

# Eficiencia técnica en granjas lecheras del trópico mediante modelación no paramétrica

*Technical efficiency in tropic dairy farms through non-parametric modeling*

**Torres-Inga, C.S.\*; Guevara-Viera, G.E.; Guevara-Viera, R.V.; Méndez-Álvarez, M.S.; Soria-Parra, M.E.; Bermúdez, F.G.**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Autor de correspondencia: \*santiago.torres84@ucuenca.edu.ec

## 1. INTRODUCCIÓN

El mayor costo de producción lechera y la consecuente elaboración de sus productos derivados, obliga a una mayor eficiencia en la combinación de los insumos como la tierra, labor, vacas y la capacidad de gestión de esos recursos (Stokes *et al.*, 2007). La eficiencia técnica de la producción de leche en granjas bovinas ha sido estudiada en diferentes países, pero la mayoría en países templados y muy industrializados (Bravo-Ureta, Solís, Moreira, Maripani, Thiam *et al.*, 2007), otros estudios han sido realizados en granjas de doble propósito (Oviedo & Rodríguez, 2011), pero en Cuba y otros países tropicales estos aún resultan escasos, como el de Cobos & Borroto (2013). Algunas de las provincias con mayor número unidades, superficie y bovinos para la producción lechera cubana apenas han sido estudiadas. Esa carencia no permite que se aprecien situaciones críticas de la mayoría de las unidades lecheras en el trópico americano, con un enfoque más completo, para facilitar la toma de decisiones en las ganaderías de estos territorios.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficiencia técnica de granjas lecheras, en una de las regiones cubanas donde se concentra un mayor número de estas, mediante la técnica no paramétrica denominada Análisis Envoltante de Datos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Localización y selección de las unidades de producción lecheras

Se analizaron 42 granjas lecheras con aproximadamente una unidad de ganado mayor por hectárea de pastoreo a 60 msnm, en suelos Pardos sin carbonatos, pertenecientes a la empresa Triangulo 5, localizada en el municipio Jimaguayú, provincia de Camagüey, región centro-oriental de Cuba.

### 2.2. Análisis de los datos

Las variables incluidas en el modelo matemático fueron seleccionadas de acuerdo con su variabilidad, medida a través del coeficiente de variación (%). Para el modelo aplicado fueron seleccionadas como variable de salida (*output*) la producción de leche promedio anual ( $P$ ), y como variables de entrada (*inputs*) el número total de vacas (TV), y el área de pastos no mejorados (APNM). El total de variables dentro del modelo permiten hacer estimaciones robustas de la eficiencia.

Adicionalmente se han medido otras variables de importancia zootécnica como el número de Cuartones (C), área de caña de azúcar (AC) y área de forraje de *Penisetum purpureum* (AF), cuyas medias son bajas para el propósito productivo. Los datos se presentan en la Tabla 1, éstos permiten comprender las características de los sistemas ganaderos incluidos en el estudio, lo cual a su vez, permiten caracterizar a las granjas eficientes y no eficientes.

**Tabla 4.** Características de variables correspondientes a las granjas estudiadas.

VARIABLES	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
Producción de leche <sup>1</sup> (P; kg)	97242.0	50471.84	51.9
Tamaño del área (TS; ha)	112.7	33.19	30
Trabajadores (T; unidades) <sup>2</sup>	3.6	1.36	38
Total vacas (TV; UGM <sup>3</sup> )	109.2	30.13	28
Cuartones (C; unidades)	6.8	5.55	82
Área de caña de azúcar (AC; ha)	2.3	2.81	122
Área de <i>P. purpureum</i> (AF; ha)	4.9	5.12	105
Área de pastos no mejorados (APNM; ha)	103.2	24.66	24

<sup>1</sup> Producción de Leche promedio anual.

<sup>2</sup> Trabajador de 8 horas.

<sup>3</sup> Unidades de Ganado Mayor.

Para la modelación de la frontera de producción se utilizó el método de programación lineal Análisis Envolvente de Datos (DEA), una orientación *output* fue usada debido a que no existen cuotas de producción establecidas a priori en la zona estudiada.

El modelo se simuló con el uso del programa (DEAP v.2.1; <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php>), el mismo que permite determinar la eficiencia técnica global (CRS), la eficiencia técnica variable (VRS) y la eficiencia de escala (EE) para cada *i-ésima* granja incluida en el análisis. Las granjas con  $TE_{VRS} = 1$  ( $TE$  = eficiencia técnica) serán consideradas como eficientes y constituirán las unidades *Benchmarking* con las mejores prácticas detectadas. Adicionalmente, el modelo determinó las granjas que no siendo eficientes, son granjas que tuvieron rendimientos decrecientes a escala (DRS) y rendimientos crecientes a escala (IRS). Finalmente se detectaron significancias estadísticas para las variables, tanto que fueron incluidas o no dentro del modelo DEA (Tabla 1), considerando como factor la eficiencia técnica dividida en rangos: eficiencia baja (<0.5), eficiencia media (entre 0.5 y 0.9) y altamente eficientes (>0.9), y mediante el uso del Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba de significancia de Tukey al 5%. El objetivo de este procedimiento es la caracterización de las granjas eficientes.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que el aumento de la productividad, operando en escalas óptimas y medido por la (EE), fue del 97.1%. La mayoría de las unidades estuvo por debajo del 80% de la eficiencia técnica. De manera general, podrían aumentar su productividad si modifican el uso de los insumos de acuerdo a las mejores prácticas identificadas (*Benchmarking*). Por otro lado, la interpretación de ( $TE_{VRS} = 66.5\%$ ) en promedio indica que se podría incrementar la cuota de producción anual de las granjas analizadas en al menos un 30%.

En relación a los rendimientos de escala (IRS y DRS) se observa que un número muy escaso de las granjas fueron eficientes ( $TE_{VRS} = 1$ , 17%), y que el 76% de las granjas estuvieron con DRS; un 14% de las granjas mostraron IRS. Resulta necesario elevar los niveles de tecnología, entre ellos aumentar y regularizar el suministro de suplementos en la seca, pues los niveles de forraje fresco y de caña de azúcar molida fueron bajos, y esta última debería ser acompañada con urea.

**Tabla 5:** Estadísticos para la eficiencia técnica y granjas eficientes, con IRS y DRS.

Variables	Eficiencias calculadas		
	TE <sub>CRS</sub>	TE <sub>VRS</sub>	EE
Media (%)	64.5	66.5	97.1
Error Estándar (%)	4	4	0.06
Explotaciones Eficientes			7 (17%)
Explotaciones DRS			32 (76%)
Explotaciones IRS			6 (14%)

TE<sub>CRS</sub>= Eficiencia Técnica global; TE<sub>VRS</sub>= Eficiencia técnica variable;  
EE= Eficiencia de Escala.

Estás granjas han sufrido muchas reducciones en recursos durante años y presentan dificultades para vender a precios de estímulos y alcanzar la eficiencia técnica en la producción de leche; menos del 20% de ellas alcanzaron la eficiencia técnica, este resultado es similar al de Herrera, Barrios, & Flores (2013) para unidades productoras de leche en la Habana (la mayoría de las cuales decrecía). El comportamiento de las granjas en cuanto a eficiencia técnica fue también inferior a lo observado en ganaderías de otros continentes (Parlakay, Semerci, & Çelik, 2015) con más del 50% de unidades eficientes.

Una vez obtenida la eficiencia técnica para cada granja, esta se clasificó en rangos generando 3 grupos, sobre los cuales se realizó el ANOVA y las pruebas de significancia. Se obtuvo que AC, AF, C, P fueron estadísticamente mayores ( $P < 0,05$ ) en granjas eficientes o con eficiencia media-alta.

El análisis de los slacks en los insumos mediante la aplicación del modelo DEA, indica que en promedio debe existir una disminución del 1% en el *input* 1 (TV), mientras en el caso del *input* 2 (APNM) se observó una disminución del 13.4% en promedio. Existen granjas que deben disminuir en este último *input* hasta el 54%.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las unidades requieren cambios y mejoras en la alimentación, específicamente disminuir las áreas de pastos de menor producción y calidad y aumentar los niveles de forrajes y de pastos de calidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., Moreira, V. H., Maripani, J. F., Thiam, A., Rivas, T. (2007). Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 27, 57-72.
- Cobos, R., Borroto, O. (2013). Determinación de la eficiencia bioeconómica de la producción de leche mediante modelos de análisis envolvente de datos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(3), 233-236.
- Herrera, J. A., Barrios, G., Flores, J. O. (2013). Eficiencia técnica en unidades lecheras por medio de análisis envolvente de datos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(2), 137-144.
- Oviedo, W., Rodríguez, G. (2011). Medición de la eficiencia técnica relativa de las fincas asociadas a Coounión en Guasca Cundinamarca. *Revista MVZ Córdoba*, 16, 2616-2627.
- Parlakay, O., Semerci, A., Çelik A. D. (2015). Estimating technical efficiency of dairy farms in Turkey: a case study of Hatay province. *Custos e @gronegocio on line*, 11, 106-115.
- Strokes, J. R., Tozer, P. R., Hyde, J. (2007). Identifying efficient dairy producers using data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science*, 90, 2555-2562.