

Capítulo VIII

Análisis de eficiencia técnica en sistemas ganaderos de Doble Propósito. Estrategias de mejora para el agronegocio ganadero

Fátima Urdaneta Galué
Rafaela Dios-Palomares

La eficiencia es un término asociado a la competitividad como una de las estrategias para su logro; su análisis supone centrar la atención en la tecnología, los recursos y los precios de estos, donde la clave consiste en aprovechar al máximo los recursos, adaptándose a los precios. Quien lo consiga será eficiente y quien no, incurrirá en ineficiencias que le suponen un deterioro para competir (García & Coll Serrano, 2003).

Existen formas sencillas de estudiar la eficiencia, como es el caso de los indicadores de productividad aparente de cada factor (productividad parcial), donde la empresa más eficiente será la que manifieste la mayor productividad aparente. Este índice supone que la Unidad de decisión productiva (DMU¹) se encuentra sobre su frontera tecnológica, lo cual es sumamente restrictivo, ya que, excluye la posibilidad de que existan ineficiencias de producción (Quiroz & Picazo, 2001); por lo tanto, el análisis de la eficiencia con un modelo de productividad total (tomando en cuenta el conjunto de factores de productos e insumos) induce el concepto de frontera de producción, lo que permite comparar el nivel alcanzado por cada DMU con el que le correspondería en caso de aplicar eficientemente la tecnología de producción existente en el grupo utilizado para la comparación (Seiford & Thrall, 1990).

Los análisis de la eficiencia relativa en modelos de productividad total tuvieron su base conceptual en los estudios de la isocuanta unitaria llevados a cabo por Farell (1957) quien desarrolló la idea de comparar el desempeño de una empresa con la fron-

1 DMU 0 Unidad de decisión productiva. En principio se utilizó para referirse a entidades sin fines de lucro (Charnes *et al.*, 1978) no obstante, se ha extendido para hacer referencia a cualquier organización que toma decisiones incluyendo a las empresas.

tera construida por las mejores observadas. La eficiencia técnica sería entonces, el cociente de las distancias entre la empresa ineficiente y la óptima, diferenciándola de la eficiencia asignativa que considera además la eficiencia del precio de los factores. Esta definición es adecuada para el Benchmarking (Rouse *et al.*, 2007) de manera que las empresas eficientes tendrán referentes a los cuales guiar para alcanzar el óptimo.

Son numerosas las investigaciones que abordan la medición de la eficiencia con modelos de frontera de producción en diversos campos, sin embargo para el caso de la ganadería bovina de doble propósito tropical, son pocos los trabajos que pueden referirse, entre ellos se encuentra el análisis realizado por Ortega *et al.* (2007) quienes utilizaron un modelo de producción de frontera estocástica para medir la eficiencia de estos sistemas de producción de bajos insumos, considerados ineficientes por sus niveles de productividad parcial.

Gamarra (2004), utilizando un modelo de frontera no paramétrica con análisis envolvente de datos (DEA), realizó una medición de la eficiencia relativa en fincas con bovinos de doble propósito en Costa Caribe de Colombia, afirmando que las ventajas de aplicación superan las limitaciones del método debido a la naturaleza multi-producto de las unidades de producción.

Debido a que existen en condiciones tropicales, unidades de producción de ganadería bovina de doble propósito con indicadores de productividad competitivos y dado que aún no se ha podido cruzar la meta de la seguridad alimentaria en estos dos productos estratégicos para la población, se hace necesario el análisis de los factores que pueden hacer más eficientes a nuestros sistemas de producción de leche y carne bovina, de manera que el planteamiento central de este Capítulo consiste en revisar fundamentos teóricos y la evidencia empírica que permitan analizar niveles de eficiencia técnica en la ganadería de doble propósito y determinar factores que inciden en ella, con la finalidad de orientar estrategias de mejora para el agronegocio ganadero.

EFICIENCIA TÉCNICA RELATIVA

La eficiencia técnica de cada unidad se define como el cociente de la suma ponderada de los productos (outputs) respecto a la suma ponderada de insumos (inputs), tal que, su eficiencia será evaluada en base a una comparación con las unidades más eficientes de la muestra, siendo por tanto una medida de eficiencia relativa. En otras palabras, la eficiencia de una unidad de decisión productiva (DMU) se entiende como la comparación entre los valores óptimos y los observados, de productos y factores, tal como se observa en la Figura 1, donde la curva superior (Y_1) representa las unidades con mejor relación insumo-producto, las cuales construyen la frontera de producción, mientras que el resto de las unidades como la representada en la función de producción Y_2 , manifestaran ineficiencia relativa con respecto al óptimo. La distancia entre el óptimo y la producción real de la empresa será la ineficiencia.

El cálculo de la frontera de producción permite agrupar una serie de técnicas en dos grandes grupos: las técnicas econométricas y la programación matemática. Las primeras parten de la estimación de una forma funcional a partir de las observaciones disponibles, incorporando las modificaciones necesarias para lograr la característica de frontera. En tanto que las técnicas de programación matemática, no imponen nin-

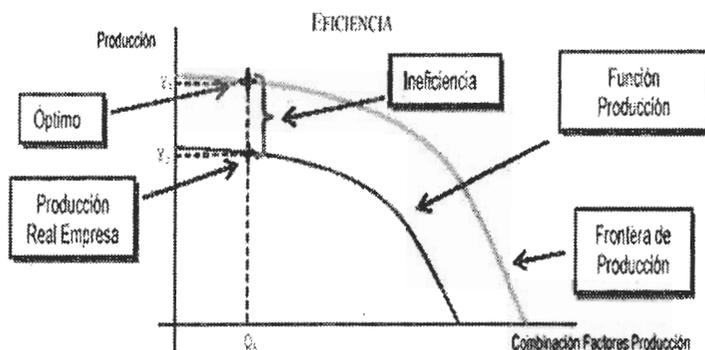


Figura 1. Representación gráfica de la eficiencia técnica relativa.
Fuente: Cañas (2004).

guna restricción sobre la forma funcional de la frontera al utilizar directamente la información contenida en las observaciones (Dios-Palomares *et al.*, 2002). La solidez de ambas técnicas de medición de la eficiencia lleva a que la elección de una u otra técnica obedezcan fundamentalmente a las razones prácticas de cada problema objeto de estudio (Bjurek *et al.*, 1990).

De manera que los métodos de estimación para construir la frontera de producción son clasificados de acuerdo con la necesidad o no, de especificar la forma funcional que relacione los insumos con los productos, así que se conocen dos grandes grupos de métodos: paramétricos y no paramétricos y a la vez, en cada uno pueden definirse modelos de tipo aleatorio o determinístico. Para los modelos aleatorios se utilizan técnicas estadísticas y la frontera especificada se denomina estocástica, para los modelos determinísticos con aproximaciones no paramétricas, se pueden utilizar métodos como el análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés), el cual es uno de los análisis más popularizados sobre todo en situaciones multiproducto, como es el caso de los sistemas de producción de ganadería de doble propósito. El análisis envolvente de datos es una herramienta no paramétrica fundamentada en elementos de programación lineal que trata de capturar la eficiencia relativa de una serie de unidades económicas que se desenvuelven en condiciones homogéneas en cuanto a producción, insumos y entorno se refiere. Dicha técnica fue introducida inicialmente por Charnes *et al.* (1978) y teóricamente lo que intenta determinar es la isocuanta relativa o la Frontera de posibilidades de producción relativa, al interior de una serie de unidades productivas homogéneas. La técnica sirve para estimar el porcentaje de eficiencia de las DMU, a partir de la construcción de DMU virtuales, las cuales son el resultado de combinaciones lineales de las DMU eficientes.

De acuerdo con (Dios-Palomares, 2004a) el desarrollo genérico del modelo matemático DEA comienza con la definición de las n unidades de decisión (DMU) objeto de estudio, que emplean j inputs (F) para producir m productos (P), tal que la i -ésima unidad de decisión (DMU_i) quedaría representada por los vectores F_i y P_i . Para cada DMU se plantea obtener una medida de eficiencia como la relación de todos sus

outputs entre todos sus input $\frac{\alpha' P_i}{\beta' F_i}$, siendo α y β los vectores de ponderación de productos y factores de dimensión $(m \times 1)$ y $(j \times 1)$ respectivamente. Estos vectores deben ser determinados de forma tal que maximicen la medida de la eficiencia que se acaba de definir para cada unidad, pero de forma tal que dicho sistema no dé lugar a que alguna unidad productiva quede por encima de la frontera.

Si se adopta una óptica de orientación al producto, se plantea para cada DMU un programa matemático que surge de considerar el problema dual -de más fácil resolución- asociado al programa lineal genérico de maximización de la eficiencia (Coelli, 1996), tal y como se expresa a continuación:

Maximizar θ en (θ, λ)

$$-\theta P_i + A\lambda \geq 0, \forall m$$

$$F_i - B\lambda \geq 0, \forall j$$

$$I\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Donde se cumple que:

- El conjunto de observaciones disponibles de factores para las DMU queda recogido en la matriz A de dimensión $j \times n$ (matriz de insumos). De igual modo, en la matriz B, de dimensión $m \times n$, se recogen las observaciones de productos para cada DMU.
- θ es un escalar que mide la eficiencia de la i-ésima DMU, y que se encontrará siempre en el intervalo $[0,1]$, tomando el valor de 1 en aquellas unidades de decisión que estén situadas sobre la frontera ideal de producción, y por tanto, sean totalmente eficientes.
- λ es un vector de constantes $(n \times 1)$ que pondera cada una de las DMU presentes en la muestra.
- La restricción $I\lambda = 1$, siendo I un vector de unos, fue introducida por Banker *et al.* (1984) en el modelo inicial con rendimientos constantes a escala (CRS) planteado por Charnes *et al.* (1978) y que carece de esta restricción; esa extensión permite asegurar la condición de convexidad de la frontera y, por consiguiente, la asunción de rendimientos a escala variables (VRS). La Figura 2 representa gráficamente la frontera construida de acuerdo con los dos modelos CRS y VRS.

La resolución de esta formulación permite obtener una medida de la menor distancia posible, en un espacio de tantas dimensiones como inputs existan en el modelo, entre los parámetros que caracterizan a la DMU en estudio y los mejores resultados del grupo analizado. A través de la misma se mide la eficiencia de cada unidad como el porcentaje de la distancia existente entre el valor observado y su valor óptimo, obtenido a partir de las unidades de producción más eficientes de entre todas las del grupo.

La eficiencia relativa puede ser calculada de dos maneras: comparando la producción observada con la óptima para un nivel de factores, dando origen a la orienta-

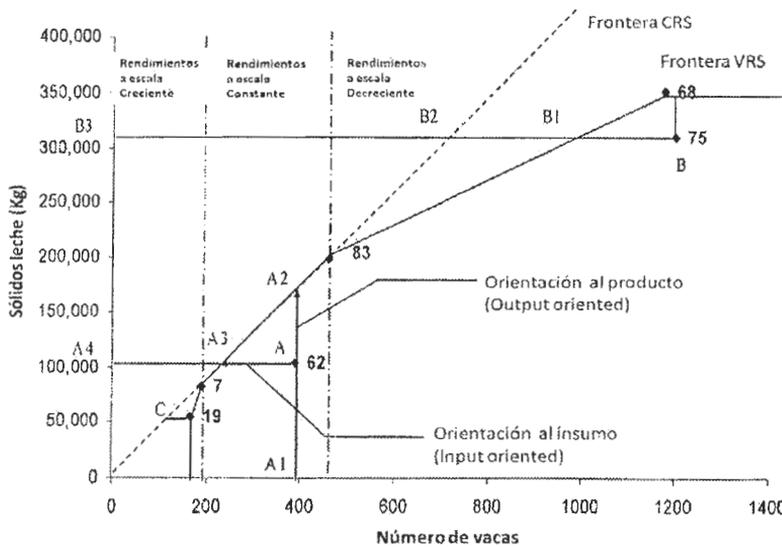


Figura 2. Representación grafica de la eficiencia de fincas lecheras con un único input y un único producto. Modelos CRS y VRS. Fuente: Rouse *et al.* (2007).

ción al insumo o por medio del ratio del mínimo de los factores requeridos y los factores observados para un nivel de producto (orientación al producto) o combinando ambas formas, esta aproximación a la eficiencia, por su carácter técnico, permite definir óptimos en términos físicos (Figura 2).

El que la técnica DEA contemple en su formulación la posible existencia de rendimientos de escala variables, permite, además de identificar la eficiencia técnica, descomponer la misma en dos componentes: la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala (SE). Para ello se resuelve la formulación propuesta, primero asumiendo rendimientos constantes a escala (θ_{CRS}), y después, rendimientos variables (θ_{VRS}); a partir del cociente de eficiencia técnica calculado bajo ambos supuestos, se podrá obtener una medida de la eficiencia de escala (θ_{SE}) de cada unidad que vendrá dada por la siguiente relación:

$$\theta_{SE} = \frac{\theta_{CRS}}{\theta_{VRS}}$$

Esta relación surge de considerar que la eficiencia técnica de una unidad productiva que mide la aproximación CRS pero que no opera en una escala óptima, tiene una ineficiencia de escala, que no puede ser achacada directamente a la eficiencia técnica pura medida por la aproximación VRS. Aquella unidad que opere en una escala óptima con rendimientos constantes a escala tendrá un valor de eficiencia de escala igual a 1.

Una vez calculada la ineficiencia en escala se puede analizar qué tipo de rendimientos son los que originan dicha ineficiencia: si la DMU excede el tamaño de escala más productivo, y por tanto presenta rendimientos a escala decrecientes, o si presenta

rendimientos a escala crecientes, y por tanto no ha alcanzado el límite de crecimiento proporcionado por esta situación (Read & Thanassoulis, 2000).

Luego de estimada la eficiencia en la primera etapa, se realiza una segunda etapa con el objetivo de relacionarla con un conjunto de variables socioeconómicas tanto para determinar los factores que inciden en la eficiencia como para identificar las variables de entorno² con el fin de corregir su efecto, ya que después de calcular los índices de eficiencia es necesario saber por qué son eficientes (Álvarez, 2001).

EFICIENCIA TÉCNICA EN GANADERÍA

El modelo de frontera de producción estocástica de Ortega *et al.* (2007) reveló que los principales factores que afectan positivamente la producción de leche y carne fueron la fuerza laboral, tierra, capital invertido en maquinaria y rebaño, medicina veterinaria y suplementación alimenticia del rebaño. El mencionado trabajo muestra como resultado que la eficiencia en estos sistemas es razonablemente alta, descartando la idea general de la ineficiencia, sin embargo, es susceptible de mejora por medio de políticas públicas y decisiones gerenciales que respondan a un ambiente más seguro en las áreas rurales, a una reformulación del programa crediticio, a una utilización óptima de la mano de obra y de los niveles de productividad por vaca y a si los productores implementan un sistema vaca-novillo. Los resultados de este trabajo arrojan orientaciones útiles para entender los efectos de las variables relevantes (como por ejemplo las prácticas de manejo de la producción) y para evaluar el impacto de políticas agrarias específicas.

Gamarra (2004) utilizando el análisis envolvente de datos (DEA), realizó una medición de la eficiencia relativa para una muestra de 71 fincas con bovinos de doble propósito en Costa Caribe de Colombia y partiendo de la encuesta ganadera de costos, resolvió cuatro distintos modelos: orientado al input (CRS y CRS) y orientado al output (CRS y CRS). Encontró puntajes promedio de 59,7% y 60,03% para los modelos constantes orientados a los insumos (input) y a los productos (output) respectivamente; de igual manera encontró promedios de 71,3% y 72,2% para los rendimientos variables a escala. Los resultados muestran que solo un 11% del total operan a escala eficiente, asimismo, encontró una relación entre la eficiencia y el grado de especialización hacia el doble propósito en función del Departamento de donde provenían las fincas. Por otro lado, determinó que el problema asociado a la ineficiencia estuvo en la calidad de los animales y de los pastos de los que se alimentan, ya que las fincas menos eficientes tienen una mayor carga animal pero producen menos leche y terneros para la venta y además reciben peores precios por sus productos. Otros factores asociados a la eficiencia, determinados por el uso de regresión truncada con modelo Tobit, fueron la superficie bajo riego y la utilización de insecticidas orgánicos.

2 Variables de entorno: se refiere a variables fuera de control de la gerencia, difíciles de cambiar a corto plazo (Dios –Palomares *et al.*, 2004b).

Por último afirma el autor (Gamarra, 2004) que desde la aparición de las primeras investigaciones donde se aplica DEA en ganadería, se ha probado que es una herramienta eficaz y flexible para la medición del desempeño en fincas ganaderas, dado que todas estas investigaciones estiman los índices de eficiencia pura, global y de escala y abordan problemas específicos de su entorno, demostrando la flexibilidad de la metodología para abordar temas similares pero a la vez altamente diferenciados.

El análisis de la eficiencia de escala por medio de la utilización del DEA, también permite la toma de decisiones a nivel de políticas públicas, tal es el caso de la Common Agricultural Agenda de la unión Europea, que en base a estos análisis supuso la reorganización de la estructura productiva del sector primario, promoviendo cambios en la escala y recomendando incentivar la disminución del tamaño de las fincas, dado que las fincas de mayor tamaño operaban con rendimientos de escala decrecientes (Barnes & Oglethorpe, 2004).

APLICACIONES DEA EN GANADERÍA DE DOBLE PROPÓSITO EN LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO

La adopción de la orientación (insumo o producto) depende del objetivo del análisis, en una primera aproximación y dado que la situación productiva que presentan las unidades de producción en el país, requiere de afinar las estrategias dirigidas a la mejora de la producción y la productividad a la vez de corregir las deficiencias en la utilización de los recursos, se adoptó la orientación al producto.

Un estudio realizado en 144 unidades de producción distribuidas en la cuenca del Lago de Maracaibo (Urdaneta *et al.*, 2010) analizó información proveniente de la aplicación de una encuesta socio-técnica-económica en unidades de producción con ganado doble propósito (leche y carne); se tomó como productos tanto la producción anual de carne, como la producción anual de leche, y como insumos: la tierra expresada como medida de la superficie utilizada (ha), el rebaño expresado en Unidades Animales (UA), el capital fijo representado por las depreciaciones como Proxy del capital invertido en construcciones, instalaciones, equipos y maquinaria (\$), el capital circulante calculado como la sumatoria de los costos de mantenimiento de potreros, medicina veterinaria, suplementación alimenticia del rebaño y gastos varios (\$) y los Equivalentes hombre (EH) que se corresponde con la medida que permite estandarizar el trabajo que realiza el personal en una jornada de trabajo que dura 8 horas diarias y es ejecutada durante 300 días al año.

Con el análisis DEA se obtuvo que menos del 7% de las unidades de producción operaban con eficiencia técnica (modelo CRS), un 34,7% con eficiencia de escala y sólo un 13,8% con eficiencia técnica pura (modelo VRS); en consecuencia, existe un potencial de mejora importante en esta ganadería.

Por otro lado se identificaron los tipos de rendimientos a escala y se observó que el 40% de las unidades de producción se sitúa en rendimientos a escala decreciente, en consecuencia se hace necesario corregir el sobredimensionamiento de los insumos o intensificar el uso de aquellos insumos difíciles de cambiar en el corto plazo (Cuadro 1).

Cuadro 1
Descriptiva del tipo de rendimiento a escala

Tipo de rendimiento a escala	Frecuencia	Porcentaje
Decreciente (-1)	58	40,3
Constante (0)	50	34,7
Creciente (1)	36	25,0
Total	144	100,0

Fuente: Urdaneta *et al.*, 2010.

Al tratarse de un modelo orientado al producto, cuya interpretación se basa en cuánto podría obtenerse de productos con el mismo nivel de insumos si no se produjeran ineficiencias, los resultados señalan una disminución de los niveles que deben ser utilizados en factores que intervienen en el proceso productivo. Los resultados de la envolvente de datos permiten calcular las mejoras potenciales para cada unidad de producción (holguras) y en promedio estimar las mejoras totales potenciales. En el Cuadro 2, se observa que se requiere una disminución importante de todos los insumos considerados en el modelo y una mejora importante de la producción de carne en una proporción mucho mayor que la producción de leche, de acuerdo con lo obtenido en ambos modelos (CRS y various).

Cuadro 2
Medias de las mejoras totales potenciales en los modelos VRS Y CRS para las unidades de producción con ineficiencia pura

Modelo	Ha	UA	EQ-H	CF	CC	Carne	Leche
CRS	-15,89	-6,85	-39,75	-64,04	-21,49	244,05	93,03
VRS	-19,03	-14,31	-34,57	-63,61	-23,39	168,82	69,21

Fuente: Urdaneta *et al.*, 2010.

Asimismo, se consideraron factores de eficiencia a todas aquellas características de utilización de insumos tecnológicos por parte de las DMU, que puedan tener relación con la utilización de los recursos en forma eficiente (Dios-Palomares *et al.*, 2002) tales como:

Indicadores de manejo de pastizales: uso de fertilizante, riego, control químico de malezas, control de plagas, control manual mecánico de malezas, rotación de potreros.

Indicadores de alimentación animal: suministro de alimento concentrado, de sales, de minerales y de heno.

Sin embargo, en el análisis de los factores de eficiencia no se obtuvo correlación del índice de eficiencia con los indicadores de manejo, excepto con el indicador de suplemento con sales, el cual es uno de los insumos de menor costo.

Al analizar los índices de eficiencia con respecto a otros factores que la pudieran estar influenciando, se evidenció que las diferencias de eficiencia pueden ser mejor explicadas por la zona de ubicación de la unidad de producción, por el tamaño y por la

producción de carne, pero no tanto por el tipo de orientación productiva del sistema doble propósito (modalidad de producción). Sin embargo, el aumento en la producción de carne dependería del cambio a un tipo de sistema vaca-novillo.

Sin embargo, antes de asumir la recomendación de este primer estudio se procedió analizar (con el mismo modelo) información procedente de 75 unidades de producción ubicadas en bosque seco tropical, para evitar el efecto de la zona agroecológica donde están ubicadas las DMU. En ese estudio se observó que el 41% de las unidades de producción resultaron con eficiencia técnica al 100% (Cuadro 3), un 44% se ubicó en el estrato de 61 a 99% de eficiencia con una media de 79,17 y un 14,7% presentan valores de eficiencia técnica relativa menor a 61%.

Cuadro 3
Distribución de la eficiencia en unidades de producción ubicadas en bosque seco tropical

Clases de eficiencia	N	Media	%
Menor a 61%	11	51,51	14,7
Entre 61 y 99%	33	79,17	44,0
100%	31	100,00	41,3
Total	75	83,72	100,0

En relación con los tipos de rendimientos a escala pudo observarse que 41,33% de las fincas operaban con rendimientos a escala decrecientes y con rendimientos constantes respectivamente y solo 12 (17,33%) con retornos crecientes (Cuadro 4) Resultados que refieren una necesidad de mejora importante en el conjunto de fincas.

Cuadro 4
Descriptiva del tipo de rendimiento a escala para unidades de producción ubicadas en bosque seco tropical

RTS	Frecuencia	Porcentaje
-1	31	41,33
0	31	41,33
1	13	17,33
Total	75	100

En cuanto a la identificación de factores de eficiencia sólo se observó relación de este índice con el porcentaje de área bajo control manual mecánico de malezas. No hubo correlación significativa del índice de eficiencia con los indicadores de suplementación animal. Los índices de eficiencia parcial como la producción diaria por vaca en ordeño, la producción anual por hectárea de carne y leche mostraron diferencias significativas entre las diferentes clases de eficiencia (Cuadro 5). Con respecto a las variables del modelo hubo diferencias entre clases de eficiencia para la producción pero no para los insumos, se hace necesario explicar, cómo unidades que producen más utilizan los mismos insumos que las menos eficientes.

Cuadro 5
Indicadores de productividad parcial por clases de eficiencia

Clases de eficiencia	L/vo-día**	Kg Carne/ha*	L/ha-año**
Menor a 61%	5,02	34,84	504,92
Entre 61 y 99%	6,69	48,35	673,31
100 %	6,79	67,86	807,60
Total	6,49	54,43	704,12

** La diferencia es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La diferencia es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: cálculos propios.

Asimismo, se observó que la eficiencia técnica estuvo altamente correlacionada con los costos unitarios. En la Figura 3, se observa el valor y la distribución del costo unitario de producción de leche, donde la mayor proporción de los costos es la mano de obra (45%) seguido de la suplementación animal (19%). La sanidad animal y el mantenimiento de pastos apenas alcanzó un 2% del costo total cada uno. Otro componente importante son las depreciaciones con un 15%, se recomienda utilizar la infraestructura y los equipos estrictamente necesarios para evitar costos fijos elevados que puedan incidir en la eficiencia.

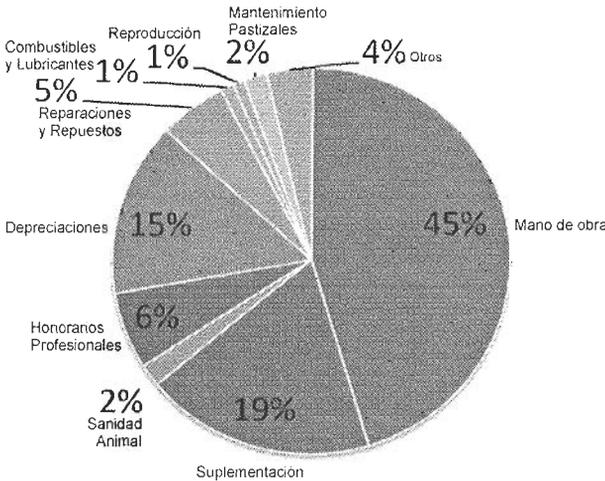


Figura 3. Composición de costos de producción en sistemas de ganadería bovina de doble propósito. Fuente: Casanova y Urdaneta (2009). Fuente: Cálculos propios.

Uno de los aportes útiles de esta metodología se refiere al análisis de las holguras, es decir la distancia entre las unidades ineficientes y la frontera de la eficiencia para cada insumo y producto considerados en el modelo. De acuerdo con los resultados del modelo es posible producir más leche (24,4%) y más carne (48,49%) con menos tierra (-9,83%), menos mano de obra (-2,82%) y menos animales (-2,84%). También con una reducción de un 9,47% en los costos fijos y un 2,14% en los costos variables (Figura 4).

Estos resultados evidencian la necesidad de mejorar la eficiencia de uso de los insumos y la posibilidad real de aumentar la producción con los insumos disponibles.

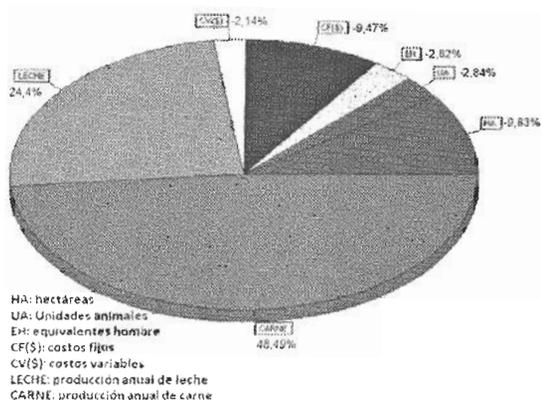


Figura 4. Mejoras totales potenciales (holguras).

Fuente: cálculos propios.

REFLEXIONES FINALES

El análisis de eficiencia técnica es relativa, la frontera de la eficiencia la construyen las mejores unidades de producción y en función de esa distancia se estiman las eficiencias relativas de las demás que están en las mismas condiciones agroecológicas y utilizando los mismos insumos tecnológicos, en consecuencia y de acuerdo con los resultados del estudio de las 75 fincas en bosque seco tropical, es posible producir un 24,4% más de leche y un 48,49% más de carne con los mismos recursos.

Dada la condición anterior y dado que el índice de eficiencia tiene una alta correlación con los costos de producción, se hace necesaria una profunda revisión de las formas de utilización de los insumos y factores de la producción en aquellas fincas ineficientes. Una mejor selección de animales, una rotación de potreros, un manejo de la carga acorde con la época y un manejo estratégico de la suplementación, entre otras decisiones podrían mejorar la respuesta productiva, aún cuando en este estudio, la evidencia estadística solo es suficiente para identificar el suministro de sales y el control manual mecánico de malezas como factores de manejo tecnológico que podrían estar afectando la eficiencia. Queda también en el tapete de la discusión la falta de identificación de otros factores debido a la gran variabilidad de los valores de indicadores de manejo.

Analizar por qué productores de fincas situadas en las mismas zonas agroecológicas, con los mismos problemas presentan indicadores de ineficiencia técnica relativa, es otro de los retos. ¿Por qué algunos productores adoptan decisiones adecuadas y otros no? Es un trabajo que denominaría Benchmarking inverso porque se trata de estudiar por que los casos no exitosos dejan de adoptar las tecnologías que les pueden ayudar a alcanzar la frontera de la eficiencia del conjunto de datos.

Por otra parte, este análisis arroja la posibilidad real de aumentar la producción de ambos rubros solo con una mejora de utilización de insumos y factores existentes, un programa de extensión debe tomar en cuenta esta circunstancia. En una primera etapa, mejorar la producción de la zona, en una segunda etapa plantearse el aumento más exigente de los indicadores de productividad con la incorporación de tecnologías de uso más intensivo de recursos, siempre en concordancia con los cuidados ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez A. 2001. La medición de la eficiencia y la productividad. Ediciones Pirámide. Madrid. pp. 363.
- Banker R, Charnes A, Cooper W. 1984. Some models for estimating technical and scales inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Manag Sci* 30: 1078-1092.
- Barnes A, Oglethorpe D. 2004. Scale efficiencies and the mid term review: an analysis of scottish dairy farming. Disponible en: www.aes.ac.uk/downloads/conf_papers_04/Barnes.doc. Consultado: Feb/2010.
- Bjurek H, Hjalmarsson L, Forsund FR. 1990. Deterministic Parametric and Nonparametric Estimation of Efficiency in Service Production: A Comparison. *J Econometrics* 46: 213-227.
- Cañas J. 2004. Análisis de eficiencia mediante la envolvente de datos (DEA) en la horticultura de regadío bajo abrigo. Tesina de suficiencia investigadora. Departamento de Economía, Sociología y Políticas agrarias. Universidad de Córdoba. España. 106 p.
- Charnes A, Cooper W, Rhodes E. 1978. Measurement the efficiency of decision making units. *Europ J Operat Res* 2: 429-444.
- Coelli T. 1996. A guide to DEAP versión 2.1. A data envelopment analysis (computer) program. CEPA Working papers. N6/08. University of New England, Armidale. 49 pp.
- Dios-Palomares R. 2004. El análisis de eficiencia en el sector público mediante métodos frontera. *Auditoria y gestión de fondos públicos. Auditoria pública* 33:39-48.
- Dios-Palomares R, Martínez-Paz J, Martínez-Carrasco F. 2002. Análisis de eficiencia en el sector comercializador y manipulador hortícola de Almería. III Workshop de eficiencia y productividad. 12 de Julio. Oviedo. España. 20 pp.
- Dios-Palomares R, Martínez JM, Martínez-Carrasco F. 2004. Variables de entorno en el análisis de eficiencia. Un método de tres etapas con variables categóricas Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla. Working Paper E. 2004 / 78. 23 pp.
- Farrel M. 1957. The Measurement of productive Efficiency. *J Royal Stat Soc A CXX* Part 3: 253-290.
- Gamarra J. 2004. Eficiencia técnica relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe. Centro de estudios económicos regionales. N° 53, 75 pp. Cartagena, Colombia.
- García E, Coll-Serrano V. 2003. Competitividad y eficiencia. En, *Estudios de Economía Aplicada*. Asoc Econ Aplic (ASEPELT) Madrid-España. 21 (3): 423-450.
- Ortega L, Ward RA. 2007. Technical efficiency of the dual purpose cattle system in Venezuela. *J Agric Appl Econ* 39 (3) 719-733.
- Quiroz C, Picazo A. 2001. Liberalización, eficiencia y cambio técnico en telecomunicaciones. *Rev Econ Aplic*. IX (25): 77-113.
- Read L, Thanassoulis E. 2000. Improving the identification of returns to scale in data envelopment analysis. *J Oper Res Soc* 51: 102-110.

Rouse P, Chen L, Harrison JA. 2007. Benchmarking the performance of dairy farms using Data Envelopment analysis. The university of Auckland, New Zeland. <http://www.pma.otago.ac.nz/pma-cd/papers/1052.pdf> 12 p. Consultado: Marzo/2011.

Seiford L, Thrall R. 1990. Recent developments in DEA: The mathematical aproach to frontier análisis. J Econometrics 46: 7-38.

Urdaneta F, Peña ME, González B, Casanova A, Cañas J, Dios-Palomares R. 2010. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito de la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. Revista Científica FCV-LUZ XX (6): 649 – 658.