración azucarera en la provincia Villa Clara. La investigación confirma la existencia de reservas potenciales de eficiencia en la gestión de los recursos y examina en forma detallada la dinámica de los índices de eficiencia técnica en los períodos analizados.

**Palabras claves:** eficiencia, productividad, reserva.

**Summary**

Among the most contentious economic discussions can be found the analysis of productive efficiency. When resources are limited and with them the objects, jeans and work force, empirical studies designed to investigate the mode of utilization of productive resources come into prominent studies in the field of economics. This research applies a procedure for evaluating the technical efficiency of production of root crops for agricultural enterprises Osvaldo Herrera and Benito Juárez, both arising from the restructuring process sugar in the province of Villa Clara. Research confirms the existence of potential reserves of efficiency in resource management and examines in detail the dynamics of technical efficiency indices in the analyzed periods.

**Keywords:** efficiency, productiveness, reserve.

---

[**] Profesor economista-matemático del departamento de Economía, investigador sobre la eficiencia técnica.

[††] Profesora economista-matemática del departamento de Economía, especialista en Métodos Cuantitativos de Gestión e investigadora sobre la eficiencia técnica.

**Introducción**

La economía cubana conformó su base productiva e industrial, se forjó y diversificó bajo la égida de la agroindustria azucarera como pivote del desarrollo y con un gran efecto multiplicador. El proceso de colonización en Cuba impuso una estructura económica poco prolífica inter e intrasectorial, lo que obligaba a sostener un modelo sustentado en la monoproducción y monoexportación durante muchos años. El arraigo cultural a las plantaciones cañeras y al proceso productivo del azúcar, unido a la generación de importantes ingresos en divisas al país como producto líder de las exportaciones durante decenios, mantuvo el sostenimiento de esta industria como forma fundamental de reproducción económica hasta inicios del siglo XXI.

La crisis económica de los años noventa, desencadenada en lo fundamental por la desaparición del sistema socialista en Europa Oriental, asestó un duro golpe a la producción y exportación de azúcar cubano debido a la pérdida del mercado preferencial y de la tecnología e insumos que se reponían de nuestros antiguos socios socialistas en los marcos de la colaboración del CAME. Fue en treinta años el segundo colapso de la economía revolucionaria y las nuevas condiciones de las relaciones internacionales no han permitido al país reponerse de aquellos efectos.

El agotamiento del modelo estructural y funcional de la economía hacia los años noventa, el desmembramiento del campo socialista, el congestionamiento de los suelos debido a la saturación de fertilizantes y herbicidas aplicados durante el período de auge de la economía, el desmesurado incremento de la producción mundial de azúcar en países como Brasil, Tailandia, Australia, Guatemala y Colombia, la volatilidad de los precios internacionales del producto–que en no pocas ocasiones tienden a la baja debido al incremento de la oferta mundial–, la crisis económica integral del capitalismo actual, unido a otros factores concomitantes condicionó las premisas necesarias para que el país iniciara el primero de septiembre del 2002 un proceso de redimensionamiento y reestructuración de la agroindustria azucarera.[1]

Este proceso de cambios en la agroindustria lo conforman cinco grandes programas y una veintena de subprogramas. Todos tienen un fin común: disminuir los costos de la tonelada de azúcar, la búsqueda de mayor valor agregado, ser competitivos en la producción de caña y azúcar, llevar más alimentos a la población mediante la diversificación y desarrollar una agricultura sostenible (Rosales, 2004).

Bajo criterios bien establecidos por la dirección de la Revolución y el MINAZ, tomando en consideración la fertilidad de los suelos, la eficiencia de la producción y el logro de un costo por

[1] Este proceso se concibió mediante un sistema integral de programas para ejecutarlo en el corto y mediano plazo, y recibió el nombre de *Tarea Álvaro Reynoso*, en honor al sabio cubano.

debajo de los cuatro centavos la libra, se desactivaron 70 centrales azucareros en todo el país, 45 de los cuales llevaban años sin moler. Entre los centrales desactivados de la provincia Villa Clara se encuentran *Benito Juárez*, *Carbó Serviá*, *Hermanos Ameijeiras*[2], *10 de octubre*, *Osvaldo Herrera* y *Carlos Caraballo*[3], cuyas plantaciones cañeras fueron liberadas para la producción de cultivos varios, frutales, forestales y la ganadería. En áreas de estos antiguos bateyes azucareros se crearon las Empresas Agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*, en los municipios Placetas y Ranchuelo, respectivamente. Estas entidades tienen la finalidad de producir alimentos para el mercado interno con la misión de satisfacer las necesidades del pueblo y de esta forma contribuir al ahorro de la economía del país mediante la sustitución de importaciones.

La delegación del MINAZ en la provincia Villa Clara identificó la necesidad de realizar un estudio diagnóstico sobre los impactos de la reestructuración azucarera en la provincia, a cuyo efecto se crearon grupos de trabajo multidisciplinarios. La presente investigación se circunscribe en el macroproyecto *El desarrollo económico y social de los bateyes afectados por la reestructuración azucarera en la provincia Villa Clara desde una perspectiva local*, y surge ante la necesidad de evaluar el desempeño de las empresas agropecuarias emergentes en cuanto a la utilización de los recursos productivos de que disponen, para de esta forma aprovechar las potencialidades productivas.

Los estudios más recientes de eficiencia han desarrollado sustancialmente los métodos tradicionales de evaluación de la producción. El desconocimiento general sobre el alcance de las tecnologías y los precios de los factores, así como los frecuentes cambios en los sistemas de producción, propiciaron un desarrollo vertiginoso de los métodos de estimación de fronteras de producción en los últimos años. De las ideas pioneras de Farrel (1957) se levantó un conjunto de paradigmas teóricos sobre la medición de la eficiencia, cuyo denominador común es construir una envolvente de observaciones que logre definir las unidades eficientes y las que no lo son, con relación al comportamiento real que describen las variables puestas en el modelo. De este modo se despejan los inconvenientes del óptimo tecnológico y de las ponderaciones–que siempre terminan siendo precios– que requieren los índices comúnmente utilizados de productividad parcial y total de los factores.

La metodología general contemporánea de cuantificación de la eficiencia técnica presenta dos grandes vertientes de análisis. A saber, los métodos paramétricos (que utilizan la econometría o la

[2] Estos pertenecen al municipio Placetas.
[3] Estos pertenecen al municipio Ranchuelo.

programación matemática) los cuales precisan una forma funcional específica para la tecnología; y los no paramétricos (basados en la programación matemática), que no requieren la estimación de una función de producción para construir la frontera sino que actúan bajo una serie de supuestos tecnológicos que delimitan el conjunto de procesos productivos factibles, cuya frontera envuelve los datos observados. Ambos métodos tienen sus defensores y sus detractores. Todo depende del juicio valorativo del investigador y de las pretensiones que tenga el estudio que se realiza.

El Análisis Envolvente de Datos (AED) es una metodología no paramétrica, cuyas primeras aplicaciones se tuvieron en 1978 a partir de la investigación doctoral de Rhodes (1978) que evaluaba la eficiencia del programa de educación *Follow-Through* de las escuelas públicas de los Estados Unidos. Sin embargo, el desarrollo de la teoría y la operabilidad de la técnica subyacente no se deben únicamente a Rhodes. Charnes y Cooper[4] son los otros dos nombres que se relacionan con el desarrollo con los modelos matemáticos originales. Durante las últimas décadas se han podido encontrar centenares de investigaciones económicas publicadas sobre AED.

A pesar del creciente éxito de esta técnica, en Cuba son escasas las investigaciones relacionadas con la medición de la eficiencia técnica mediante fronteras de producción. Los trabajos publicados se limitan a los desarrollados por García (2002, 2003). El primer análisis consistió en la estimación de una función promedio para el sector agrícola, con el fin de obtener una medida empírica de la productividad de los factores de producción. En otro trabajo se evalúa la eficiencia técnica del mismo sector utilizando un método más riguroso para la estimación de fronteras estocásticas, empleando para ello una relación funcional del tipo Cobb-Douglas.

Sobre la base de las investigaciones publicadas en bases de datos y archivos accesibles, los primeros trabajos sobre aplicaciones AED en Cuba se deben a las tesis dirigidas por Barrios (2006, 2007), donde evalúan la eficiencia técnica de la producción cañera. El estudio más reciente es la tesis doctoral de Barrios (2008), la que propone un procedimiento general para evaluar eficiencia técnica en las UBPC cañeras de la provincia Villa Clara. Este instrumento se diseña y aplica en los términos de la propia investigación científica de la autora, por cuanto redunda en una primera validación práctica.

El objetivo general del presente trabajo es evaluar la eficiencia técnica de la producción de viandas en las Empresas Agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*.

[4] La tesis doctoral de Rhodes fue dirigida por Cooper.

**DESARROLLO**

## I. Caracterización general de las empresas agropecuarias objeto de estudio

En este apartado se describen las características generales de las empresas agropecuarias que constituyen el objeto de estudio práctico de la investigación: *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*.

### Empresa Agropecuaria *Benito Juárez*

La Empresa Agropecuaria *Benito Juárez*, del municipio Placetas, fue creada mediante la Resolución No. 3/2003 del redimensionamiento del MINAZ, con la Tarea Álvaro Reynoso I. Se encuentra situada al sureste de la provincia de Villa Clara y ocupa las áreas de los antiguos centrales azucareros *Hermanos Ameijeiras*, *Benito Juárez* y *Juan Pedro Carbó Serviá*. La componen cuatro granjas estatales, cuatro UBPC, tres CPA y trece CCS. Tres de las granjas son consideradas agroindustriales[5] debido a que prestan servicios al resto de las unidades productoras agropecuarias (Los Pitos, Hermanos Ameijeiras y Carbó Serviá), mientras que la granja *Las Marías* se considera agropecuaria porque se dedica exclusivamente a este tipo de producción.

Posee una superficie total de 32250.3 ha., de las que 26137.9 ha. son agrícolas, dedicándose a cultivos varios 2441.7 ha. que representan el 9.3% del área, a forestales y frutales 1149.9 ha. que representan el 4.4% y a la ganadería 22546.3 ha. para un 86.3 %. Para el desarrollo de las producciones están organizados en 372 fincas de las cuales son de cultivos varios 158, Forestal 42, Frutales 21 y 159 pecuarias.

La actividad empresarial está organizada por programas:

- Programa agrícola: comprende frutales, forestales, hortalizas, granos, viandas, producción de alimento animal, huertos y organopónicos.

- Programa pecuario: incluye la cría de ganado vacuno, bufalino, porcino, equino, ovino-caprino, cunícola y avícola.

- Programa de reanimación bateyes: en él desempeñan un papel importantísimo las GENT enclavadas en los bateyes, las cuales tienen la misión de mantener, mejorar y crear nuevos servicios a los pobladores de esas localidades.

[5] Aunque este calificativo no es el más adecuado para referirse a una organización que combine la producción agropecuaria con el apoyo de algunos servicios.

Su *misión* es satisfacer las necesidades de los clientes y la población a partir de una producción diversificada y sostenida de productos agropecuarios, mejorando el nivel de vida de los trabajadores y el pueblo, con la *visión* de ser una empresa líder en la producción agrícola y de animales genéticos, para satisfacer las necesidades de las unidades del sistema MINAZ, de la provincia Villa Clara[6].

La empresa desde su fundación (2003) hasta el presente ha presentado una tendencia favorable en cuanto al ingreso total y la productividad del trabajo, teniendo un efecto positivo en las utilidades netas a nivel empresarial. El porciento de fluctuación de la fuerza de trabajo no es significativo, pues son trabajadores generalmente estables. Los planes de producción de cultivos varios y de carne y leche se cumplen satisfactoriamente todos los años. Se encuentra en el quinto paso del Perfeccionamiento Empresarial (Discusión del Expediente con el Grupo Ejecutivo de Perfeccionamiento Empresarial (GEPE)).

Las granjas antes mencionadas están conformadas por fincas. Para nuestro estudio serán utilizadas las 15 de ellas que se dedican a la producción de los cultivos yuca y boniato: Tico, Gaspar, Los Pinos, Juancito Martínez, Nazareno, La Cuchilla, El Mango, Charcón, Finca 1, Finca Hernando, Sitio Potrero, El Reto, La Presa, Ceiba y Banco Semilla).

**Empresa Agropecuaria *Osvaldo Herrera***

La reestructuración azucarera en el municipio de Ranchuelo desactivó tres centrales azucareros: *10 de octubre*, *Osvaldo Herrera* y *Carlos Caraballo*, quedando como central en activo el *Ifraín Alfonso*. En las tierras liberadas por el MINAZ[7] en el municipio quedó conformada la Empresa Agropecuaria *Osvaldo Herrera*, cuya dirección general radica en calle primera No.1 entre carretera Vista Hermosa y calle A, Consejo Popular Ranchuelo. Está constituida por tres granjas estatales (las que se encuentran ubicadas territorialmente en los bateyes de los centrales desactivados), seis CCS, una UBPC y dos CPA.

En el batey 10 de octubre confluyen en estos momentos la dirección de la Empresa y la de la granja del mismo nombre. El trabajo de esta Empresa Agropecuaria está encaminado fundamentalmente a producir y comercializar de forma mayorista productos como viandas y hortalizas, granos, cereales y frutas, así como la elaboración y comercialización mayorista de productos en conserva utilizando materias primas según balance en peso cubano. Además se produce y comercializa de forma mayorista ganado mayor y

[6] Obsérvese cómo la misión tiene una orientación al consumidor final y la visión está dirigida a la satisfacción de las necesidades de las unidades del sistema MINAZ, lo cual compromete –y hasta contradice– la filosofía empresarial de largo plazo de la empresa agropecuaria.

[7] Entiéndase por "tierras liberadas por el MINAZ" la superficie que dejó de destinarse a la producción cañera, pues es bien sabido que el MINAZ continuaba atendiendo a las producciones agropecuarias de las nuevas empresas surgidas, aunque en el presente este organismo se encuentra realizando el traspaso oficial al ramo MINAGRI.

menor en pie y animales de trabajo. La empresa cuenta con un total de 45 técnicos, 38 obreros, 14 dirigentes y 3 administrativos.

La aplicación de la técnica DAFO posibilitó la obtención de los siguientes resultados sobre la Empresa *Osvaldo Herrera*:

**Debilidades:**

- Ineficiente producción agrícola, por debajo de los rendimientos medios previstos, lo que genera incumplimientos de los planes de producción y de los compromisos de entrega a los diferentes destinos.
- Inadecuada aplicación de los procedimientos agrotécnicos en algunas producciones.
- Altos costos de la producción agrícola y pecuaria, y como consecuencia de ello, baja eficiencia económico-productiva.
- Baja efectividad del proceso inversionista.
- Baja oportunidad en la logística de la producción, especialmente en los insumos, debido a limitaciones en el esquema financiero y falta de prioridad.

**Amenazas:**

- Cambios de estructuras que afectan la estabilidad de la Dirección.
- Éxodo de la fuerza de trabajo calificada originado por lo anterior.
- Eventos climáticos desfavorables.
- Insuficiente financiamiento para asegurar el cumplimiento de los planes.

**Fortalezas:**

- Existencia de una infraestructura agrícola que sirve de base para las producciones tradicionales y para las nuevas producciones que se asuman, incluyendo la diversificación.
- Capacidad de desarrollo e innovación a partir de aplicar los resultados de los centros de investigación y el talento de los trabajadores de la empresa, al contar con un número de profesionales, técnicos y obreros que poseen una profunda cultura productiva.
- Conciencia de que en la empresa existen reservas de eficiencia sin explotar, y la necesidad de cambios en búsqueda de eficiencia y competitividad, y la conciencia también de la necesidad de superación profesional y técnica.
- Disponibilidad suficiente de suelos con diferentes grados de aptitud para el desarrollo de las diferentes producciones agropecuarias, así como disponer de fuentes de agua para el riego, las cuales se estudian para su explotación en beneficio de la producción de alimentos.

**Oportunidades:**

- Mercado seguro para nuestras producciones.
- Precios Topados.

- Posibilidades de poder vender producciones en divisas.
- La diversificación como una alternativa.

Las fincas pertenecientes a las tres granjas de esta empresa constituyen, unido a las granjas de la Empresa “Benito Juárez”, el conjunto de productores que integrarán la muestra estudiada.

La granja “10 de octubre” posee una estructura productiva compuesta por: siete fincas agrícolas, un área pecuaria, mercadito, guarapera, talleres, un centro de cría, el matadero, un centro de elaboración y la cochiquera. El área agropecuaria tiene pérdidas en su parte agrícola. Posee un 65% de sus tierras dedicadas a la producción pecuaria y un 30% a cultivos varios por lo que su producción básicamente es agropecuaria. El 20% de la superficie agrícola de la granja se encuentra ociosa o cubierta de marabú, aspecto que limita la elevación de la eficiencia productiva de la misma.

La granja”Osvaldo Herrera” cuenta con un total de 754 ha. de tierra; de ellas 210 ha se dedican a la parte agrícola y el resto a la pecuaria. La granja “Carlos Caraballo” dedica 255 ha. de tierra a la parte agrícola y 392 ha. a la pecuaria de un total de 747 ha. de fondo de tierra total.

## II. Estudio-diagnóstico del sistema actual de evaluación de la eficiencia técnica en las empresas agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*

La información que sirve de base para cualquier tipo de evaluación relativa al proceso agropecuario en las empresas estudiadas, procede de los partes emitidos por las unidades productoras (granjas, UBPC, CPA, CCS), los cuales se realizan diariamente y al finalizar los períodos contables. Mensualmente estas empresas realizan dos Juntas económicas donde se analizan los principales indicadores económicos de las unidades y los resultados por centro de costo, y efectuando comparaciones con relación al plan.

Para esto toman en cuenta indicadores como: ventas, producción mercantil, fondo de salario, el promedio de trabajadores, salario medio, la productividad sobre el valor agregado, el costo de salario por peso de producción mercantil, producción en proceso, inversiones (construcción y montaje, fomento de plantaciones, compra y conversión de animales, compra de equipos y otros), inventarios (materias primas y materiales, combustible, piezas, útiles y herramientas, producción de insumos, producción terminada), ganancia o pérdida (puede ser causada por gastos excesivos en comedor y cafetería, muertes de animales, faltantes y pérdidas, gastos de dirección, cooperaciones y afectaciones), cuentas por cobrar, cuentas por pagar, aportes al Grupo Empresarial Agroindustrial (GEA).

Índices como margen sobre ventas, costo por peso de venta, rendimiento de los activos, liquidez y solvencia, endeudamiento, etc., son utilizados como referencia de análisis.

Se enfatiza en el cumplimiento de las siembras previstas en cada una de las unidades, así como las labores de cultivo y cosecha en los casos que correspondan. Entre estos análisis podemos encontrar la

verificación del cumplimiento de la diversificación agrícola, esto es, que se garantice la variedad de cultivos a los que se dedica la empresa (hortalizas, granos, frutales, forestales y alimento animal). Se chequean los movimientos de tierras roturadas, en preparación y listas para sembrar, ventas contratadas de viandas, producción de frutas y carnes entregadas y cantidad de hombres trabajando en las diferentes actividades que se desarrollan.

Se toman en consideración algunos indicadores técnicos en el sistema de análisis y evaluación de la producción de yuca y boniato, relacionados con el consumo de fertilizantes, combustible, herbicidas empleados. No obstante, puede apreciarse que la mayoría de los indicadores utilizados, aunque no dejen de ser representativos de niveles de gestión alcanzados, no son reveladores de niveles de optimalidad con relación a la utilización de los factores productivos.

Un análisis pormenorizado “unidad a unidad” podría indicar de manera parcial si una finca ha obtenido mejores o peores resultados que otra similar en un período determinado, atendiendo a indicadores específicos. Pero, al carecer de “la norma de actividad que genera el comportamiento óptimo, exitoso”, cuestión esta que en un proceso productivo agrícola puede considerarse un ideal, a las unidades les resulta improbable compararse respecto a este nivel que no existe en la práctica. Si a esto se le agrega el hecho de que en las comparaciones el número de variables involucradas puede ser grande y, por tanto, matemáticamente imposible de solucionar manualmente, las empresas deberían elegir métodos avanzados de evaluación de comportamientos. Precisamente el Análisis Envolvente de Datos deviene en herramienta por excelencia de estudios de benchmarking, pues permite realizar comparaciones entre productores similares, determinando las mejores prácticas observadas de acuerdo a la realidad de cada uno de ellos. Todas las razones anteriormente expuestas evidencian la pertinencia del empleo de estos métodos modernos, debido a que los indicadores parciales y los diversos índices económico-financieros que se utilizan para evaluar eficiencia, son insuficientes para expresar con claridad un valor sintético de la forma de utilización de los recursos productivos.

## III. Síntesis del procedimiento general a aplicar en el estudio de eficiencia técnica

El procedimiento general que propone Barrios (2008) para medir y evaluar eficiencia técnica en Unidades Básicas de Producción Cooperativa se representa en la figura 1, el cual constituye la herramienta metodológica esencial para los fines perseguidos en esta investigación. Debido a su carácter generalizador y flexible, el mismo posibilita su aplicación en otros procesos productivos agropecuarios.

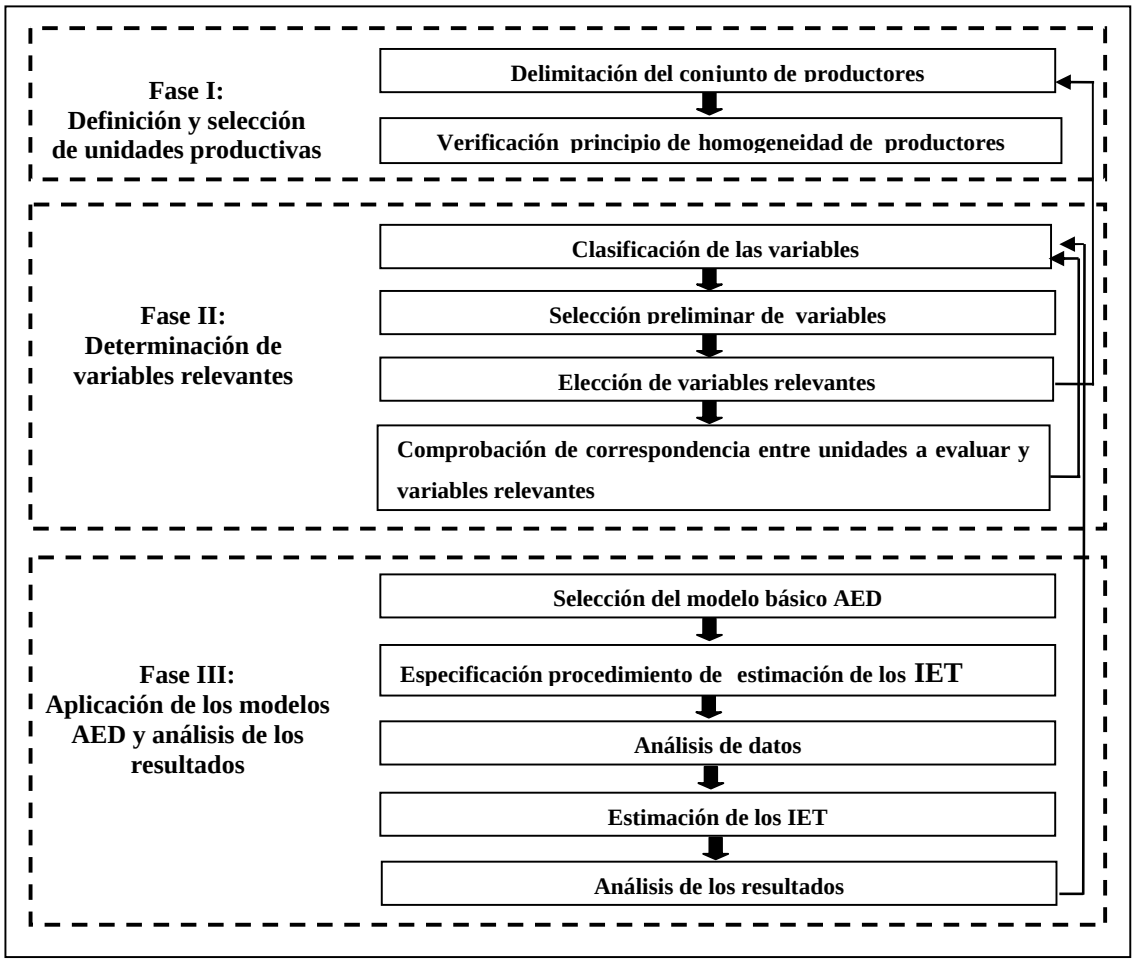



**Figura 1: Procedimiento general para la medición de la eficiencia técnica**
**Fuente: Barrios (2008)**

Este procedimiento se sustenta en 6 premisas y 7 principios, todos relacionados de alguna manera con las características específicas del instrumento diseñado; por lo que deben tomarse en consideración toda vez que se aplique el mismo a un proceso productivo particular. Se puede encontrar en Barrios (2008) su descripción detallada.

De completa correspondencia con lo anteriormente planteado, el objetivo general del procedimiento posee completa adaptabilidad, y a los fines de esta investigación resulta el siguiente objetivo general asociado a la aplicación del procedimiento:

Aplicar un instrumento metodológico alternativo[8] para la medición de la eficiencia técnica que contribuya al perfeccionamiento del proceso de gestión de los recursos productivos en las granjas agropecuarias de las empresas “Benito Juárez” y “Osvaldo Herrera”, empleando el método de estimación de fronteras de producción Análisis Envolvente de Datos.

[8] Procedimiento general de Barrios (2008).

Siguiendo la idea básica desarrollada por Golany y Roll (1989), la propuesta de Barrios se ha estructurado en 11 etapas distribuidas en tres fases. A saber, definición y selección de unidades productivas, determinación de variables relevantes, y aplicación de los modelos AED y análisis de los resultados.

## IV. Aplicación del procedimiento

### Delimitación del conjunto de productores

Tomando en consideración que la presente investigación forma parte del Macroproyecto del MINAZ "El desarrollo económico y social de los bateyes afectados por la reestructuración azucarera en la provincia de Villa Clara desde una perspectiva local", en la selección de la muestra se tomó en consideración la propuesta del Grupo Empresarial Agroindustrial[9] de la provincia, que orientó a los diferentes grupos investigativos el desarrollo de estudios de caso en los bateyes Benito Juárez , 10 de octubre[10] , Mariana Grajales y Emilio Córdova.

Debido a que los recorridos efectuados a estos bateyes tanto para el diagnóstico socioeconómico como para la continuidad del proceso investigativo, coincidieron en el tiempo con el período de la zafra más reciente, el GEA priorizó los bateyes Benito Juárez y 10 de octubre, cuyas empresas agropecuarias fueron tomadas para la selección del conjunto de productores.

Debido a que empíricamente se conoce que entre los distintos tipos de economía campesina, los mayores problemas de funcionamiento, gestión y eficiencia se encuentran en las granjas estatales, este criterio constituyó el fundamento de la selección de las fincas que integran el conjunto de productores a evaluar.

Se tomaron 7 granjas estatales (cuatro de Benito Juárez y 3 de Osvaldo Herrera), que están integradas por 33 fincas productoras de los cultivos yuca y boniato, que a juicio de los expertos de estas empresas son los productos agropecuarios que mayor importancia tienen en los planes productivos, o sea, son considerados principales en estas 33 fincas.

### Verificación del principio de homogeneidad de los productores

Las características que fundamentan la homogeneidad de los productores seleccionados (fincas) son las siguientes:

- Sostienen como principal misión la producción de cultivos varios.

[9] El GEA de la provincia Villa Clara constituye el cliente de este proyecto.

[10] Téngase en cuenta cuando se hace referencia al batey 10 de octubre, que en él confluyen la dirección de la empresa agropecuaria surgida al calor de la reestructuración (Osvaldo Herrera) y la granja del mismo nombre, lo cual resulta importante a los efectos de esta investigación.

- Dentro de sus producciones agropecuarias, los productos principales son la yuca y el boniato.
- El proceso productivo de estos cultivos es similar en cada de las unidades.
- Venden sus producciones a acopio con los mismos términos de comercialización.
- Todas las fincas poseen similares relaciones de subordinación y están adscritas a la misma figura de personalidad jurídica propia: la granja.
- Las políticas de ministerio no dan un trato preferencial a ninguno de estos productores.
- Los factores que influyen en los resultados del trabajo son los mismos en todas las unidades.

**Clasificación de las variables y selección preliminar**

De acuerdo con Barrios (2008), las variables que engloban todos los elementos técnicos del proceso productivo pueden clasificarse en: productos, factores productivos, factores de gestión y variables del entorno o ambientales. Las variables *producto*, en esta investigación, han sido definidas como *toneladas de yuca cosechada* y *toneladas de boniato cosechada*. Con relación a los factores (productivos o de gestión) se consideraron en una primera fase del estudio, los siguientes: número de trabajadores, hectáreas de tierra dedicadas a yuca (y boniato), toneladas de combustible utilizado, toneladas de fertilizante, toneladas de herbicidas, número de equipos agrícolas, toneladas de rendimiento agrícola y costo de cultivo y cosecha. No se incluyeron variables del entorno debido a que no existen suficientes razones para ser consideradas.

La selección preliminar de las variables requiere de la aplicación de dos métodos esencialmente: *la comprobación de relevancia teórica de las variables en el proceso* y el *método de expertos*. El primero se da espontáneamente en el proceso investigativo mediante la revisión exhaustiva de la bibliografía posible sobre estudios empíricos para medir eficiencia técnica en producciones agrícolas, identificando los factores utilizados en dichos análisis. La mayoría de los factores preseleccionados coinciden en los trabajos de Iraísoz et al. (1995), Krasachat W. (2000), Wadud A, y White B. (2000), Morrison et al. (2003), Dhungana et al. (2004), Abay C. et al. (2004), Ríos y Shively (2005), Ibarra y Pérez (2006), Brázdik F. (2006), Linh H. Vu (2007), Ruiz (2007), Óren y Alemdar (2007) y Barrios (2008).

Para la aplicación del método de expertos se calculó el número de personas a involucrar en el análisis, el cual debe justificarse utilizando un método probabilístico y asumiendo una ley de probabilidad binomial mediante la siguiente expresión:

$m = \frac{p \cdot (1 - p) \cdot k}{i^2}$, donde:

$i$ - Nivel de precisión deseado

$p$ - Proporción estimada de errores de los expertos

$k$ - Constante asociada al nivel de confianza elegido

Para los valores $i = 0.10$, $p = 0.01$ y $k = 6.6564$ (para un nivel de confianza del 99%), al evaluar en la expresión definida por $n$ se obtiene $m = \frac{0.01 \cdot (1 - 0.01) \cdot 6.6564}{(0.10)^2} = 6.58 \approx 7$ expertos. Las personas seleccionadas, dentro de los especialistas en los procesos productivos que se evalúan en esta tesis, pertenecen a las empresas agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera*: 2 jefes de producción (especialistas en producción de cultivos varios), 2 ingenieros agrónomos, 2 dirigentes de granjas, 1 pequeño agricultor.

Para valorar la concordancia de los expertos, se emplea el coeficiente de concordancia de Kendall (Siegel, 1972), basándose en la expresión siguiente:

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^{n} \Delta_i^2}{m^2 \left(n^3 - n\right)}$$

Donde:

$i$ - representa las variables $i = 1,...,n$

$j$ -representa los expertos $j = 1,...,m$

$\Delta_i$ - desviación del valor medio de los juicios emitidos y se calcula por la siguiente expresión: $\Delta_i = R_i - \tau$

Donde:

$R_i$ - es la puntuación dada a la variable $i$ por el experto $j$

$\tau$ - puntuación promedio de las variables

Estos parámetros se calculan aplicando las siguientes expresiones:

$$R_i = \sum_{j=1}^{m} R_{ij}$$

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n + 1)$$

El coeficiente de concordancia de Kendall varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 expresan que hay total acuerdo. Siegel (1972) y Ferrer et al. (1998) plantean que debe oscilar entre 0.5 y 1.

Determinado el coeficiente de Kendall, es necesario realizar la prueba de hipótesis de que los expertos no tienen comunidad de preferencia. Con este criterio se intenta verificar la hipótesis fundamental:

$H_0$: No hay concordancia entre los expertos.

$H_1$ : Hay una concordancia no casual entre los expertos.

Ello puede hacerse utilizando las tablas de Friedman cuando $n < 7$ o mediante la prueba de Chi-cuadrado cuando $n \geq 7$. A partir del cumplimiento o no de la Región Crítica se acepta o rechaza la hipótesis nula ($H_0$). De rechazarse, la concordancia en el juicio emitido por los expertos es significativa; en caso contrario se deben cambiar los expertos y repetir el proceso.

Después de aplicar el método de expertos y comprobar que hay concordancia entre los mismos, se fundamenta por los métodos aplicados la preselección de las variables a emplear en el estudio. Los juicios emitidos por los expertos para ordenar las variables y la aplicación de la prueba Kendall justifican que los expertos no tienen comunidad de preferencia.

De la aplicación de esta prueba pudo concluirse que la concordancia en el juicio emitido por los expertos para determinar el orden de prioridad de los factores de eficiencia, es significativa (0.89).

El orden dado por los expertos a los factores puestos en valoración es el siguiente[11]:

1. Superficie cultivada
2. Número de trabajadores
3. Costo de cultivo y cosecha
4. Rendimiento agrícola
5. Fertilizantes
6. Número de equipos agrícolas
7. Combustible
8. Herbicidas
9. Utilidades

**Elección de las variables relevantes**

En esta investigación se pudo acceder a información correspondiente a tres años terminados de producción, por lo que el estudio empírico abarca los años 2006-2008. Estas empresas agropecuarias

[11] En este conjunto se encuentran los factores productivos y los factores de gestión. En la posterior fase se debe tomar en consideración un ordenamiento específico para cada tipo de factor. Todos estos se encuentran ampliamente tratados en estudios empíricos de eficiencia técnica.

emergentes se encuentran en un proceso continuo de cambios en sus sistemas organizativos, lo cual se ha visto reflejado en la organización de la información. En algunos casos particulares se ha perdido una considerable cantidad de datos relativos a períodos de actividad precedentes, aunque el material fáctico que proporcionó los datos para el análisis tiene la verificación requerida con la administración de las empresas agropecuarias estudiadas. Seguidamente se justifica la elección definitiva de las variables.

Realizando una clasificación de los factores, se tiene:

| *Factores productivos:* | *Factores de gestión:* |
|---|---|
| 1. Superficie cultivada | 1. Costo de cultivo y cosecha |
| 2. Número de trabajadores | 2. Rendimiento agrícola |
| 3. Fertilizantes | 3. Utilidades |
| 4. Número de equipos agrícolas | |
| 5. Combustible | |
| 6. Herbicidas | |

Aún cuando los expertos hayan valorado el factor fertilizante en el tercer puesto de los factores productivos, este no pudo considerarse en la investigación debido a que la disponibilidad de fertilizantes químicos y herbicidas estuvo severamente limitada por los escasos recursos financieros que se han dispuesto, por lo que se incluyen, junto a otras partidas en el costo de cultivo y cosecha.

El número de equipos agrícolas, con un nivel cuatro de importancia dado por los expertos, tampoco pudo incluirse debido a que las granjas cuentan con un parque de equipos que son utilizados por todas las fincas en el momento que estas lo necesiten, pero sigue siendo propiedad de la granja. Es imposible identificar un número de equipos para cada finca en particular porque la realidad no se comporta realmente de ese modo. Todos los equipos pertenecen a la colectividad para su manejo cotidiano.

El consumo de combustible de la Empresa Agropecuaria *Osvaldo Herrera* se determina para las fincas de acuerdo a una norma técnica de consumo que se tiene, la cual está en correspondencia con la superficie cultivada del producto agrícola de que se trate. Debido a que este factor estaría intrínsecamente correlacionado con el factor tierra, dependiendo absolutamente de él, se considera que no reportaría influencia alguna en el cálculo del índice de eficiencia técnica, razón por la cual queda excluido del análisis.

Con respecto a los factores de gestión, es necesario apuntar que numerosos trabajos utilizan el rendimiento agrícola como una variable output (resultado) conjuntamente con la variable toneladas del

producto agrícola. Sin embargo, otros lo utilizan como un factor de gestión. En el caso nuestro, se considera que en lugar de este último debería utilizarse el costo de cultivo y cosecha, pues al involucrar en el análisis el volumen del producto agrícola como salida y la superficie cosechada como entrada, el modelo en su análisis envolvente de eficiencia determina intrínsecamente un índice de rendimiento. Por tanto se estaría sometiendo al modelo a un cierto grado de redundancia entre los datos, y se estaría desaprovechando la posibilidad de incorporar un factor de gestión muy importante: el costo de cultivo y cosecha. Este, a pesar de ser un indicador económico, fue incluido en el análisis debido a su capacidad para reflejar, en gran medida, las formas de gestión de la unidad productiva. Incorpora de forma agregada diversos factores utilizados, como son los fertilizantes, herbicidas, combustible, piezas de repuesto, gastos relacionados con las actividades de riego, entre otros. Por último, el factor de gestión utilidades no se considera valioso por ser evaluado por los expertos en el último lugar.

De esta forma, puede concluirse en esta etapa del procedimiento, que las variables relevantes a incluir en el análisis de eficiencia técnica son las siguientes:

*Variables producto:* toneladas de yuca y toneladas de boniato.

*Factores productivos*: superficie cultivada (en hectáreas) y número de trabajadores

*Factor de gestión:* costo de cultivo y cosecha

**Comprobación de correspondencia entre las unidades a evaluar y las variables relevantes**

Como el número de unidades productivas a evaluar es 33 y el número de factores considerados es 3, se puede afirmar que no existe una escasez relativa de productores respecto al número de variables a emplear en el estudio.

**Selección del modelo básico AED**

La orientación de la medida de eficiencia para todos los modelos AED aplicados en la investigación, es hacia la maximización de la producción de yuca y boniato a partir de los recursos disponibles. El incremento de la producción de viandas, así como de otros productos del agro, constituye una prioridad expresa del territorio, máxime en las condiciones actuales en que la provincia Villa Clara tiene el encargo social de producir una porción de los alimentos que se consumen en otras provincias afectadas por los últimos eventos meteorológicos de desastre. A nuestro juicio, las investigaciones económicas que se realicen en nuestro país bajo las normas de la programación matemática deben elegir en la mayoría de los casos la orientación de maximización y no de minimización, aún cuando se conoce que existen dos formas típicas para llegar a la frontera eficiente, y su explicación radica en que las restricciones actuales imponen hacer un uso de la totalidad de los recursos posibles a utilizar en el proceso-que muchas veces

llegan con regazo y no son suficientes como para guardarlos-, con el fin de obtener el mayor volumen del producto.

Se asume en este estudio de eficiencia, que las unidades productoras de cultivos varios (fincas) presentan rendimientos variables a escala, teniendo en cuenta que en la agricultura puede afectar el hecho de que se depende en alto grado de la naturaleza. Las plantaciones están expuestas a contingencias tales como ciclones, plagas, inundaciones, sequías, etc. Por consiguiente, es muchísimo menos probable en este tipo de proceso productivo que en otros fuera del agro, considerar el caso de que una variación en el empleo de los factores productivos induzca a una variación proporcional en los resultados productivos.

Teniendo en cuenta la tipología de rendimiento de escala seleccionada, la medida de eficiencia técnica que se procederá a estimar en este estudio empírico es el índice de eficiencia técnica pura (ETP).

Considerando que la orientación de la medida de eficiencia es hacia la maximización de la producción, dado un nivel de recursos y se asume una tipología de rendimientos variables de escala, lo que significa la estimación de un índice de eficiencia técnica pura, el modelo básico a emplear en los procedimientos de cálculo se relaciona, específicamente, con el modelo general $(BCC_3)$ descrito en el capítulo anterior.

**Especificación del procedimiento de estimación de los índices de eficiencia técnica**

En el caso de una investigación que no utilice entre sus variables factores productivos no controlables o alguna variable del entorno, no procede la especificación del procedimiento de estimación de los índices de eficiencia técnica debido a que bastaría con procesar los datos utilizando alguno de los modelos descritos en el capítulo anterior. En otros casos se especificaría el tipo de modelo multietápico a desarrollar. Dado que en este trabajo no fueron utilizadas variables de control, el modelo que se utiliza es *de un solo paso*, y es el descrito en el epígrafe anterior.

**Análisis de los datos**

A partir de la información recopilada sobre las variables relevantes, se realizó un análisis de los estadígrafos fundamentales, los cuales se exponen en las tablas 1 y 2. Con respecto a la producción de yuca se aprecia un decrecimiento hacia el 2007, el cual fue recuperado en el 2008, incluso superando los niveles del 2006. No ocurre lo mismo con la producción de boniato, la cual registró en el 2008 una tasa decreciente del 13.62% respecto al 2006. La superficie destinada a la producción de estos cultivos disminuyó en ambos casos en el año 2007, volviéndose a recuperar en el 2008, lo cual indica que esta última decisión de destinar más hectáreas de tierra a la producción de boniato que el año anterior, no ha podido revertir la baja de los rendimientos del cultivo.

Puede observarse, con relación a la fuerza de trabajo, la amplia variabilidad respecto a la media que presenta el factor *número de trabajadores*, lo cual viene explicado esencialmente por la diferencia en

número de obreros entre fincas de la empresa agropecuaria *Benito Juárez* y la *Osvaldo Herrera*, lo cual redundará en una influencia esencial para la eficiencia técnica de las producciones evaluadas.

Los costos de cultivo y cosecha, factor de gestión que sintetiza de algún modo la calidad de las actividades agrotécnicas, se ha visto disminuido significativamente con relación al 2006; aunque no puede perderse de vista que en el último período contable (año 2008) se han vuelto a incrementar ligeramente, y este incremento–como ha sido expuesto anteriormente–no está en correspondencia con mayores volúmenes del producto en el caso del boniato. Pudieran estar influyendo dos factores: de una parte el incremento de los costos de los insumos, y de otra la ineficiencia en los procesos agrotécnicos.

**Tabla 1: Estadística descriptiva de los datos para el cultivo yuca**

| Período | Estadísticos básicos | Producción de (t) | Superficie culti (Ha.) | Trabajadores | Costo de cultiv cosecha ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | **Total** | 579.8 | 140 | 892 | 332600.24 |
| | **Media** | 17.56 | 4.24 | 27 | 10078.79 |
| | **Desv. Estándar** | 9.64 | 2.46 | 15.87 | 5809.62 |
| | **Mín.** | 4.4 | 0.8 | 2 | 1878 |
| | **Máx.** | 41.7 | 7.6 | 43 | 23159.4 |
| 2007 | **Total** | 541.1 | 128.8 | 933 | 313610.72 |
| | **Media** | 16.39 | 3.90 | 28.27 | 9503.35 |
| | **Desv. Estándar** | 7.7 | 2.09 | 16.91 | 5503.66 |
| | **Mín.** | 5.1 | 0.9 | 2 | 2759.49 |
| | **Máx.** | 37.6 | 6.9 | 47 | 25491.9 |
| 2008 | **Total** | 607.3 | 141.8 | 989 | 334579.7 |
| | **Media** | 18.40 | 4.29 | 29.96 | 10138.77 |
| | **Desv. Estándar** | 9.84 | 2.62 | 18.32 | 7158.43 |
| | **Mín.** | 4.7 | 0.8 | 2 | 3002.65 |
| | **Máx.** | 48.6 | 8.4 | 47 | 31999.16 |

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 2: Estadística descriptiva de los datos para el cultivo boniato**

| Período | Estadísticos básicos | Producción boniato (t) | Superficie culti (Ha.) | Trabajadores | Costo de cultiv cosecha ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | **Total** | 466.9 | 74.1 | 892 | 226362.1 |
| | **Media** | 14.14 | 2.24 | 27.03 | 6859.45 |
| | **Desv. Estándar** | 11.95 | 1.45 | 15.87 | 6001.70 |
| | **Mín.** | 0.8 | 0.1 | 2 | 474.58 |
| | **Máx.** | 51.7 | 6.4 | 43 | 23259.79 |
| 2007 | **Total** | 419.4 | 60.4 | 933 | 185453.9 |
| | **Media** | 12.70 | 1.83 | 28.27 | 5619.81 |
| | **Desv. Estándar** | 10.10 | 1.29 | 16.91 | 5603.83 |
| | **Mín.** | 1.1 | 0.1 | 2 | 666.89 |
| | **Máx.** | 53.9 | 6.8 | 47 | 29515.42 |
| 2008 | **Total** | 410.9 | 73.6 | 989 | 187683 |
| | **Media** | 12.45 | 2.23 | 29.96 | 5687.36 |
| | **Desv. Estándar** | 8.59 | 1.61 | 18.32 | 4738.73 |
| | **Mín.** | 0.9 | 0.1 | 2 | 616.05 |
| | **Máx.** | 42.3 | 6.8 | 47 | 25369.34 |

**Fuente: Elaboración propia**

**Estimación de índices de eficiencia técnica**

Para el procesamiento de la información se utilizó el *software Frontier Analyst Professional* desarrollado por *Banxia Software Limited*, en su versión 3.0. En este caso el programa ejecuta un proceso unietápico para la estimación de los índices de eficiencia técnica, pues no se tienen variables ambientales. Además, facilita información sobre el número de veces que una unidad productiva eficiente actúa como referente (o *benchmark*) e identifica el conjunto de unidades eficientes con las cuales debe compararse cada unidad ineficiente, detallando la magnitud de dicha comparación. Igualmente, este programa es capaz de asumir factores productivos no controlables.

**Análisis de los resultados**

**Comportamiento dinámico y estructura interna de la eficiencia técnica**

La eficiencia técnica global de las 33 fincas analizadas durante los tres períodos, en valores medios, fue aproximadamente del 80.32% en la producción de yuca y del 90.3% en la producción de boniato (ver figura 2)[12]. El boniato es un cultivo de ciclo corto, a diferencia de la yuca cuyas variedades generalmente sobrepasan los 11 meses para la cosecha, lo cual implica que al mantenerse mayor tiempo en el campo la atención que debe prestársele es superior y junto a ello se elevan una serie de factores involucrados: trabajadores vinculados al sembrado por más tiempo, gastos en tratamientos fitosanitarios para evitar la afectación de la primavera de la yuca–enfermedad que más la ataca–entre otros. Se observa hacia el año 2007 un mejoramiento del índice de eficiencia promedio en la producción de boniato, el cual volvió a deteriorarse en el 2008 incluso a un nivel inferior al año 2006. Aunque el boniato es un cultivo rastrero y se afecta menos que otros en tiempos de desastres naturales, se debe tener en consideración que los huracanes que afectaron al país en el pasado año pudieron influir negativamente en los volúmenes de producción, al igual que en los costos de producción al necesitar trabajos adicionales de reconstrucción de los sembrados. Con relación al cultivo de la yuca, no se observan mejorías significativas en la evolución del índice global de eficiencia técnica durante el período que comprende el estudio, razón por la cual debería prestársele mayor atención, considerando que sus resultados de eficiencia se encuentran por debajo del boniato en términos medios.

[12] Véase cómo el resultado global de los índices de eficiencia técnica arrojan una conclusión distinta a la que se observa a golpe de vista sobre los estadígrafos fundamentales, en cuya interpretación no se sobrepasa los marcos de la productividad parcial.

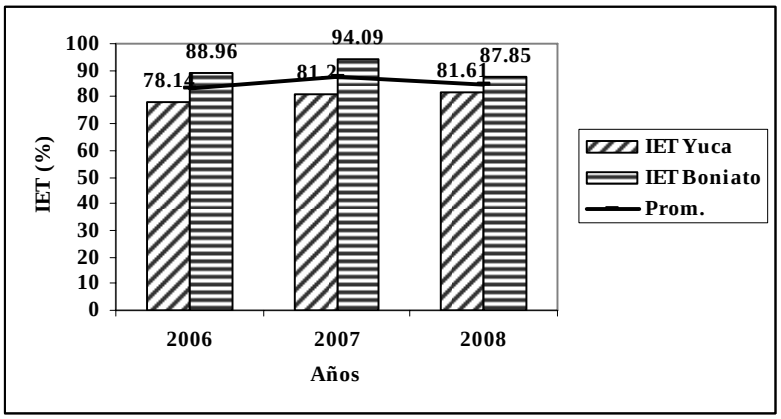



**Figura 2: Dinámica de la eficiencia técnica de las fincas**
**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

Los resultados obtenidos constatan que en términos generales no se aprecia evolución significativa en la eficiencia técnica agrícola de las granjas estatales de las empresas agropecuarias surgidas al calor de la reestructuración azucarera. Debe tomarse en consideración que estas entidades se encuentran aún en proceso de mejoramiento de sus sistemas organizativos, mecanismos de gestión e incluso, de subordinación ministerial. Todo ello condiciona la existencia de factores disonantes en la búsqueda de la eficiencia.

Debido a que el análisis de eficiencia realizado en esta investigación involucra granjas de dos empresas agropecuarias, resulta necesario interpretar la dinámica de la eficiencia vista al interior de estas entidades, con la intención de identificar aquellas granjas que han influido positiva o negativamente en los resultados antes descritos.

La figura 3 es coherente con la realidad al reflejar que las cuatro primeras granjas, pertenecientes a la Empresa Agropecuaria *Benito Juárez*, presentan los más elevados índices de eficiencia en la producción de yuca del período analizado, superando en todos los casos la ET media. Sin embargo, de las granjas de la Empresa Agropecuaria *Osvaldo Herrera*, solo la *Carlos Caraballo* supera la media, distinguiéndose como la única granja eficiente de esta empresa en el cultivo de la yuca.

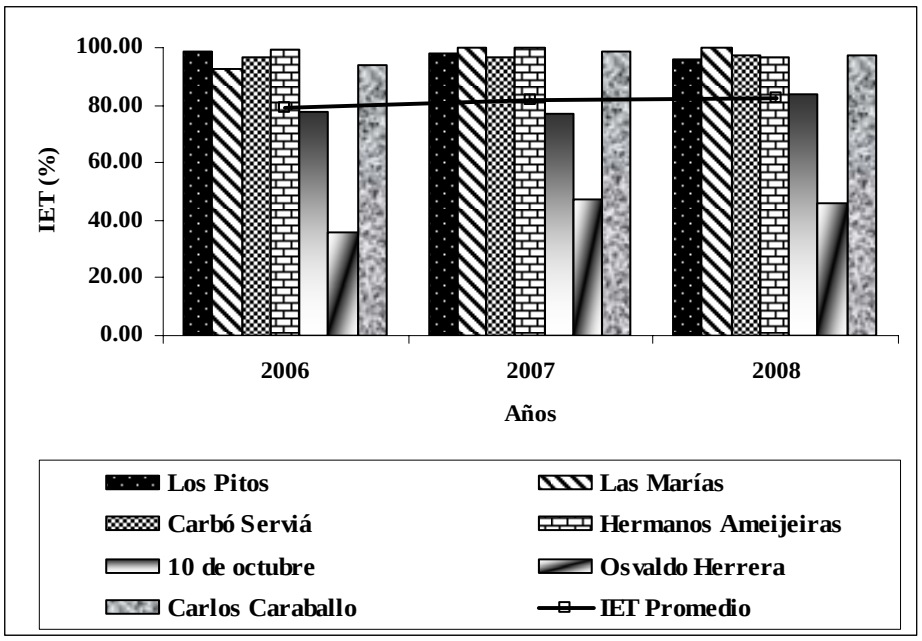



**Figura 3: Eficiencia técnica por granjas en la producción de yuca**
**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

Sin embargo, con relación a la producción de boniato se denotan otros matices en la Empresa *Osvaldo Herrera*, al destacarse la granja del mismo nombre en los años 2007 y 2008 como la granja de mayor eficiencia técnica, superando la media y situándose en los niveles alcanzados por otras granjas de la Empresa *Benito Juárez* (véase figura 4).

Un análisis de la estructura interna de la eficiencia técnica se sintetiza en las tablas 3 y 4, reflejándose la compleja situación que presentan alrededor del 30% de las fincas, las cuales no logran rebasar el 75% de eficiencia en el caso del cultivo yuca. En el caso del producto boniato se tiene un mejor resultado, pues alrededor del 15% no rebasa el 75% de eficiencia, resaltando el año 2007, en que ninguna finca obtuvo un IET menor que el 75% (véase tabla 3).

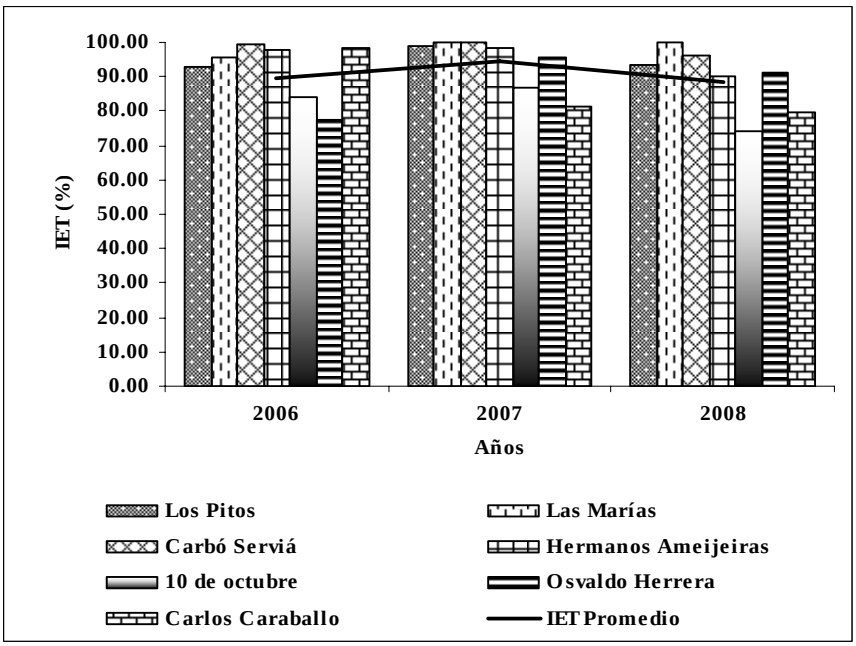



**Figura 4: Eficiencia técnica por granjas en la producción de boniato**
**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

**Tabla 3: Estructura interna de la eficiencia técnica de las fincas (yuca)**

| Año | Fincas | | Puntuación | | % Fincas ineficiente |
|---|---|---|---|---|---|
| | Eficiente | Ineficiente | Menos 75% | De 75-99.99% | |
| **2006** | 7 | 26 | 11 | 15 | 79 |
| **2007** | 11 | 22 | 12 | 10 | 67 |
| **2008** | 8 | 25 | 9 | 16 | 76 |

**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

**Tabla 4: Estructura interna de la eficiencia técnica de las fincas (boniato)**

| Año | Fincas | | Puntuación | | % Fincas ineficiente |
|---|---|---|---|---|---|
| | Eficiente | Ineficiente | Menos 75% | De 75-99.99% | |
| **2006** | 7 | 26 | 5 | 21 | 79 |
| **2007** | 10 | 23 | 0 | 23 | 70 |
| **2008** | 9 | 24 | 4 | 20 | 73 |

**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

A pesar de que no se mostraron incrementos sostenidos de los índices de eficiencia técnica en el período, como se observa en la tabla 5, se aprecia una sustancial disminución de las unidades que presentan rendimientos decrecientes a escala, con mayor acentuación en el cultivo de la yuca. Ello puede significar una importante oportunidad para mejorar la producción en el producto que menores IET

obtuvo (la yuca), debido a que numerosas fincas transitaron de rendimientos decrecientes a rendimientos crecientes de escala.

**Tabla 5: Comportamiento de los rendimientos de escala en las fincas**

| Tipología de rendimiento de escala | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Yuca | | | Boniato | | |
| Año | Decrecient | Constante | Creciente | Decrecient | Constante | Creciente |
| 2006 | 13 | 7 | 13 | 7 | 8 | 18 |
| 2007 | 6 | 12 | 15 | 10 | 10 | 13 |
| 2008 | 2 | 8 | 23 | 4 | 9 | 20 |

**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del Frontier Analyst**

Al finalizar el año 2008, solo 4 unidades presentaban rendimientos decrecientes a escala en el cultivo boniato, y solo 2 fincas en el producto yuca, lo cual debe ser aprovechado igualmente para mejorar los rendimientos agrícolas y con ello la eficiencia técnica, donde las fincas de la Empresa *Osvaldo Herrera* deberían tomar el rol protagónico con vistas a potenciar sus resultados.

**Resumen de los resultados relevantes de cada finca**

Los resultados que se presentan ofrecen una información sugerente que puede servir como complemento del análisis técnico-económico que tradicionalmente se realiza en las granjas y en las empresas agropecuarias analizadas. Además de aportar una medida de eficiencia relativa para cada unidad productora, el modelo cuantifica las reservas de producción y la tipología de rendimientos de escala, proporcionando una alternativa viable de cómo enfrentar un proceso de mejora continua.

Además, se ofrece la información detallada de cuáles son las unidades de referencia o *peers* para cada unidad (finca) ineficiente, lo cual debe constituir el punto de partida de toda finca ineficiente que desee mejorar su capacidad de gestión. Como planteara Barrios (2008), una posibilidad no despreciable para abordar este problema es visitar algunas unidades que logran mejores resultados productivos. En la tabla 6 se resume, a partir de los resultados de los tres años evaluados, las principales fincas que son referentes para un conjunto de unidades que han mantenido un desempeño ineficiente relativo en cuanto a la utilización de los recursos disponibles.

**Tabla 6: Principales fincas referentes**

| Fincas referentes | para | Fincas ineficientes |
|---|---|---|
| Nazareno | | Tico, Los Pinos, Juancito Martínez, El mango, Finca Uno, Finca Hernando, El reto, La presa. |
| La cuchilla | | Ceiba, Finca II, Finca III, Finca V, Finca VI, Finca VII, El r El mango, Juancito Martínez. |
| Charcón | | Tico, Los Pinos, Juancito Martínez, El mango, Finca Herna La presa, Banco semilla, Finca I, Finca II, Finca III, Finca I Finca V, Finca VI, Finca VII. |
| Finca Uno | | Los Pinos, Finca Hernando, Finca VIII, Finca IX, Finca X, Finca XI, Finca XII, Finca XIII, Finca XIV, Finca XV, Finc XVI, Finca XVII, Finca XVIII. |
| Sitio Potrero | | Gaspar, El reto, los Pinos, Finca Hernando, Tico, Finca Hernando, El reto. |
| Finca XVIII | | Tico, Gaspar, Los pinos, Juancito M., El mango, Finca Hernando, El reto, La presa, Finca II, Finca III, Finca V, Fi VI, Finca XVI, Finca XVII. |

**Fuente: Elaboración propia, a partir de los reportes de salida del *Frontier Analyst***

Como puede observarse en la tabla 6 existen fincas que deben conocer cómo funciona más de una unidad de referencia, es decir, pueden utilizar más de un patrón de comparación para enriquecer su estudio y por ende el proceso de mejora continua. Por ejemplo, en la figura 5 se presenta un ejemplo del modo exhaustivo en que el programa utilizado proporciona las medidas de comparación referentes en términos porcentuales.

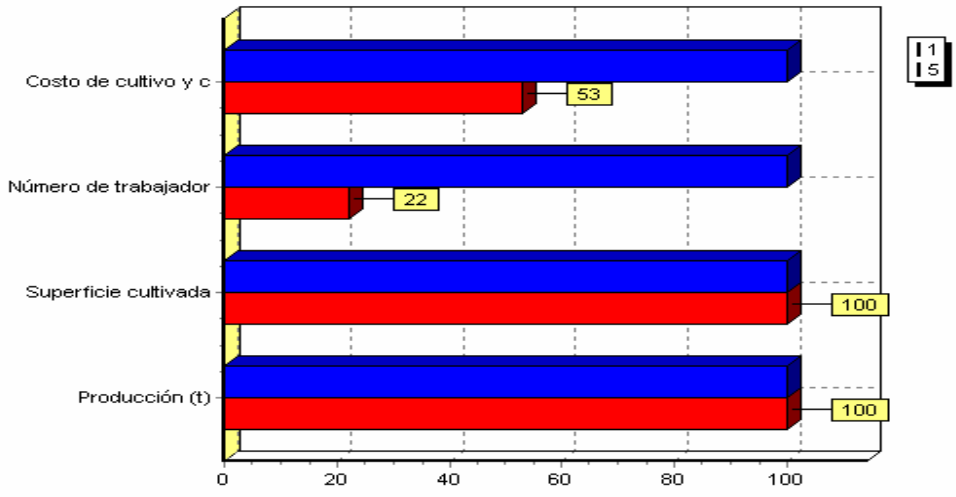
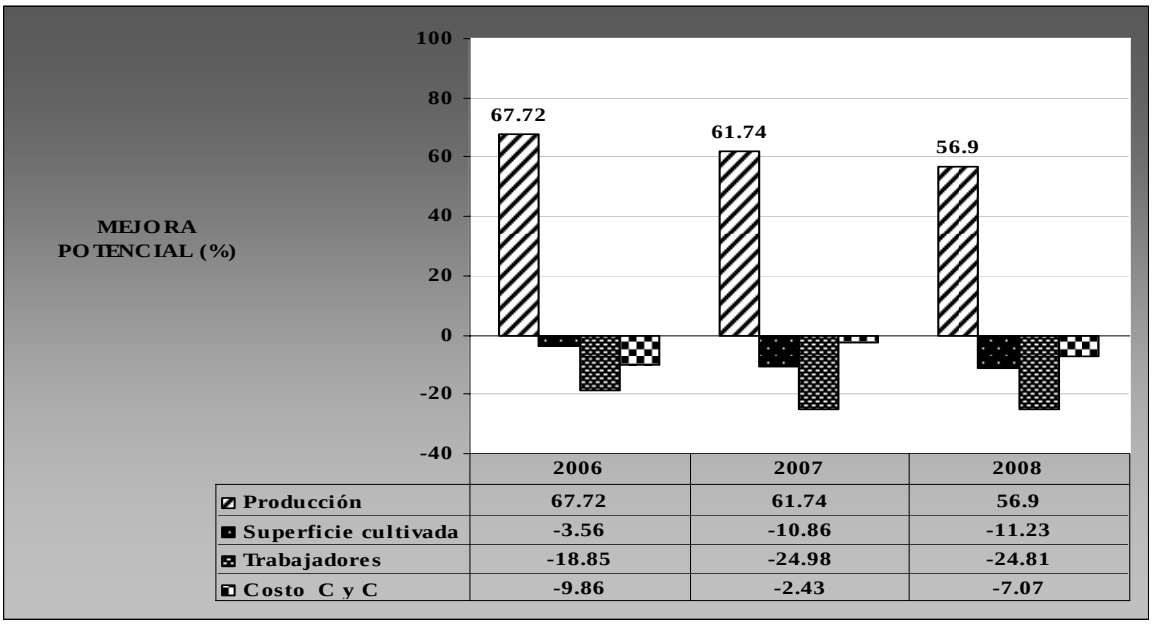



**Figura 5: Comparación de referencia**
**Fuente: Reporte de salida del *Frontier Analyst***

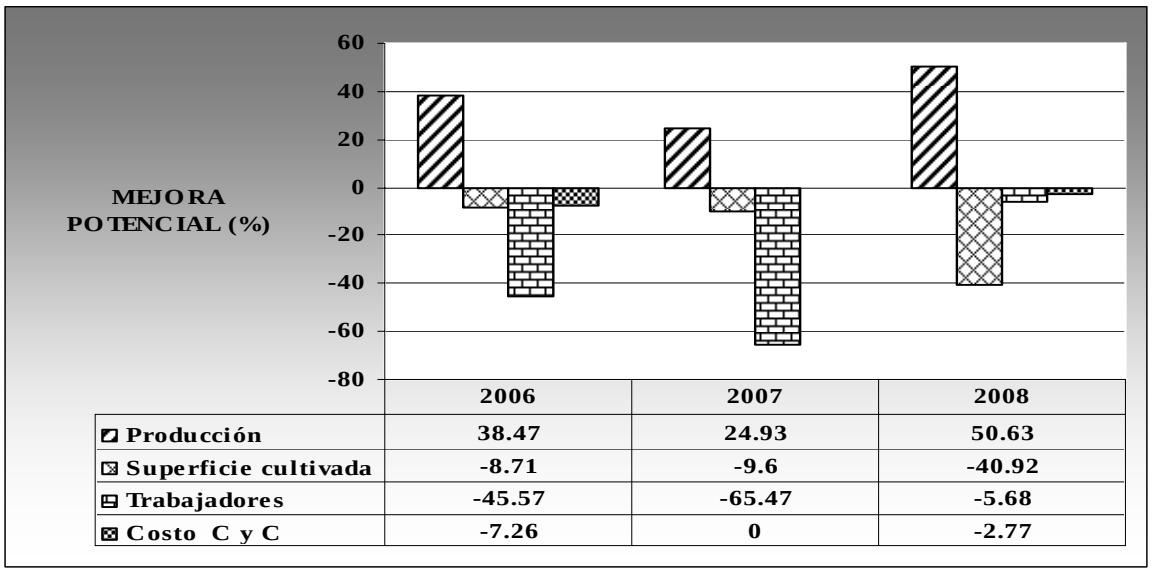
La finca Nazareno (5), que sirve de referente a la finca Tico (1), logra obtener en el 2008 igual volumen de producción que Tico, en igual número de hectáreas; sin embargo, con un 78% menos de trabajadores y un costo de cultivo y cosecha menor en un 47%. Por tanto se tienen dos fincas con formas muy diferentes de gestionar los recursos, por lo que la finca ineficiente en cuestión puede apoyarse en la información obtenida de las mejores prácticas, incluso lo que sería mejor aún, realizar procesos de intercambio de técnicas y métodos de gestión, organización y control de los recursos productivos entre estas unidades.

Los resultados que se exponen en las figuras 6 y 7 muestran las reservas potenciales globales que se presentan en las empresas agropecuarias evaluadas para los dos cultivos: yuca y boniato. Como puede apreciarse, las mayores reservas potenciales se tienen, para ambos cultivos, en el uso de la fuerza de trabajo. Realizando un análisis de variabilidad entre ambas empresas agropecuarias, puede concluirse que la *Osvaldo Herrera* ha contribuido a este reporte de ineficiencia (o eficiencia potencial), debido a que sus granjas utilizan muchísimo más trabajadores en similares cantidades de tierra que las granjas de la empresa *Benito Juárez*, para lograr similares volúmenes de producción (incluso menores en varios casos). El recurso tierra y el factor de gestión costo de cultivo y cosecha presentan reservas no tan significativas a nivel global, aunque es importante resaltar que a nivel interno algunas unidades son ineficientes en costos o en el uso de la tierra.




| | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| Producción | 67.72 | 61.74 | 56.9 |
| Superficie cultivada | -3.56 | -10.86 | -11.23 |
| Trabajadores | -18.85 | -24.98 | -24.81 |
| Costo C y C | -9.86 | -2.43 | -7.07 |

**Figura 6: Mejoras potenciales de eficiencia para el cultivo yuca**
**Fuente: Elaboración propia**




| | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| Producción | 38.47 | 24.93 | 50.63 |
| Superficie cultivada | -8.71 | -9.6 | -40.92 |
| Trabajadores | -45.57 | -65.47 | -5.68 |
| Costo C y C | -7.26 | 0 | -2.77 |

**Figura 7: Mejoras potenciales de eficiencia para el cultivo boniato**
**Fuente: Elaboración propia**

De manera que las empresas agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera* podrían incrementar sus volúmenes de producción en más de un 50% para la yuca y alrededor del 40% para el boniato, a cargo de solamente gestionar los factores productivos del mejor modo posible que se lo permitan las condiciones actuales, lo que viene dado por las prácticas observadas de los mejores productores de la muestra analizada. Las perturbaciones internacionales actuales, las limitaciones financieras, de tecnología y económicas en el sentido más general, los cambios de sistemas y estructuras en las empresas agropecuarias emergentes, influyen negativamente en sus desempeños productivos; pero sin dudas una gran cantidad de tierras liberadas por la caña de azúcar para la producción de alimentos debe ser aprovechada potencialmente en función de mejorar la dieta básica y generarle al país ahorros considerables por la vía de sustitución de importaciones.

## Conclusiones

- Las bases teórico-conceptuales que poseen las investigaciones económicas desarrolladas sobre eficiencia son reveladoras de una gran diversidad de enfoques respecto a las dimensiones de la definición de eficiencia. No obstante, todas sostienen en común que la eficiencia técnica es una categoría básica de la eficiencia productiva.
- La insuficiencia metodológica de la productividad parcial de los factores y de los índices económico-financieros como formas tradicionales de evaluación de la eficiencia técnica de los procesos productivos, coadyuvó al desarrollo de métodos matemáticos avanzados, cuya capacidad multidimensional permite asimilar la filosofía básica de los métodos tradicionales e

incorporar simultáneamente otras variables que enriquecen el análisis final sobre el proceso evaluado.

- Se destacan dos grandes enfoques metodológicos contemporáneos en la construcción de fronteras de producción eficientes: los paramétricos y los no paramétricos, ambos extensamente utilizados en estudios de eficiencia de la producción agrícola. El procedimiento aplicado en esta investigación está basado en la metodología no paramétrica Análisis Envolvente de Datos, el cual supera a los análisis paramétricos en tanto que se adapta a disímiles condiciones de la producción y asimila simultáneamente múltiples inputs y outputs con relativa sencillez.
- El estudio diagnóstico realizado en las empresas agropecuarias *Benito Juárez* y *Osvaldo Herrera* sobre sus procesos de análisis y evaluación de la eficiencia de la producción, constató las insuficiencias para determinar una medida sintética de eficiencia técnica de las fincas y granjas, y por tanto la incapacidad de identificar las unidades de mejor y peor desempeño, las reservas potenciales de eficiencia y, de esta forma, el camino para llegar a la frontera eficiente.
- Los resultados evidencian que en el período analizado las fincas de las empresas objeto de estudio presentan índices de eficiencia técnica superiores en la producción del cultivo boniato que en la de yuca.
- Las granjas de la empresa *Benito Juárez* superan los promedios de eficiencia técnica de la muestra en todos los períodos y en ambos cultivos analizados, mientras que las granjas de la *Osvaldo Herrera* no logran rebasar el 76% de eficiencia como promedio. Sin embargo, esta última tiene una granja de referencia, la *Carlos Caraballo*, que puede resultar de utilidad para que la empresa mejore sus niveles de eficiencia aplicando las formas de gestionar los recursos productivos de esta granja que resalta.
- El análisis dinámico de la eficiencia técnica y de su estructura interna constata que en términos generales no se aprecia evolución significativa en la eficiencia técnica agrícola de las granjas estatales de las empresas agropecuarias surgidas al calor de la reestructuración azucarera. Sin embargo, se destaca un conjunto de reservas potenciales de eficiencia que pueden ser aprovechadas por las fincas que las poseen.
- Las mayores reservas se tienen en la utilización de la fuerza de trabajo, en cuyo resultado tiene el peso fundamental la empresa *Osvaldo Herrera*, que produce similares resultados que la *Benito Juárez* con un 80% más de trabajadores que esta última.
- Se destaca una marcada tendencia a la disminución de las fincas que presentan rendimientos decrecientes a escala, lo que significa una oportunidad no despreciable para que los recursos sean correctamente utilizados en procesos productivos futuros.

**Bibliografía**


1. Afriat, S. (1972): “Efficiency Estimation of Production Functions” en *International Economics Review*. 13, pp. 568-598.
2. Aigner, J. y Chu S. (1968) : “On estimating the industry production function” en *American Economic Review*. 58, pp. 826 – 839.
3. Aigner, J.; Lovell, A. y P. Schmidt, (1977): “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models” en *Journal of Econometrics*. 6, pp.21-37.
4. Aldaz, N. y Millán, J. (2000): “Análisis no paramétrico de productividad regional en la industria alimentaria”. Comunicación presentada en el III Encuentro de Economía aplicada, Valencia, 1-3 junio.
5. Alemán, M. (2001) “Eficacia y Eficiencia” en *Revista Tu Obra*. [En línea]. Universidad Nacional Autónoma de México, disponible en: http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/020829171632-EFICACIA.html [Accesado en mayo del 2008]
6. Alemán, S. y Figueroa, V. (2005): *El Modelo Cooperativo Campesino en Cuba*. Editora Política. La Habana.
7. Alhama, R.; Alonso, F. y Cuevas, R. (2001): *Perfeccionamiento Empresarial: Realidades y retos*. Editorial Ciencias sociales, La Habana.
8. Ali, A. y Seiford, M. (1993a): “The mathematical programming approach to efficiency analysis” en Freid, H.; Lovell, C. y Schmidt, S. (eds.) en *The measurement of productive efficiency. Techniques and applications.* Oxford University Press, New York, pp. 120–159.
9. Ali, A. y Seiford, M. (1993b): “Computacional Accuracy and Infinitesimals in Data Envelopment Analysis” en *INFO*, 31(4), pp. 290-297.
10. Álvarez, A. (2001): “Concepto y medición de la eficiencia productiva” en Álvarez, A. (coordinador), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad.* Editorial Pirámide. Madrid.
11. Andersen, P. y Petersen, N. (1993): “A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis”, en *Management Science*. 39, (10), pp. 1261- 1264.
12. Arellano, M. y Bover, O. (1990): “La econometría de datos panel” e*n Revista Investigaciones Económicas, XIV (1), pp. 3-45.*
13. Arias, C. (2001): “La estimación de eficiencia en los modelos con datos panel” en Álvarez, A. (coordinador), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad.* Editorial Pirámide. Madrid.

14. Arzubi, A. y Berbel, J. (2001): “Determinación de eficiencia usando DEA en explotaciones lecheras de Argentina”. *IV Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria.* Pamplona, 19-21 septiembre.
15. Athanassopoulos, D. y Ballantine, A. (1995): “Ratio frontier analysis for assessing corporate performance” en *Journal of The Operational Research Society,* 46 (4), pp. 427-40.
16. Ahumada, I. (1987): *La productividad laboral en la industria manufacturera. Nivel y evolución durante el periodo 1970-1981*. Secretaría de Trabajo y Previsión Social, México.
17. Banker, D. (1984): “Estimating the most productive scale size using Data Envelopment Analysis”, en *European Journal Operational Research*. 17, pp. 35 -44.
18. Banker, D. y Morey, R. (1986a): “The use of categorical variable in Data Envelopment Analysis” en *Management Science*. 32, (12), pp. 1613-1627.
19. Banker, R. D y Morey, R. (1986b): “Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs”, en *Operations Research*. 34, (4), pp. 513-521.
20. Banker, D. y Thrall, R. (1992): “Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 21(1).
21. Banxia Software Limited (2003): *Frontier Analyst ®.User´s Guide*. Professional Editions, Reino Unido.
22. Barrios, G., Ibarra, Y., Pérez, A., (2006): “Análisis de la eficiencia productiva en las Unidades Básicas de Producción Cooperativas (UBPC) cañeras en la provincia de Villa Clara”*. IV Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales.* [CD-Room]. Octubre, Santa Clara, CDICT, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
23. Barrios, G., (2007a): **“**Medición de la eficiencia técnica en Unidades Básicas de Producción Cooperativas cañeras”.*Memorias de la VIII Convención Internacional COOPERAT´2007 .* [CD-Room], Junio, Universidad de Pinar del Río.
24. Barrios, G. (2007b): “La medición de la eficiencia técnica mediante el Análisis Envolvente de Datos en *Contribuciones a la Economía.* Universidad de Málaga, [En línea], disponible en: http://www.eumEditorialnet/ce/2007c/gybc-a.htm [Accesado en octubre de 2007]
25. Barrios, G. (2008): “Procedimiento para la evaluación de la eficiencia técnica en las Unidades Básicas de Producción Cooperativa cañeras de la provincia Villa Clara”
26. Beas, J. (2007): “Eficacia vs Eficiencia” [En línea], disponible en: http://www.rrhhmagazine.com/inicio.asp?url=/articulo/gestion14.asp

[ Accesado en mayo del 2007]

27. Beltrán, J.M, (1999): *Indicadores de Gestión. Herramientas para lograr competitividad.* Editores Ltda. Colombia.
28. Beno, S. (1990): *Educación, administración y calidad de vida*. Editor Santillana. Madrid, España, [En línea], disponible en: http://www.fceia.unr.edu.ar/.../acreditacion_archivos_pdf/a_Definicion_Beno_Sander.pdf [ Accesado en noviembre del 2006]
29. Casas, J. (1987): *Curso de Economía*. Editorial de Economía Política, S.A. Valencia.
30. Castro M. (1976): "Algunas cuestiones sobre la efectividad económica y la eficiencia económica de las inversiones". En *Economía y Desarrollo*, p. 28.
31. Charnes, A.; Cooper, W.; y Rhodes, E. (1981): "Evaluating program and managerial efficiency: An application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Thorough" en *Management Science*. 27, (6), pp. 668 – 697.
32. Codina, A. (2007): "Eficiencia vs Eficacia: Un cambio de paradigma" en *Revista gerencia y Negocios en Hispanoamérica* [En línea], disponible en: http://www.degerencia.com/articulo/eficiencia_vs_eficacia_un_cambio_de_paradigma [ Accesado el día 5 de julio del 2007]
33. Debreu, G. (1951): "The coefficient or resource utilization" en *Econometrica,* 19, (3), pp. 273 – 292.
34. Farrell, M. J. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3), pp. 253 – 281.
35. Ferrer, J. (1998): "Programas para la aplicación de métodos de expertos, en *Revista Ingeniería industrial*, IX (3), pp. 253-259.
36. Ferrier, G. y Porter, P. (1991): "The productive efficiency of United-States milk processing co-operatives" en *Journal of Agricultural Economics,* 42 (2), pp. 161-173.
37. Figueroa, V. (1996): "El nuevo modelo agrario en Cuba, bajo los marcos de la Reforma Económica" en Pérez N. (compilador), *UBPC, desarrollo rural y participación.* Departamento de Sociología. Facultad de Filosofía e Historia, Universidad de La Habana.
38. García, A. y Aguilar, R. (2003): "Eficiencia técnica y producto potencial en el agro cubano", [En línea], disponible en: http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economía/garcía_aguilar1_310503.pdf [ Accesado en marzo del 2007]

39. García, C. (2002): *Análisis de la eficiencia técnica y asignativa a través de las fronteras estocásticas de costes: una aplicación a los hospitales de INSALUD.* Tesis Doctoral. Departamento de Economía. Facultad de Ciencias económicas y Empresariales, Universidad de Valladolid.
40. García, E. y Coll, V. (2003):"Competitividad y Eficiencia" en *Revista Estudios de Economía Aplicada* , [En línea]. disponible en: 21(003), pp. 423 – 450. http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=784682 [Accesado en mayo del 2007]
41. García, F. y Valdés O. (1990): "La actividad económica-productiva de la empresa vista como un todo" en *Revista Economía y Desarrollo.* 115(2), pp.6-15.
42. Golany, B. y Roll, Y.; (1989): "An application Procedure for DEA" en *Omega*, 17(3), pp. 237- 250.
43. González, E., Álvarez, A. y Arias, C. (1996): "Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras" en *Investigación Agraria: Economía,* 11(1), pp. 173-190.
44. Huerta, J. (2002): "La teoría de la eficiencia dinámica". [En línea], disponible en: http://www.jesushuertadesoto.com/pdf_revistaprocesos/eficienciadinamic1.pdf [Accesado en octubre del 2007]
45. Ibarra, Y. y Pérez, A. (2006): *Análisis de la eficiencia productiva en las Unidades Básicas de Producción Cooperativa cañeras en la provincia de Villa Clara mediante la metodología DEA*. Tesis de Licenciatura, Departamento de Economía, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
46. Kilian, D. (2004): *Planificación y Control de la Producción Pública*. Séptima edición. Ediciónes de S-PlanyCG.
47. Koopmans, T. (1951): "An analysis of production as an efficient combination of activities" en *Activity Analysis of Productions and Allocation,* Cowles Commission for Research in Economics. Monograph 13. New York.
48. Lovell, A. K. (2001): "Mirando hacia adelante: oportunidades de investigación futura en el análisis de eficiencia y productividad" en Álvarez, A. (coordinador), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad.* Editorial Pirámide. Madrid.
49. Mancebón, J. (1998): "La riqueza de los resultados suministrados por un modelo envolvente de datos: una aplicación al sector de la educación secundaria" en *Revista Hacienda Pública Española*, 145, pp. 165-186.
50. Marquetti, H. (2002):"Los retos de la recuperación de la industria Azucarera" en Casanova, A. (coordinador), Estructura Económica de Cuba. La Habana, Editorial "Felix Varela".

51. Marx, C. (1965): *El Capital.* (tres tomos). Editora Política, La Habana.
52. Nova, A. (2001): “El cooperativismo en la agricultura cañera en Cuba de 1993 a 2000” en *Revista Economía y Desarrollo*. 129(2), pp. 46-61.
53. Nova, A. (2004):” Redimensionamiento y diversificación de la agroindustria azucarera cubana” en Pérez, O. (compilador), *Reflexiones sobre economía cubana*. Editorial Ciencias Sociales. La Habana.
54. Orea, L. (2001) “Medición y descomposición de la productividad” en Álvarez, A. (coordinador), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad.* Editorial Pirámide. Madrid.
55. Ören, M. y Aldemar, T. (2006): “Technical Efficiency Analysis of Tobacco Farming in Southeastern Anatolia” en *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*. 30, pp. 165 -172, [En línea], disponible en: http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-06-30-2/tar-30-2-9-0501-4.pdf[Accesado en mayo del 2007]
56. Pascual, R. (2000): *Eficiencia de los centros públicos de educación secundaria de la provincia de Alicante*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante.
57. Pedraja, F., Salinas, J. y Suárez, J. (2001): “La medición de la eficiencia en el sector público” en Álvarez, A. (coordinador), *La Medición de la Eficiencia y la Productividad*. Editorial Pirámide. Madrid.
58. Russell, R. (1985): “Measures of Technical Efficiency” en *Journal of Economic Theory,* 35 (1), pp. 109 – 126.
59. Seiford, M. y Thrall, M. (1990):”Recent developments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis” en *Journal of Econometrics*. 46, pp. 7-38.
60. Solow, R. (1957): “Technical Change and the Aggregate Production Function” en *Review of Economics and Statistics,* 39(3), pp 312-320.
61. Trillo, D. (2002): “Análisis económico y eficiencia en el sector público”, [En línea], disponible en: http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad044506.pdf [ Accesado en marzo del 2005]
62. Varian, H. (1994): *Microeconomía Intermedia. Un enfoque moderno.* Tercera edición, Editor Antonio Bosch, Barcelona.