

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE FINCAS CON MAÍZ Y FRIJOL EN EL ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA*

Evaluation of farm productivity with corn and beans in Portuguese State, Venezuela

Trifina Márquez¹, José Flores², Adelis Velásquez³, Sandra Flores⁴ y Hernando Garzón⁵

RESUMEN

Se evaluó la productividad de fincas con maíz y frijol ubicadas en el Sector La Palaciera, municipio San Genaro de Boconoito del estado Portuguesa, Venezuela. De la muestra de 30 fincas, se recabó mediante cuestionarios, información de cuatro insumos y un producto, que corresponden a los cultivos de maíz y frijol sembrados en rotación durante el año 2010. Se empleó el Índice de Productividad de Malmquist (IPM) para comparar la productividad de los dos cultivos. Según los resultados, en promedio, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz, presentó un mayor cambio en la productividad (IPM=1,520), debido principalmente al cambio tecnológico (CT=1,492) capaz de generar una mayor productividad monetaria y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,019).

Palabras clave: Índice de productividad de Malmquist, escala, cambio tecnológico.

ABSTRACT

Productivity of farms with corn and beans located in Palaciera Sector, San Genaro Boconoito Municipality, Portuguesa State, Venezuela was evaluated. The sample (30 farms) was collected through questionnaires; information from four inputs and one product corresponding to the crops grown in rotation in 2010. The Malmquist Index (MI) was used to compare the productivity of the two crops. According to the results, on average, the bean crop, compared to corn, introduced a major change in productivity (MI= 1.520), mainly due to technological change (TC= 1.492) and lesser extent, the change in technical efficiency (TEC= 1.019).

Key words: Malmquist productivity index, scale, technological change.

(*) Recibido: 09-08-2013

Aceptado: 17-02-2014

¹ Ejercicio profesional.

² Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: joseovidioflores@gmail.com.

³ Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (Fondas) Barinas, Venezuela.

⁴ Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid. España.

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

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales actividades impulsoras de desarrollo en Venezuela y el estado 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 (San Vicente *et al.* 2005), que repercute directamente en los ingresos de los productores (Vielma *et al.* 2005).

Según Flores *et al.* (2005), el frijol común (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) es una leguminosa de gran valor nutritivo y comercial en Venezuela, ocupa el segundo lugar de producción después de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). El frijol común y otras especies de *Vigna* como el frijol mungo (*Vigna radiata* L. Wilczeky) y el bucarito (*Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi) por su adaptación a condiciones de clima seco, presentan ventajas comparativas con relación a otros cultivos en la región de los llanos venezolanos. No obstante, son cultivos considerados de baja producción. Para el año 2002 se obtuvieron 13.338 t de frijol, con un bajo rendimiento promedio nacional de 750 kg/ha, debido principalmente a las políticas agrícolas existentes en el país, mal manejo del cultivo y falta de apoyo en la investigación (Marín 2002). Para el año 2011 se estimó una producción de 48.270 t obtenidas en 40.225 ha, para un promedio de 1.200 kg/ha de frijol (Fedegro 2012).

Además de los riesgos inherentes a la actividad, las fincas confrontan otros tipos de problemas que inciden directamente en su productividad. Por una parte, los costos de producción se incrementaron de manera significativa en los últimos años y, por la otra, desde del 2005 la población ocupada en actividades agrícolas tendió 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.

Los cambios y tendencias en la productividad agrícola han sido de gran interés para aquellas personas relacionadas con la agricultura, debido principalmente a las razones siguientes: a) el crecimiento de la productividad causa cambio estructural en la producción, b) la necesidad de incrementar los niveles de alimentos, fibras y combustibles debido a un aumento de la población, c) una base fija o declinante del recurso tierra, d) cambios en los insumos y métodos de producción, y e) cambios reales y potenciales en las políticas nacionales y en las reglas internacionales de comercio, entre otras.

Por otra parte, es importante elevar la producción nacional de alimentos dada la crisis de inseguridad 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 de 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) se duplicó (134,6 US\$, Machado 2011).

Diversos autores han evaluado el uso de los recursos en explotaciones agrícolas en Venezuela, desde el punto de vista de la productividad parcial. Por el contrario, en la presente investigación se aborda la evaluación desde una perspectiva más global, mediante el índice de Malmquist, estimado con el método Análisis Envoltante de Datos, más conocido por el acrónimo DEA (*Data Envelopment Analysis*), que es un enfoque relativamente novedoso en el país. La aplicación empírica se centra en un grupo de fincas cultivadas con maíz y frijol en el año 2010, en un municipio muy prometedor para esta actividad como es San Genaro de Boconoito, sector La Palaciera, ubicado en el estado

Portuguesa, Venezuela. De manera que los principales aportes de esta investigación son el empleo del IPM para comparar la productividad de dos cultivos en rotación y los resultados de la aplicación empírica.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

En el presente trabajo se utilizó el índice de Malmquist para estimar la productividad, del cual no hay antecedentes de su aplicación en explotaciones maiceras o de frijol en Venezuela; solo se ha reportado en el sector pecuario, en granjas avícolas localizadas en el estado Zulia (Chirinos y Urdaneta 2007). A manera ilustrativa, se citan aplicaciones en el sector agrícola realizadas en otros países.

El crecimiento de la productividad en la agricultura es un tema muy dinámico desde la perspectiva de la investigación. Muchos estudios se han centrado en la productividad a nivel de país (Ball y Norton 2002; Coelli y Rao 2005; Fuglie *et al.* 2007). También se ha abordado desde la perspectiva regional (Fekete-Farkas *et al.* 2012).

A nivel de fincas, Coelli *et al.* (2006) analizaron la productividad total de los factores (PTF) de las explotaciones agrícolas en Bélgica durante un período de 16 años, comprendido entre 1987 y 2002. Los cálculos se basaron en un conjunto de datos a nivel de finca que contenían 1.728 observaciones, con la participación de más de 100 fincas en la mayoría de los años. Se consideraron tres productos (cereales incluyendo al maíz forrajero y otros cultivos) y cuatro insumos (tierra, trabajo, capital y otros insumos). Se empleó el índice de Fisher para lo cual se requirió la agregación de los cultivos. Las medidas de la PTF se calcularon utilizando el índice de Malmquist PTF estimado con DEA. Se determinó una variación anual promedio de la PTF de 1,0% por año, que estuvo por debajo de las tasas superiores al 2% comúnmente reportadas en estudios de otros países desarrollados. El patrón de crecimiento de la PTF en el período indica que las dos reformas de la Política Agrícola

Común (PAC) en 1992 y 2000 no tuvieron efecto significativo sobre las tendencias de la PTF.

Olson y Vu (2009) utilizaron el IPM, calculado con el método DEA, en un modelo orientado al producto, que incluía tres insumos (trabajo, tierras y gastos directos) y seis productos (cantidades de maíz, soya, leche, carne de cerdo, carne de res, y renta no agrícola). Se consideró una muestra de 341 fincas evaluadas durante los años 1993 y 2006 en Minnesota (Estados Unidos). Los resultados indican que el crecimiento promedio de productividad de varios cultivos que incluían el maíz, alcanzaron valores de hasta 6,6% anual y negativos en algunos periodos.

Esta información demuestra la importancia que se ha dado al Índice de Malmquist para estimar la productividad de explotaciones agrícolas en diferentes partes del mundo.

El Índice de Productividad de Malmquist

El índice de Malmquist se basa en la idea de una función que mide la distancia desde un determinado vector insumos/productos (para una finca en particular) a la frontera de eficiencia técnica que está definida por los vectores de insumos/productos de las explotaciones más eficientes en la muestra de fincas en ese año. La medida de esta distancia de la frontera de posibilidades de producción es una estimación de la eficiencia técnica de la finca. El índice puede ser: a) orientado a insumos (reducción de las cantidades de insumos aplicados mientras se mantienen constantes los niveles de producto), o b) orientado a productos (aumento de los niveles de producción mientras los niveles de insumos permanecen constantes).

El índice de productividad de Malmquist (1953) ha sido ampliamente abordado en un contexto no paramétrico (Coelli *et al.* 1998; Färe *et al.* 1998; Tone 2004). En este índice, que mide el crecimiento de la productividad total de los factores de una finca, se cuantifican dos aspectos importantes: a) la mejora en la eficiencia técnica (desplazamiento a la frontera de producción, si la finca era ineficiente al inicio del periodo de evaluación), y b) el progreso o cambio tecnológico evidenciado por el desplazamiento de

la frontera tecnológica en el tiempo (las fincas consideradas eficientes al inicio del periodo de estudio aumentan sus niveles de productividad en el tiempo), en un sistema productivo caracterizado por múltiples insumos y productos.

El índice de la variación de productividad Malmquist fue introducido por Caves *et al.* (1982), inspirados en el trabajo de Malmquist (1953), y su objetivo es medir la variación de la productividad entre dos periodos de tiempo diferentes, utilizando como medida de los cambios en la productividad total la relación (razón o cociente) entre dos funciones distancia. Según estos autores con el IPM se pueden comparar, en dos momentos diferentes, los niveles de insumos, productos y productividad de una misma unidad de toma de decisión (finca), o también, a dos fincas en el mismo momento o en diferentes momentos.

Para analizar los cambios ocurridos entre esos dos periodos de tiempo, se pueden tener dos tecnologías de producción para realizar la comparación, que corresponden a la del periodo inicial y la del periodo final, y según cuál de esas tecnologías se asuma como referencia se pueden estimar dos índices de productividad. Esta situación introduce un elemento de arbitrariedad al tener que elegir el periodo de referencia en t o en $t+1$. Färe *et al.* (1992) construyeron un índice Malmquist basado en DEA, el cual corresponde a la media geométrica de esos índices.

A diferencia de otras aproximaciones propuestas para medir la productividad, el IPM también proporciona información sobre el origen del cambio de productividad mediante la descomposición de este índice en dos componentes: uno de cambio tecnológico y otro de cambio en la eficiencia, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. El primero también es conocido como movimiento de frontera, progreso técnico o *Frontier-Shift* y recoge la variación debida al desplazamiento de la frontera eficiente, por lo que revela los desplazamientos, entre dos periodos de tiempo, generados por incrementos en la productividad de las fincas inicialmente eficientes. El segundo componente: cambio en la eficiencia (CE),

también es conocido como convergencia a la frontera o *catching-up*, y refleja la mejora en la eficiencia de una finca en comparación con sus pares eficientes (las fincas con las mejores prácticas agrarias).

Cuando se asumen rendimientos variables a escala el CE se desglosa en cambio en la eficiencia técnica pura (CETP) y cambio en la eficiencia escala (CEE), que se ajusta más a la realidad del mundo empresarial según la propuesta de Färe *et al.* (1994). La eficiencia técnica pura captura la eficiencia de las prácticas de gestión, mientras que la eficiencia de escala muestra si la finca funciona bajo el tamaño óptimo (Balcombe *et al.* 2005; Fogarasi y Latruffe 2007).

Formulación matemática del Índice de Productividad de Malmquist

El IPM de las fincas orientado a producto, asumiendo rendimientos constantes a escala y considerando la media geométrica de las dos tecnologías de referencia (Färe *et al.* 1992; 1998), se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IPM_i(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} x \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2}$$

Donde:

IPM_i = Índice de productividad de Malmquist de la finca i .

t = corresponde al momento de la explotación de maíz.

$t+1$ = explotación al momento de la frijol.

x^t = vector de insumos utilizados en las fincas para la producción de maíz.

x^{t+1} = vector de insumos utilizados por las fincas para la producción de frijol.

y^t = ingresos de las fincas por la venta de maíz.

y^{t+1} = ingresos de las fincas por la venta de frijol.

$D_o^t(x^t, y^t)$ = representa la distancia output de una finca en el periodo t con respecto a la frontera eficiente en dicho periodo.

$D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ = representa la distancia output de una finca en el periodo $t+1$ con respecto a la frontera eficiente del periodo t .

El IPM se desglosa en sus dos componentes de la manera siguiente:

$$IPM_o(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} \right] x \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} x \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2}$$

El primer componente (o término) de esta ecuación estima el cambio en la eficiencia técnica relativa y si el resultado es mayor que la unidad indica un aumento de la eficiencia técnica relativa del cultivo de frijol con respecto al cultivo de maíz sembrado en el periodo anterior, y si el resultado es menor que la unidad evidencia una caída de la eficiencia relativa del frijol con respecto al cultivo de maíz. El segundo componente mide el cambio en el progreso tecnológico. Un cambio tecnológico mayor que la unidad indica progreso tecnológico al sembrar frijol después de maíz y menor que la unidad evidencia un retroceso tecnológico al sembrar este cultivo. Si es igual a la unidad muestra una situación de estancamiento tecnológico (sin cambios). En estas ecuaciones se asume rendimientos constantes a escala.

Es importante destacar que los dos componentes del cambio productivo pueden evolucionar en direcciones contrapuestas, de manera que, por ejemplo, es posible que en una finca ocurra simultáneamente un progreso tecnológico y una desmejora en la eficiencia técnica. Un caso podría ser la siembra de un nuevo híbrido de maíz, más rendidor que el cultivado en el ciclo anterior (fuente de progreso tecnológico), pero la combinación de varios factores en esa finca en particular, tales como fallas en los tractores y equipos de mecanización que sumadas a la impericia del personal de campo (fuentes de ineficiencia relativa) limitan significativamente el potencial del híbrido, hasta el punto de que apenas se supera la productividad promedio por hectárea del periodo anterior. Estas ineficiencias aumentan la brecha que ya existía en el periodo anterior entre la finca comparada y las fincas eficientes, que también adquirieron el mismo híbrido u otros con alto potencial genético.

Dado que en el mundo real, las fincas, por lo general, no presentan procesos productivos caracterizados por rendimientos constantes a

escala, sino por el contrario, esos procesos están gobernados por las tecnologías de rendimientos variables a escala, es conveniente utilizar la propuesta de Färe *et al.* (1994), que desglosa la eficiencia técnica relativa en dos componentes: cambio en la eficiencia técnica pura (CETP) y cambio en la eficiencia escala (CEE), por lo que a partir de la ecuación de cambio en la eficiencia técnica relativa se plantea la ecuación siguiente:

$$\left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE}{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})RCE} \right] = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE}{D_o^t(y^t, x^t)RVE} \right]$$

$$= \left[\frac{D_o^t(y^t, x^t)RVE}{D_o^t(y^t, x^t)RCE} x \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE} \right]$$

$$CE = CETP \times CEE$$

Donde:

RCE: frontera de producción de rendimientos constantes a escala

RVE: frontera de producción de rendimientos variables a escala

$D_o^t(y^t, x^t)RVE$ = medida de distancia de la finca con producción de maíz a la frontera de RVE

$D_o^t(y^t, x^t)RCE$ = medida de distancia de la finca con producción de maíz a la frontera de RCE

$D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RCE$ = medida de distancia de la finca con producción de frijol a la frontera de RCE.

$D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})RVE$ = medida de distancia de la finca con producción de frijol a la frontera de RVE.

El primer término de la ecuación permite medir la eficiencia técnica pura en el contexto de rendimientos variables a escala. El segundo término permite medir los cambios en la productividad de las fincas que derivan de las modificaciones en la escala de producción, según el nivel de operación de la explotación con respecto a la escala óptima. De manera que el CE = CETP x CEE.

Un valor mayor que la unidad en el IPM indica una mejora en la productividad y menor que la unidad evidencia merma de la productividad, con respecto al periodo inicial o base. Si es igual a la unidad muestra una situación de estancamiento

productivo (sin cambios). Este razonamiento también es válido para CETP y CEE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante la aplicación de cuestionarios se recabó información en una muestra de 30 explotaciones ubicadas en el municipio San Genaro de Boconoito, sector La Palaciera del estado Portuguesa, Venezuela, en las cuales se cultivaron maíz y frijol, sembrados en rotación durante el año 2010. El maíz se sembró en la primera quincena de mayo y el frijol en la segunda quincena de noviembre. Se incluyó como producto u *output* los ingresos por finca por concepto de venta de maíz y frijol y cuatro insumos o *inputs* relevantes en el proceso productivo: número de hectáreas (ha) sembradas por finca, así como los gastos en bolívares erogados por los conceptos de: preparación de tierra (laboreo), de semillas (semilla) y de cosecha (cosecha), de manera que se combinaron unidades físicas y monetarias, tal como se ha hecho en trabajos que siguen esta línea de investigación (Olson y Vu 2009; Luik et al. 2011). Se emplearon de manera indistinta los términos costo y gasto, aunque contablemente son diferentes. Se estimó el IPM con un modelo DEA orientado a los productos con rendimientos variables a escala, que fue resuelto con el programa informático *Win4deap* (Coelli 1996). Otros cálculos estadísticos fueron realizados con el programa SPSS, versión 19.

Se asignó al cultivo de maíz como la data del tiempo t y al cultivo de frijol como la data del tiempo $t+1$, ya que el método del IPM permite comparar fincas en tiempos diferentes, que es lo que tradicionalmente se hace o, también, comparar cultivos diferentes sembrados en periodos distintos, según se deduce de los expuesto por Caves et al. (1982). Esta última opción, poco reportada en la literatura especializada, fue utilizada por Crespo et al. (2010) para comparar escuelas públicas consideradas como periodo t y escuelas privadas como $t+1$.

Debido a que todas las variables, menos una, de los cultivos de maíz y frijol (que representan una rotación típica de la zona) fueron medidas en

unidades monetarias, las comparaciones enfatizan el aspecto financiero.

El grupo de fincas estudiado recibió asistencia técnica del Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista (FONDAS) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio del maíz para las fincas evaluadas fue 4.633,3 kg/ha, valor superior al promedio de aproximadamente 2.000 kg/ha, que obtuvieron en otra región del estado Portuguesa pequeños productores agropecuarios, con limitaciones de acceso al crédito y a la asistencia tecnológica (Alejua 2002). Asimismo, superó el promedio nacional, estimado en 3.300 kg/ha rebasó el rendimiento (4.324,2) reportado para un grupo de fincas maiceras de la misma zona tres años antes (Flores et al. 2010) y de productores cooperativistas de maíz (3.160 kg/ha) del estado Portuguesa (Vielma y Marín 2008).

Por su parte, la productividad media del frijol en las fincas fue 850,7 kg/ha, valor superior ($P>0,01$) al promedio nacional calculado en 708,0 kg/ha (Marín 2002). La desviación típica fue 83,7 kg/ha. Para este cultivo, el margen bruto por hectárea, medido como ingresos menos los gastos (Bs/ha) de los tres insumos medidos en dinero, arrojó la suma de 2.807,1 Bs/ha, superior a los 2.450,8 Bs/ha del maíz.

En la Tabla 1 se presentan los estadísticos de los productos (ingresos) y de cuatro insumos utilizados en las fincas estudiadas, los cuales fueron empleados para estimar el IPM. Todas las fincas tenían diez o más hectáreas (fincas de producción mixta: maíz y frijol) y, por tanto, se pueden considerar de tamaño mediano, según las clasificaciones más usuales (Rodríguez 2011). Las fincas presentan una mayor orientación a la siembra de maíz (mayor superficie destinada a este cultivo), que constituye el cultivo más importante en la región y la principal fuente de ingresos, ya que duplica el flujo de ingresos por concepto de venta de frijol.

Tabla 1. Estadísticos del producto (Ingresos) y de cuatro insumos utilizados en fincas del municipio San Genaro de Boconoito del estado Portuguesa.

Cultivo maíz					
Estadísticos	Ingresos (Bs)	ha	Costo laboreo (Bs)	Costo semilla (Bs)	Costo cosecha (Bs)
Media	70.397,0	18,5	10.921,0	7.374,3	6.761,0
Desviación típica	33.662,2	8,6	5.166,5	3.320,7	3.185,3
Mínimo	33.620,0	10,0	5.500,0	3.600,0	3.500,0
Máximo	196.144,0	52,0	31.200,0	19.760,0	18.720,0
Cultivo frijol					
Estadísticos	Ingresos (Bs)	ha	Costo laboreo (Bs)	Costo semilla (Bs)	Costo cosecha (Bs)
Media	35.245,5	9,2	5.520,0	2.520,0	1.380,0
Desviación típica	11.208,5	2,9	1.721,7	796,9	406,8
Mínimo	16.875,0	5,0	3.000,0	1.350,0	750,0
Máximo	71.100,0	20,0	12.000,0	5.600,0	2.800,0

Tasa de cambio: 1 USD=4,30 Bs.

Al indagar en la columna 5 de la Tabla 2, se observa que la finca número 1 experimentó el mayor incremento de la productividad total (IPM=2,279) del área sembrada de frijol en comparación con la sembrada de maíz en el ciclo anterior, al lograr 127,9% $[(2,279-1)*100]$, que se debió, casi por igual, a la mejora de su eficiencia técnica (columna 1) en 51,8% $[(1,518-1)*100]$ y al progreso o cambio tecnológico (columna 2) de 50,2%. Al profundizar en el análisis destaca que la mejora de la CE se debió principalmente a un mejor uso de la tecnología disponible (ETP=1,363), que equivale a un incremento de 36,3% y, en menor grado, a una mejora en la eficiencia de escala (EE) en un 11,4%, al acercarse a un tamaño más óptimo.

Por otra parte, la finca número 23 arrojó el cambio de productividad más bajo al comparar su área sembrada de frijol con la sembrada de maíz, al reflejar un IPM de 1,105; que equivale a un aumento de 10,5%, que se debió únicamente a la desmejora de la eficiencia en 25,7% (1-0,743), ya que hubo progreso tecnológico considerable (48,8%). La merma de la eficiencia técnica se debió exclusivamente al uso inadecuado de la tecnología disponible (por parte del recurso humano de la finca), debido a que esta finca opera a una escala óptima (100%), por lo cual se alejó de la frontera de producción que fijaron sus *benchmarks* o fincas eficientes que sembraron frijol.

Tabla 2. Descomposición del índice de productividad de Malmquist de fincas con explotaciones de maíz (t) y frijol (t+1) en Portuguesa, Venezuela.

Finca	CE	CT	CETP	CEE	IPM	Finca	CE	CT	CETP	CEE	IPM
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	1,518	1,502	1,363	1,114	2,279	16	0,752	1,513	0,752	1,000	1,139
2	0,959	1,531	0,986	0,973	1,469	17	0,971	1,496	1,022	0,950	1,453
3	0,857	1,525	0,857	1,000	1,307	18	1,057	1,431	1,000	1,057	1,513
4	1,510	1,509	1,432	1,055	2,278	19	1,426	1,436	1,382	1,032	2,047
5	1,235	1,534	1,397	0,884	1,894	20	0,944	1,500	0,977	0,967	1,417
6	1,226	1,457	1,146	1,070	1,787	21	0,890	1,455	0,878	1,013	1,295
7	1,096	1,500	1,093	1,003	1,645	22	0,906	1,500	0,903	1,003	1,359
8	1,303	1,393	1,072	1,216	1,814	23	0,743	1,488	0,743	1,000	1,105
9	0,960	1,557	1,000	0,960	1,494	24	0,878	1,535	0,867	1,013	1,348
10	1,067	1,557	1,060	1,007	1,661	25	1,005	1,491	0,987	1,018	1,499
11	0,937	1,500	0,908	1,032	1,405	26	1,109	1,498	1,051	1,056	1,661
12	0,810	1,406	0,810	1,000	1,138	27	1,124	1,453	1,081	1,040	1,633
13	0,752	1,488	0,882	0,852	1,119	28	1,293	1,455	1,228	1,053	1,881
14	0,762	1,540	0,762	1,000	1,173	29	0,851	1,483	0,840	1,013	1,261
15	1,304	1,540	1,251	1,043	2,008	30	0,977	1,500	0,974	1,003	1,466
	Media						1,019	1,492	1,006	1,012	1,520

CE: Cambio en la eficiencia técnica, CT: Cambio tecnológico, IPM: Índice de Productividad de Malmquist, Media: media geométrica, CETP: cambio en la eficiencia técnica pura, CEE: cambio en la eficiencia de escala.

Con base en la media geométrica de la muestra se puede afirmar que, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz, presentó mejora en la productividad de 52,0%, debido principalmente al cambio tecnológico (CT=49,2%) y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,9%). En otras palabras, la explotación de frijol, después de maíz, significa para el productor un aumento de la productividad (en términos de ingresos monetarios por unidades monetarias invertidas y hectáreas). En este caso específico, el progreso tecnológico no se refiere al aumento de la productividad física, sino a la incorporación en el segundo ciclo de una tecnología capaz de generar mayor productividad monetaria.

El 13,3% de las fincas incrementaron su productividad en más de 100%, el 33,3% aumentó su productividad entre 50 y 100% y el resto (53,3%), incrementó su productividad por debajo de 50%. En general, el ciento por ciento de las fincas ampliaron sus niveles de productividad monetaria, lo cual se explica porque el cultivo de frijol genera más ingresos por unidad de superficie y tiene menores costos de producción que el maíz.

En la Figura 1 se ordenaron las fincas de menor a mayor valor del IPM, de manera que el punto $x=1$ corresponde a la finca 23 y el punto $x=30$ representa la finca 1. Se corrobora que el mayor incremento del IPM se debe al CT y, en menor grado al CE (esta curva está por debajo de CT), pero es importante destacar que la curva de CT no presenta una tendencia (no varía con el IPM), debido a que el progreso tecnológico que se alude en esta investigación está relacionado con la incorporación de una tecnología diferente para explotar frijol, que genera mayor productividad financiera, pero que es similar o muy parecida en todas las fincas (reciben la misma asistencia técnica). Por el contrario, debido a que la pendiente de la curva CE es diferente de cero ($P>0,01$) se afirma que hay diferencias entre fincas en cuanto al cambio en la eficiencia técnica (prácticas agrícolas y escala de producción), que generan brechas entre las fincas más eficientes (con las mejores prácticas) y las ineficientes. De hecho, las fincas con mayor CE fueron más ineficientes en la explotación del maíz (estaban

más lejos de las fincas líderes eficientes que determinan la frontera de producción o las que están muy próximas a esa frontera), pero que al pasar a la explotación de frijol lograron mayores ganancias de eficiencia técnica (mejoraron las prácticas agronómicas) en comparación a sus competidoras en el cultivo de maíz.

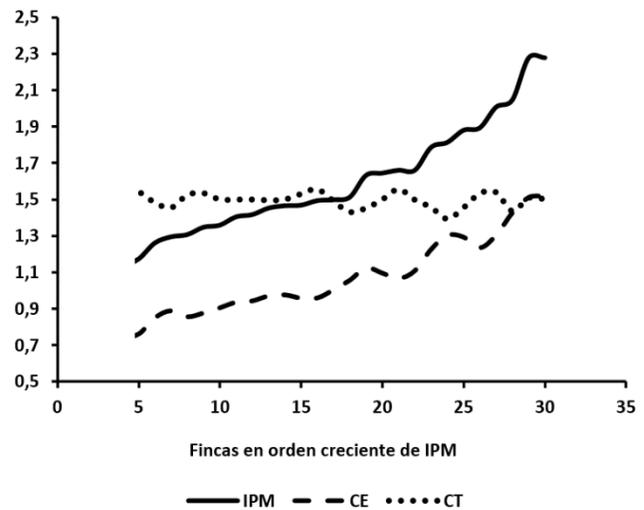


Figura 1. Índice de productividad de Malmquist, progreso tecnológico y cambio de eficiencia en fincas del estado Portuguesa.

Mientras los cambios en la eficiencia de escala no se asocian con los aumentos del IPM, los cambios de eficiencia técnica pura mantienen la tendencia del IPM (Figura 2), lo cual indica que las fincas que mejoraron su productividad hicieron un mejor uso de la tecnología disponible para la siembra del frijol, en comparación con nivel de uso cuando sembraron maíz, momento en que estaban más rezagadas con respecto a sus referentes (fincas que hicieron mejor uso de la tecnología para producir maíz).

Los resultados de la presente investigación no son directamente comparables con los obtenidos en otros trabajos, debido a que se calculó la productividad entre dos cultivos en un mismo año y no como se acostumbra con un mismo cultivo en periodos diferentes. Sin embargo, Olson y Vu (2009) mediante IPM calculado con el método DEA, estimaron entre los años 1993 y 2006, para una muestra de 341 fincas de Minnesota, el crecimiento promedio de productividad de varios cultivos que incluían el

maíz, encontraron valores de hasta 6,6% anuales y negativos en algunos periodos.

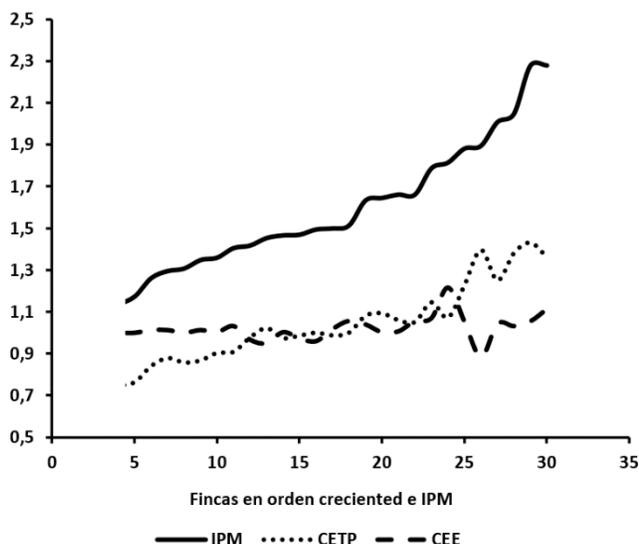


Figura 2. Índice de productividad de Malmquist, cambio de eficiencia técnica pura y cambio de eficiencia de escala en fincas del estado Portuguesa.

Es relevante destacar que la agricultura está influenciada por diversos factores, tales como el suelo, la genética del cultivo, las variables socioeconómicas, y el clima, entre otros, los cuales pueden tener una gran influencia sobre las estimaciones de productividad obtenidas de datos de un pequeño número de fincas, estudiadas por un corto periodo de tiempo. También es importante señalar que el IPM está influenciado por los tipos de productos e insumos empleados en sus cálculos, así como por el nivel de desarrollo del país donde se realiza el estudio (Jan 2011).

No se evidenció relación entre el IPM y el tamaño de las fincas productoras de maíz y frijol, medido por el ingreso en bolívares por finca (Figura 3), quizá debido a que se comparan dos cultivos en el tiempo. Este tema es controvertido, ya que se han reportado resultados a favor y en contra. Por ejemplo, Olson y Vu (2009) evidenciaron una relación positiva en el largo plazo entre la productividad y el tamaño de las fincas (medido por el ingreso en dólares), lo cual explicaba el incremento en el tamaño de las fincas en Minnesota en años recientes. En las últimas décadas, en los países desarrollados ha sido consistente el incremento del tamaño de las fincas,

por lo cual muchos investigadores hipotetizan que, en el largo plazo, las fincas más grandes logran mayor eficiencia y desarrollo tecnológico, en comparación con las pequeñas.

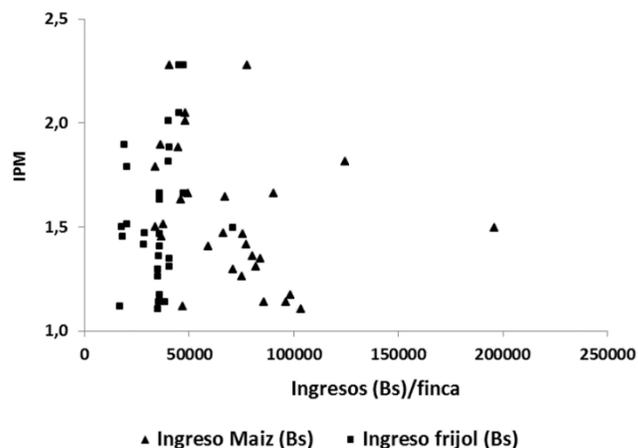


Figura 3. Índice de productividad de Malmquist e ingreso (Bs) de fincas productoras de maíz y frijol en el estado Portuguesa.

Sin embargo, particularmente en países en vías de desarrollo, algunos autores sugieren una hipótesis inversa, esto es, que las fincas más pequeñas son productivas debido a que hacen un uso más intensivo de la tierra (Johnson y Ruttan 1994; Barrett 1998; Binswanger y Elgin 1998; Delahaye 2006).

CONCLUSIONES

Al comparar los cambios en la productividad y sus componentes en fincas que cultivaron maíz y frijol en el municipio San Genaro de Boconoito, del estado Portuguesa, se puede afirmar que, el cultivo de frijol, en comparación con el de maíz sembrado en el ciclo anterior, presenta mejora en la productividad (IPM=52,0%), debido principalmente al cambio tecnológico (CT=49,2%), que genera mayor productividad monetaria y, en menor grado, al cambio en la eficiencia técnica (CE=1,9%).

El cambio tecnológico que se alude en esta investigación está relacionado con la incorporación de una tecnología diferente para explotar frijol, que genera mayor productividad financiera, pero que es similar en todas las fincas. Por el contrario, hubo diferencias entre las fincas

en cuanto al cambio en la eficiencia técnica, ya que las fincas con mayor eficiencia técnica fueron más ineficientes en la explotación del maíz, pero al pasar a la explotación de frijol lograron mayor ganancia de eficiencia técnica en comparación con sus competidoras en el cultivo de maíz.

Mientras los cambios en la eficiencia de escala no se asociaron con los aumentos del IPM, los cambios de eficiencia técnica pura mantuvieron la tendencia del IPM, lo cual indica que las fincas que mejoraron su productividad hicieron un mejor uso de la tecnología disponible para la siembra del frijol, en comparación con nivel de uso cuando sembraron maíz, momento en que estaban más rezagadas con respecto a sus referentes (fincas que hicieron mejor uso de la tecnología para producir maíz).

REFERENCIAS

- 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.
- Balcombe, K., Davidova, S. and Latruffe, L. 2005. Productivity Change in Polish Agriculture: an Application of a Bootstrap Procedure to Malmquist Indices. 99th Seminar of the EAAE (European Association of Agricultural Economists), The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. Copenhagen, Denmark, August 24-26.
- Ball, E. and Norton, G. 2002. *Agricultural productivity: Measurement and sources of growth*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 324 p.
- Barrett, C. 1998. On price risk and the inverse farm size-productivity relationship. *Journal of Development Economics* 51: 193-215.
- 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.
- Binswanger, H. and Elgin, M. 1998. Reflections on land reform and farm size. In: Eicher, C. and Staatz, J. (Eds.), *International Agricultural Development*, third Edition. Johns Hopkin, Baltimore, pp. 316-328.
- Briceño, G. 2008. La agricultura en cifras. Asamblea anual de FEDEAGRO. [On line] http://asambleafedecamaras.com.ve/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=4:24-07-09&download=11:ponencia-de-german-briceo&Itemid=58. [septiembre de 2009].
- Caves, D., Christensen, L. and Diewert, E. 1982. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica* 50(6): 1.393-1.414.
- Chirinos, A. y Urdaneta, M. 2007. Medición de la eficiencia en el sector avícola mediante índices de Malmquist. *Agroalimentaria* 25: 95-107.
- 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.
- Coelli, T. and Rao, D. 2005. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. *Agricultural Economics* 32:115-134.
- Coelli, T., Prasada-Rao, D. and Battese, G. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Coelli, T., Perelman, S. and Lierde, D. 2006. CAP Reforms and Total Factor Productivity Growth in Belgian Agriculture: A Malmquist Index Approach. 26th 14 Conference of the International Association of Agricultural Economists (IAAE) held on August 12-18 at the Gold Coast, Australia.

- Crespo, E., Pedraja, F. and Santin, D. 2010. Comparing public-private school management through a new educational Malmquist index approach. *Investigaciones de Economía de la Educación* 5:673-688.
- Delahaye, O. 2006. Tenencia de la tierra y desarrollo rural sostenible: algunos puntos para la reflexión en el caso venezolano. *Agroalimentaria* 11(23): 11-20.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Roos, P. 1998. Malmquist productivity indexes: a survey of theory and practice. In Färe, R., Grosskopf, S. and Russell, R. (eds): *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. pp. 127-190.
- Färe, R., Grosskopf, S. and Norris, M. 1994. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 84: 66-83
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. and Roos, P. 1992. Productivity Change in Swedish Pharmacies 1980–1989: A Nonparametric Malmquist Approach. *Journal of Productivity Analysis* 3:85–102.
- Fedeagro (Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios). 2012. Estadísticas agrícolas [On line]. <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. [agosto de 2012].
- Fekete-Farkas, M., Istvan, S. and Tibor, V. 2012. Technological progress and efficiency change in Hungarian agriculture. In: *The International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference*, Foz do Iguaçu, Brazil, 18-24 August. pp.1-14.
- Flores, C., Madriz, P. y De Parra, W. 2005. Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, 22 (4): 354-368.
- Flores, J., Quintana, S. y Flores, S. 2010. Análisis de una cartera de extensión agrícola para el cultivo de maíz en el estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 28: 25-3.
- Fogarasi, J. and Latruffe, L. 2007. Technical efficiency and technology in Eastern and Western Agriculture: a comparison of crop and dairy farm in Hungary and France, Joint IAAE and 104th EAAE Seminar, Budapest, Hungary, September 6-8.
- Fuglie, K., MacDonald, J. and Ball, E. 2007. Productivity Growth in U.S. Agriculture. EB-9, U.S. Dept. of Agriculture, Econ. Res. Service. 7 p.
- 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.
- Jan, P. 2011. Total Factor Productivity Change of the Swiss Dairy Sector for the Mountain Region in the Period 1999 to 2008. In: *2011 International Congress*, August 30-September 2, 2011, Zurich, Switzerland. pp. 1-16.
- Johnson, N. and Ruttan, V. 1994. Why are farms so small? *World Development* 5:691-706.
- Luik, H., Omel, R. and Viira, A. 2011. Efficiency and productivity change of Estonian dairy farms from 2001-2009. *Estonian University of Life Sciences*. Republic of Estonia. pp. 1-7.
- Machado, A. 2011. Importación de alimentos en Venezuela ¿Qué sería razonable? [On line]. En <http://carlosmachadoallison.blogspot.com/2011/02/importacion-de-alimentos-en-venezuela.html>. [agosto de 2012].

- Malmquist, S., 1953. Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística* 4: 209-242.
- Marín, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988 – 2001). *Agroalimentaria* 15:49-73.
- Olson, K. and Vu, L. 2009. Productivity Growth, Technical Efficiency and Technical Change on Minnesota Farms. In: the Agricultural & Applied Economics Association's 2009 AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, Milwaukee, WI, July 26-28:1-36.
- Rodríguez, J. 2011. La Ley de Tierras y los cambios estructurales en la agricultura moderna venezolana. *Revista Derecho y Reforma Agraria, Ambiente y Sociedad*, 37: 95-124.
- 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.
- Tone, K. 2004. Malmquist Productivity Index: Efficiency Change Over Time. In: Cooper, W., Seiford L. and Zhu J. (eds): *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. pp. 203-227.
- Vielma, M. y Marín, C. 2008. Sistemas de producción de maíz cooperativistas en los estados Yaracuy y Portuguesa. *Revista Scientia Unellezea* 3(1): 8-29.
- 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.