

Eficiencia Técnica de los Sistemas de Doble Propósito de las Provincias de Colón y Panamá Este¹.

Raúl H. De León-García²; Víctor Escudero³; Claudia Rivas⁴; Anel Martínez⁵;

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de producción de doble propósito que se desarrollan en regiones tropicales utilizan animales mestizos producto de los cruces indiscriminados de razas europeas y cebuínas (*Bos taurus x Bos indicus*) lo que ha ocasionado una diversidad de genotipos (Urdaneta, et al.). En estos sistemas hay dos objetivos claros; por un lado la producción de leche que comúnmente se realiza con ordeño manual y con apoyo del becerro para facilitar el descenso de la leche, y por otro lado la producción de carne, mediante la cría del becerro del destete. En nuestro país, de acuerdo a las cifras presentadas por la cadena agroalimentaria de la leche, al cierre del periodo enero 2021-enero 2022, mostraron un incremento en la producción en la producción de leche de estos sistemas de un 19.9 % (26,676,631.8 litros), sin embargo, pese al crecimiento cuantitativo de la producción de leche, la eficiencia biológica del sistema sigue siendo baja en cuanto a productividad física y rendimiento animal debido a numerosos factores y problemas que inciden en las explotaciones (Páez y Jiménez, 2000).

Figura 1. Animales con diferentes encastes *Bos taurus x Bos indicus* existentes en las fincas de doble propósito de la Región Oriental del país. (Foto: R. De León, 2023)



MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las provincias de Colón y Panamá Este en el extremo oriental de la República de Panamá y la información se obtuvo de una encuesta semiestructurada aplicadas a 10 fincas del sistema de doble propósito localizadas en las cuencas lecheras de Nuevo Tonosí (Colón), Chepo cabecera y Cañita (Panamá Este) (Cuadro 1.), siguiendo la metodología propuesta por Guerra (2015) y descrita en trabajos previos por De León *et al.* (2018).

Cuadro 1. Distribución de las encuestas aplicadas a los productores del Sistema doble propósito.

PROVINCIA	ENCUESTAS LEVANTADAS	PORCENTAJE DE LA MUESTRA
Colón	3	30%
Panamá Este	7	70%

La eficiencia, de acuerdo a Farrell (1957), tiene dos enfoques: la eficiencia técnica, que refleja la habilidad de obtener el máximo de producción para un nivel de insumos o minimizar los niveles de recursos para determinada producción a obtener, y la eficiencia asignativa, que representa la habilidad de una empresa para utilizar los insumos en una proporción óptima, considerando los precios de los productos. Estos dos conceptos combinados constituyen la eficiencia económica.

Según Coelli (1996), existen dos métodos para estimar la eficiencia: los paramétricos y los no paramétricos, como el análisis envolvente de datos (DEA), basado en la resolución de un modelo por programación lineal y desarrollado por Charnes *et al.* (1978), que se utiliza para estimar la eficiencia relativa de unidades en diversos campos.

Figura 1. Concepto de Eficiencia.



DEA es una técnica que facilita la medición y comparación de la eficiencia de unidades como empresas agropecuarias, universidades, escuelas, entre otras, donde haya un conjunto relativamente homogéneo de unidades. Dentro de su vocabulario, estas unidades organizacionales se denominan Decision Making Units (DMU) (Rodríguez, 2003). Para este estudio, se analizaron diez fincas (DMU) del SDP que se dedican a la producción de leche; crías; y venta de ganado de descarte. El objetivo del estudio fue medir la eficiencia técnica relativa de estas fincas en la producción de carne y leche mediante el DEA.

Figura 3. Objetivos de los SDP en Panamá: producción de leche y crías para la venta al destete. (Foto: R. De León, 2018 y 2023)



De acuerdo con los insumos analizados y los productos obtenidos de cada finca, se determinaron seis variables; entre las que se tienen como variables de entrada (insumos): mano de obra, alimentación, plan sanitario y mantenimiento de potreros. Así mismo, se determinaron las variables de salidas (productos): leche (Lts/año) y carne (kg/año). Las variables de entradas y salidas se cuantificaron en dólares (U.S\$) invertidos (Cuadro 2.)

Cuadro 2. Resumen estadístico de las variables utilizadas en el estudio. 2022.

PARÁMETRO	MEDIA	MIN	MAX	D.E.
ENTRADAS (Inputs)				
Mano de obra (B/)	7,486.80	6,000.00	10,740.00	1,779.17
Alimentación (B/)	2,648.66	398.83	18,231.83	5,503.71
Plan sanitario(B/)	554.89	285.95	1,124.50	251.39
Mantenimiento de la finca (B/)	3,662.75	780.00	7,800.00	2,190.69
SALIDAS (Outputs)				
Producción/carne/ha (kg)	5295.91	1519.56	10,568.88	3,839.52
Producción leche/ha/año (Lt)	39,602.50	7,300.00	89,425.00	25,215.40

Diseño experimental y software empleado. Con las anteriores variables, se plantearon dos modelos: el modelo 1, que combinó entradas como mano de obra, alimentación, plan sanitario y mantenimiento de potreros con la producción de leche; y el modelo 2 combinó las entradas de mano de obra, alimentación, plan sanitario y mantenimiento de potreros con la producción de carne. Por lo tanto, el modelo 1 mide la eficiencia en la producción de leche y el modelo 2 calcula la eficiencia en cuanto a la producción de carne. Los datos se analizaron a través del software Frontier Analyst Application disponible en <https://banxia.com/>

RESULTADOS.

Análisis de eficiencia. De acuerdo al análisis, las fincas encuestadas son más eficientes en el modelo 1 (producción de leche); que el en modelo 2 (producción de carne) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia Técnica de los SDP de Colón y Panamá Este en la producción de leche y carne utilizando el modelo DEA-CCR^{1/}.

DMU	DMU (Ref.)	Modelo 1 ^{2/}		Modelo 2 ^{3/}	
		Efic. (%)	DMU (Ref.)	Efic. (%)	DMU (Ref.)
DMU 1	Nuevo Tonosí	14.6	4,5,8,9	22.2	2,4,9,10
DMU 2	Nuevo Tonosí	78.0	4,5,8,9	100.0	
DMU 3	La Línea	56.0	4,5,8,9	71.0	2,4,9,10
DMU 4	Unión Tableña	100.0		100.0	
DMU 5	El Llano	100.0		91.0	2,4,9,10
DMU 6	Canchigua	85.5	4,5,8,9	30.5	2,4,9,10
DMU 7	Canchigua	98.8	4,5,8,9	38.4	2,4,9,10
DMU 8	El Llano	100.0		60.2	2,4,9,10
DMU 9	Río Congo	100.0		100.0	
DMU 10	Río Congo	49.9	4,5,8,9	100.0	
PROMEDIO		78.3		71.3	

^{1/}DEA-CCR: Extensión del modelo CCR donde permite que la tecnología muestre rendimientos constantes a escala.

^{2/}Eficiencia técnica en la producción de leche

^{3/}Eficiencia técnica en la producción de carne

De acuerdo al análisis de los datos, para el modelo DEA-CCR, que permite que la tecnología muestre rendimientos constantes, la eficiencia técnica promedio fue de 78.3% para la producción de leche. De las DMU estudiadas, solo el 30% (3/10) presentó ineficiencia a escala, por debajo del 60% (DMU1, DMU3 y DMU10), sin embargo, a excepción de la DMU1, estas fincas mostraron eficiencia técnica para la producción de carne sobre todo la DMU10 con 100% de eficiencia o sea, que es más eficiente produciendo carne que leche.

Análisis de la ineficiencia de holgura.

En el modelo 1 (producción de leche), las DMU 4, 5, 8 y 9 tienen valores de holgura igual a cero porque sus eficiencias son iguales a 100, mientras que para el modelo 2 (producción de carne), las DMU 2, 4, 9 y 10 resultan ser las más eficientes. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de holgura para los SDP de Colón y Panamá Este en la producción de leche y carne utilizando el modelo DEA-CCR^{1/}.

DMU	DMU (Ref.)	Modelo 1 ^{2/}		Modelo 2 ^{3/}	
		Efic. (%)	Valor de Holgura	Efic. (%)	Valor de Holgura
DMU 1	Nuevo Tonosí	14.6	85.4	22.2	77.8
DMU 2	Nuevo Tonosí	78.0	22.0	100.0	0
DMU 3	La Línea	56.0	44.0	71.0	29.0
DMU 4	Unión Tableña	100.0	0	100.0	0
DMU 5	El Llano	100.0	0	91.0	9.0
DMU 6	Canchigua	85.5	14.5	30.5	69.5
DMU 7	Canchigua	98.8	1.2	38.4	61.6
DMU 8	El Llano	100.0	0	60.2	39.8
DMU 9	Río Congo	100.0	0	100.0	0
DMU 10	Río Congo	49.9	50.1	100.0	0

^{1/}DEA-CCR: Extensión del modelo CCR donde permite que la tecnología muestre rendimientos constantes a escala.

^{2/}Eficiencia técnica en la producción de leche

^{3/}Eficiencia técnica en la producción de carne

Ahora bien, las fincas más ineficientes para ambos modelos son aquellas que presentan los valores de holgura superiores al 50%, lo que significa que tiene niveles de utilización de recursos por encima de los considerados como eficientes. En otras palabras, las variables de holgura en las entradas significan que las entradas deben ser reducidas para obtener la misma cantidad de salidas; y solo así podría llegar a un nivel de eficiencia igual a 100%.

Casos de éxito.

Son aquellas fincas que fueron totalmente eficientes (Eficiencia=1), en los dos modelos. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados arrojados por DEA solo hubo una coincidencia en los dos modelos, las DMU4, DMU9. Siendo que estas son las DMU exitosas para ambos modelos, se utilizarán como referencia para medir la eficiencia técnica relativa de las demás DMU; y al mismo tiempo, se aplicarán estas buenas prácticas a las DMU ineficientes para mejorar sus niveles de desempeños.

Revisión de Literatura.

Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E. 1978. Measurement the efficiency of decision making units. European J. Operational Res. 2: 429

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.

Farrell, M. 1957. The measurement of productive efficiency. J. Royal Statistical Society (Series A). 120 Part. III. p. 253-290

Rodríguez G. 2003. Medición de la eficiencia relativa en dos subsectores de la economía colombiana desde 1993 a 2002 utilizando Data Envelopment Analysis (DEA). Innovar 2003; 22:121-144.

¹ Actividad financiada por el Proyecto de Investigación-Innovación para Contribuir a Mejorar la Eficiencia y Rentabilidad de los Sistemas Doble Propósito en Panamá Este y Darién

² Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Investigador pecuario. Centro de Innovación Agropecuaria Oriental. Sub Centro de Buena Vista. E-mail: raul.deleon@idiap.gob.pa. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-5380>.

³ Médico Veterinario. Investigador pecuario, gerente del Proyecto. Centro de Innovación Agropecuaria Oriental.

⁴ Ingeniero Agrónomo. Investigadora pecuaria. Centro de Innovación Agropecuaria Oriental.

⁵ Agrónomo. Asistente de Investigación. Centro de Innovación Agropecuaria Oriental. Sub Centro de Buena Vista