

EFICIENCIA TÉCNICA Y VIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO DE VACUNOS DE LECHE EN LA PAMPA, ARGENTINA

TECHNICAL EFFICIENCY AND VIABILITY OF GRAZING DAIRY CATTLE SYSTEMS IN LA PAMPA, ARGENTINE

Elena Angón¹, Antón García¹, José Perea¹, Raquel Acero¹, Paula Toro-Mújica², Hernán Pacheco³, Ana González¹

¹Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14071, Córdoba, España. (z82anpee@uco.es). ²Pontificia Universidad Católica de Chile. Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 390. Santiago. Chile. ³Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Carrera 18 con calle 8. Barquisimeto, Lara. Venezuela.

RESUMEN

Los sistemas lecheros pastoriles de La Pampa atraviesan una situación difícil debido a la escasa rentabilidad y a la relación competitiva y sustitutiva entre la agricultura y la ganadería por el uso del suelo. La agricultura (soja y maíz fundamentalmente) cotiza a precios internacionales, pero la producción lechera compete en el mercado interior argentino. En esta situación compleja es preciso conocer la eficiencia y viabilidad de estos sistemas en la provincia de La Pampa (Argentina). Se realizó un muestreo aleatorio estratificado por departamentos con asignación proporcional y fueron entrevistados 47 productores que representan 27 % de los productores de la cuenca Pampeana. La producción lechera (PL, L año⁻¹) se modelizó respecto al tamaño del rebaño en número de vacas en ordeño (VO) y consumo de concentrado (CCON, kg VO⁻¹ d⁻¹). Mediante técnicas paramétricas se estimó una eficiencia técnica media de 35 % y se establecieron tres niveles de eficiencia mediante el intervalo $(\bar{x} - 1/2S, \bar{x} + 1/2S)$. Después, mediante técnicas de varianza unifactorial de efectos fijos se determinaron las variables que explican las diferencias según el nivel de eficiencia: tamaño, productividad, porcentaje de praderas permanentes, utilización de suplementos, productividad laboral y grado de diversificación de las granjas. El estudio de viabilidad reveló que 59.6 % de las granjas no son viables económicamente. Los principales factores para aumentar la viabilidad son: mejorar las pautas de alimentación y utilización del concentrado; optimizar la asignación de insumos y la dimensión de las granjas.

Palabras clave: *benchmarking*, gestión, toma de decisiones, viabilidad económica.

ABSTRACT

Grazing dairy systems in La Pampa are going through a difficult situation due to low profitability and the competitive and substitutive relationship between agriculture and livestock production over use of the land. Agriculture (primarily soy and maize) is listed at international prices, but dairy production competes in the inner Argentinian market. In this complex situation it is necessary to understand the efficiency and viability of these systems in the province of La Pampa (Argentina). Random stratified sampling was carried out per department with proportional allotment and 47 producers were interviewed, representing 27 % of the producers in the Pampa basin. Milk production (MP, L year⁻¹) was modelled with regards to the size of the herd in number of milking cows (MC) and concentrate intake (CONI, kg MC⁻¹ d⁻¹). Through parametric techniques, an average technical efficiency of 35 % was estimated and three levels of efficiency were established through the interval $(\bar{x} - 1/2S, \bar{x} + 1/2S)$. Later, through single-factor variance techniques of fixed effects the variables that explain differences based on the level of efficiency were determined: size, productivity, percentage of permanent grasslands, use of supplements, labor productivity and degree of diversification of farms. The viability study revealed that 59.6 % of farms are not economically viable. The main factors to increase viability are: improving feeding guidelines and use of concentrate; optimization of input allotment and size of farms.

Keywords: benchmarking, management, decision-making, economic viability.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: abril, 2012. Aprobado: abril, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 47: 443-456. 2013.

INTRODUCCIÓN

En Argentina hay 15 250 granjas de vacuno lechero y 3 510 318 bovinos de los cuales 1 495 551 corresponden a vacas en producción con predominio de la raza Frisona y Holando Argentino. Las principales cuencas lecheras están ubicadas mayoritariamente en la Pampa Húmeda integrada por las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa con grandes diferencias agroecológicas entre ellas (Pamio, 2011); 26 % de las granjas lecheras están en Santa Fe, 25 % en Córdoba y 20 % en la provincia de Buenos Aires (Castignani *et al.*, 2008). El sector lácteo argentino tuvo grandes cambios entre 1995 y 2012, con 73 % de aumento en la producción lechera y reducción en 36 % del número de granjas, lo cual implicó aumentos de 35 % en el tamaño de rebaño y de 62 % en la productividad por vaca (Giorgis, 2009). En la provincia de La Pampa la producción de leche se localiza fundamentalmente en la Llanura Pampeana y genera 1 % de la producción nacional, y al igual que en las demás cuencas lecheras de Argentina, el sector lechero pampeano ha sufrido una transformación estructural en los últimos años.

En La Pampa hay una relación de sustitución entre las distintas actividades agrícolas y ganaderas que compiten entre sí por el recurso tierra (Giorgis *et al.*, 2011). Los altos precios internacionales de cereales y oleaginosas y el aumento de los rendimientos de los cultivos ejercen una fuerte presión sobre las actividades ganaderas pastoriles. Los productores han reaccionado de modo heterogéneo; algunos desarrollaron una gestión conservadora en el uso de insumos y la renovación de equipos y vacas lecheras, pero otros siguieron un proceso de concentración e intensificación de la producción para alcanzar una dimensión competitiva (Giorgis, 2009).

En este estudio se analiza la competitividad desde la perspectiva del emprendimiento (Botero y De la Ossa, 2010). La viabilidad de las granjas depende de su capacidad para lograr un rendimiento económico positivo y sostenido, condicionado por el sistema de producción, el entorno y el mercado. En este contexto es preciso conocer la situación actual de las granjas de vacuno lechero y los factores limitantes, para proponer medidas que mejoren su viabilidad (Toro-Mujica *et al.*, 2011).

INTRODUCTION

In Argentina there are 15 250 dairy farms and 3 510 318 heads of cattle of which 1 495 551 correspond to milking cows with a predominance of the breeds Frisona and Holando Argentino. The main dairy basins are located mostly in the Pampa Húmeda, made up of the Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos and La Pampa provinces, with large agro-ecologic differences among them (Pamio, 2011); 26 % of the dairy farms are in Santa Fe, 25 % in Córdoba and 20 % in the province of Buenos Aires (Castignani *et al.*, 2008). The Argentine dairy sector had great changes between 1995 and 2012, with 73 % of an increase in dairy production and a reduction of 36 % in the number of farms, which implied an increase of 35 % in the size of the herd and 62 % in the productivity per cow (Giorgis, 2009). In the province of La Pampa, milk production is located fundamentally in the Pampa prairie and it generates 1 % of the national production, and similarly to the other dairy basins in Argentina, the Pampa dairy sector has suffered a structural transformation in recent years.

In La Pampa, there is a relationship of substitution between the different agricultural and livestock activities, which compete among each other over the land resource (Giorgis *et al.*, 2011). The high international prices of cereals and oily plants, and the increase in crop yields exert a strong pressure on grazing livestock activities. Producers have reacted in a heterogeneous manner; while some developed a conservative management of the use of inputs and the renovation of equipment and milking cows, others followed a process of concentration and intensification of production in order to reach a competitive size (Giorgis, 2009).

In this study competitiveness is analyzed from the perspective of enterprise (Botero and De la Ossa, 2010). The viability of farms depends on their capacity to achieve a positive and sustained economic performance, conditioned by the production system, the environment and the market. Within this context, it is necessary to understand the current situation of dairy cattle farms and the limiting factors, so as to suggest measures that improve their viability (Toro-Mujica *et al.*, 2011).

There are few studies about the grazing dairy systems in the Pampa basin, and there are no analyses

Hay pocos estudios de los sistemas lecheros pastoriles de la cuenca Pampeana y no hay análisis desde la perspectiva de la viabilidad. Arzubi (2003) analiza la eficiencia técnica en la cuenca de Abasto (Buenos Aires) y asocia los indicadores técnicos con los resultados económicos de los sistemas lecheros; Arzubi y Schilder (2006) comparan la eficiencia técnica y económica de las cuencas lecheras de las distintas provincias; y Castignani *et al.* (2007) y Cursack *et al.* (2001) estudian la competitividad mediante el seguimiento de productores referenciales. La determinación del análisis de eficiencia de las granjas lecheras en la Pampa permitirá su comparación con los valores en otras provincias mediante técnicas de meta-análisis según lo proponen Bravo-Ureta *et al.* (2007).

Los objetivos del estudio fueron modelizar la producción lechera de la cuenca pampeana, clasificar las granjas según su nivel de eficiencia y viabilidad, y proponer estrategias específicas para cada nivel de eficiencia, que favorezcan la viabilidad y sostenibilidad productiva y económica del agrosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema pastoril de producción lechera

La producción de leche en la provincia de La Pampa se desarrolla en sistemas pastoriles más suplementos (Castignani *et al.*, 2005) que combinan las actividades ganaderas (cría, engorde de bovino y lechería) con la agricultura (trigo, maíz, sorgo, soja y girasol). La mayor parte de la alimentación (72.5 %) corresponde a forraje en pie y 27.5 % mediante suplementos. Los suplementos son concentrados o forrajes (ensilado, heno y grano). Los concentrados se usan para balancear dietas, cubrir deficiencias estacionales en la producción de la pradera y para etapas con mayores requerimientos nutricionales. En los sistemas pastoriles con gran utilización de alfalfa, la energía es el principal nutriente limitante; por tanto, es muy frecuente la inclusión de concentrados energéticos en la alimentación de las vacas lecheras de alta producción (Álvarez *et al.*, 2006).

Las praderas permanentes a base de alfalfa (*Medicago sativa*), pura o asociada con gramíneas u otras leguminosas ocupan 48 % de la superficie. Las gramíneas usadas habitualmente son cebadilla (*Bromus unioloides*), festuca (*Festuca arundinacea*) y ballico perenne (*Lolium perenne*); y la otra leguminosa más frecuente es trébol blanco (*Trifolium repens*). En 17 % de la superficie se implantan pasturas temporales de invierno: avena (*Avena sativa*), centeno (*Secale cereale*) y triticale (*Triticosecale*). El resto de la superficie es para pasturas temporales de verano, principalmente

from the perspective of viability. Arzubi (2003) analyzes the technical efficiency in the Abasto basin (Buenos Aires) and associates technical indicators with economic results of the dairy systems; Arzubi and Schilder (2006) compare the technical and economic efficiency of dairy basins from different provinces; and Castignani *et al.* (2007) and Cursack *et al.* (2001) study competitiveness through the follow-up of referential producers. Determining the efficiency analysis of dairy farms in La Pampa will allow its comparison with values from other provinces through meta-analysis techniques, as suggested by Bravo-Ureta *et al.* (2007).

The objectives of the study were to model the dairy production in the Pampa basin, to classify farms according to their level of efficiency and viability, and to propose specific strategies for each level of efficiency that favor viability and productive and economic sustainability of the agrosystem.

MATERIALS AND METHODS

The grazing dairy production system

Dairy production in the province of La Pampa is developed in grazing systems with the addition of supplements (Castignani *et al.*, 2005), combining livestock activities (breeding, cattle fattening and dairy) with agriculture (wheat, maize, sorghum, soy and sunflower). Most of the diet (72.5 %) corresponds to standing fodder and 27.5 % through supplements. Supplements are concentrate or fodder (silage, hay and grain). Concentrates are used to balance diets, cover seasonal deficiencies in the production of the grassland and for stages with higher nutritional requirements. In grazing systems with high use of alfalfa, energy is the main limiting nutrient; therefore, it is very frequent to include energetic concentrates in the diet of high-production dairy cows (Álvarez *et al.*, 2006).

Permanent grasslands based on alfalfa (*Medicago sativa*), pure or associated with grasses or other leguminoses, occupy 48 % of the surface. The grasses habitually used are cebadilla (*Bromus unioloides*), festuca (*Festuca arundinacea*) and rye grass (*Lolium perenne*), while the other more frequent leguminose is white clover (*Trifolium repens*). In 17 % of the surface seasonal winter pastures are planted: oats (*Avena sativa*), rye (*Secale cereale*) and triticale (*Triticosecale*). The rest of the surface for seasonal summer pastures, primarily sorghum (*Sorghum* sp.) and maize (*Zea mays*), which can be grazed or harvested for herd feeding in periods of higher requirements (Giorgis, 2009).

sorgo (*Sorghum* sp.) y maíz (*Zea mays*) que pueden ser pastoreadas o cosechadas para alimentar el rebaño en periodos de mayor requerimiento (Giorgis, 2009).

Muestreo y recolección de datos

El área de estudio fue la cuenca lechera de la provincia de La Pampa, con 172 granjas lecheras que tienen 26 408 vacas en ordeño en 8 departamentos (Perea *et al.*, 2011). Se sitúa entre 63° y 65° O y 35° a 39° S, con una superficie de 32 467 km². Los suelos son molisoles de textura gruesa variable entre franco y franco arenoso con régimen de humedad rústico. Esta área tiene inviernos benignos y veranos suaves, con lluvias estacionales en primavera (Pamio, 2011).

El muestreo fue aleatorio estratificado por departamentos con asignación proporcional (Milán *et al.*, 2003) y se tomó una muestra representativa de la población conformada por 47 granjas, esto es 27 % del total de La Pampa. La información se obtuvo mediante encuestas directas al productor en el 2007 y se actualizó en 2008 y 2009 (Toro-Mújica *et al.*, 2011; García y Pacheco, 2011). La encuesta tuvo 284 cuestiones relativas al sistema de producción, las instalaciones, manejo y alimentación, aspectos reproductivos, productivos, sociales, económicos y comerciales.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con SPSS v.14 (SPSS para Windows, 2005) y Eviews 5.1.

Modelización de la producción

La producción lechera se ajustó con datos de corte transversal a un modelo tipo Cobb-Douglas (Álvarez y Arias, 2004). La modelización de la producción permite inferencias estadísticas y su principal inconveniente es asignar *ex ante* la forma de la función a los datos; por tanto, es una hipótesis preestablecida (Iraizoz *et al.*, 2003).

La base de datos se generó con la encuesta y se seleccionaron las variables con mayor nivel de representación: 1) se conservaron las variables de mayor poder discriminante de la producción (coeficiente de variación alto); 2) con la matriz de correlación se eliminaron las variables con dependencia lineal; 3) con las 13 variables resultantes (Cuadro 1) se especificó el modelo en el cual el output fue la producción lechera total (L año⁻¹) y los inputs fueron las siguientes variables retenidas por el modelo (Pech *et al.*, 2002): número de vacas en ordeño (VO) y consumo de concentrado (CCON, kg VO⁻¹ d⁻¹), ambas son fáciles de evaluar y susceptibles de mejora por los productores (García y Pacheco, 2011).

En una segunda etapa el modelo paramétrico Cobb-Douglas fue linealizado usando una transformación logarítmica, de acuerdo con las ecuaciones (1) y (2) (Pérez *et al.*, 2007):

Sampling and data collection

The study area was the dairy basin of the province of La Pampa, with 172 dairy farms that have 26 408 milking cows in 8 departments (Perea *et al.*, 2011). It is located between 63° and 65° W and 35° and 39° S, with an surface of 32 467 km². Soils are Molisols of thick variable texture between loam and sandy loam with a rustic humidity regime. This area has benign winters and gentle summers, with seasonal showers in the spring (Pamio, 2011).

Sampling was random, stratified per departments with proportional allotment (Milán *et al.*, 2003), and a representative sample was taken from the population made up of 47 farms, which is 27 % of the total in La Pampa. Information was obtained through direct surveys with producers during the 2007 and was updated in 2008 and 2009 (Toro-Mújica *et al.*, 2011; García and Pacheco, 2011). The survey had 284 questions about the production system, the facilities, management and feeding; reproductive, productive social, economic and commercial aspects.

All the statistical analyses were carried out with SPSS v.14 (SPSS for Windows, 2005) and Eviews 5.1.

Production modelling

Dairy production was adjusted with transversal data to a Cobb-Douglas model type (Álvarez and Arias, 2004). Production modelling allows statistical inferences and its main inconvenience is assigning the form of the function to the data *ex ante*; therefore, it is a pre-established hypothesis (Iraizoz *et al.*, 2003).

A database was generated with the survey, and the variables with greatest level of representation were chosen: 1) variables of higher discriminating power for production (high variation coefficient) were conserved; 2) with the correlation matrix, variables with linear dependence were eliminated; 3) with the 13 resulting variables (Table 1) the model was specified, where the output was total dairy production (L year⁻¹) and the inputs were the following variables retained by the model (Pech *et al.*, 2002): number of milking cows (MC) and concentrate intake (CONI, kg MC⁻¹ d⁻¹), which are both easy to evaluate and susceptible to improvement by producers (García and Pacheco, 2011).

In a second stage, the Cobb-Douglas parametric model was linearized by using a logarithm transformation, according to equations (1) and (2) (Pérez *et al.*, 2007):

$$Y_i = \exp^\alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_i^{\beta_i} \exp^{-\mu_i} \quad (1)$$

$$\ln Y_i = \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_i \ln X_i - \mu_i \quad (2)$$

$$Y_i = \exp^\alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_i^{\beta_i} \exp^{-\mu_i} \quad (1)$$

$$\ln Y_i = \alpha + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_i \ln X_i - \mu_i \quad (2)$$

donde Y_i es la producción lechera (PL, L año⁻¹); X_i son las variables independientes número de vacas en ordeño (VO) y consumo de concentrado (CCON, kg VO⁻¹ d⁻¹); α y β_i son parámetros del modelo que representan la tecnología disponible; μ_i es el término que recoge los residuos no negativos ($\mu_i \geq 0$).

Una vez estimado el modelo linealizado (2) se analizó el nivel de colinealidad mediante el coeficiente de correlación simple. La normalidad en la distribución de los residuos se verificó mediante el test de Jarque-Bera y se evaluó la heterocedasticidad y estabilidad de los coeficientes de regresión mediante las pruebas de White y de Chow (García *et al.*, 2007).

Eficiencia técnica y clasificación de las granjas lecheras

El paso siguiente de la metodología fue estimar la frontera paramétrica Cobb-Douglas según mínimos cuadrados ordinarios corregidos (MCOG) (Greene, 1980). La función estimada se desplazó con la adición del máximo residuo positivo a la constante del modelo y la función frontera de producción (Pérez *et al.*, 2007) se obtuvo con la ecuación (3):

where Y_i is milk production (MP, L year⁻¹); X_i are the independent variables number of cows milking (MC) and concentrate intake (CONI, kg MC⁻¹ d⁻¹); α and β_i are parameters of the model that represent the technology available; μ_i is the term that recovers the non-negative residues ($\mu_i \geq 0$).

Once the linearized model was estimated (2), the level of colinearity was analyzed through the simple correlation coefficient. The normality in residue distribution was verified through the Jarque-Bera test, and the heterocedasticity and stability of regression coefficients was evaluated through the White and Chow tests (García *et al.*, 2007).

Technical efficiency and classification of dairy farms

The following step in the methodology was estimating the Cobb-Douglas parametric frontier based on corrected ordinary least squares (COLS) (Greene, 1980). The estimated function was moved, with the addition of the maximum positive residue to the model constant, and the frontier production function (Pérez *et al.*, 2007) was obtained with equation (3):

$$PL = \exp^{8.7396} CCON^{0.108671} VO^{1.2659} \quad (3)$$

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables iniciales elegidas, abreviatura, unidades, promedio ± error estándar y coeficiente de variación (CV, %).

Table 1. Descriptive statistics of the initial variables chosen, abbreviation, units, average ± standard deviation and variation coefficient (VC, %).

VARIABLES Y ABBREVIATURA	UNIDADES	PROMEDIO ± ERROR ESTÁNDAR	CV (%)
Número de vacas (NV)	nº	113.0 ± 10.0	61
Vacas en ordeño (VO)	nº	79.2 ± 7.9	69
Superficie total (ST)	ha	222.0 ± 21.0	65
Superficie agrícola (SA)	ha	13.0 ± 16.0	349
Mano de obra (UTA [†])	UTA	3.72 ± 0.32	59.5
Carga animal (CG)	UGM [‡] ha ⁻¹	0.66 ± 0.05	56
Superficie de praderas por vaca (SP)	ha vaca ⁻¹	0.85 ± 0.08	67
Producción láctea total (PL)	L año ⁻¹	388 074.0 ± 54 890.0	97
Consumo de concentrado (CCON)	kg VO ⁻¹ d ⁻¹	1.66 ± 0.34	140
Porcentaje de vacas en ordeño (%VO)	%	68.7 ± 1.4	14
Producción total de carne (PC)	kg año ⁻¹	16 411.0 ± 2569.0	107
Mano de obra familiar (UTAF)	UTA	2.15 ± 0.18	58
Superficie de pasturas temporales (SPT)	ha	173.0 ± 21.5	85

[†]Una unidad de trabajo anual o UTA corresponde a un trabajador dedicado a tiempo completo durante un año a la actividad agraria (Council of the European Union, 2012) ♦ An annual work unit or AWU corresponds to a worker devoted full-time during a year to the agricultural/livestock activity (Council of the European Union, 2012).

[‡]UGM son los toros, vacas y otros bovinos de más de dos años y los équidos de más de seis meses (Council of the European Union, 2006) ♦ UGM are bulls, cows and other cattle that are older than two years and equines of more than six months (Council of the European Union, 2006).

$$PL = \exp^{8.7396} CCON^{0.108671} VO^{1.2659} \quad (3)$$

donde PL = producción de leche (L año⁻¹), CCON = consumo de concentrado por vaca en ordeño (kg VO⁻¹ d⁻¹), VO = número de vacas en ordeño.

La función frontera establece el nivel máximo de producto desde una combinación de inputs (Toro-Mujica *et al.*, 2011). El índice de eficiencia técnica se calculó con la metodología de Timmer (1971) y se define como la relación entre la producción de leche observada y la estimada por la frontera de producción.

Farrell (1957) establece la isocuanta de producción (SS') como una función tipo Cobb-Douglas que une todas las combinaciones de inputs (X1, X2) para alcanzar un determinado nivel de producción (Y) (Figura 1). La empresa Q combina los inputs en la misma proporción que la empresa P, aunque obtiene OP/OQ veces más outputs que P para cada combinación de inputs, por lo que el ratio OP/OQ puede considerarse como una medida de la eficiencia técnica de la empresa P. Sólo las empresas en la isocuanta de producción (SS') son eficientes desde el punto de vista técnico. Sin embargo, dados unos precios de inputs, sólo existe una combinación de inputs que minimiza el coste de una producción. Solamente las empresas situadas en el punto Q' de la recta de isocoste AA' serán eficientes desde los puntos de vista técnico y asignativo. La eficiencia asignativa de una empresa P se define como el cociente OR/OP.

Para categorizar las granjas se establecieron tres niveles de eficiencia técnica: bajo, medio y alto. El nivel de eficiencia medio se fijó en el intervalo $(\bar{x} - 1/2S, \bar{x} + 1/2S)$ de acuerdo con Pérez *et al.* (2007) y Toro-Mújica *et al.* (2012). Después, mediante análisis de varianza se identificaron las variables que generan diferencias significativas según el nivel de eficiencia ($p \leq 0.05$). Se usó un modelo simple con factor fijo (Ecuación 4):

$$y_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

donde y_i es cada una de las variables de respuesta; μ es la medida de la población; α_i es el efecto del nivel de eficiencia; ε_i es el error aleatorio relacionado con la observación y_i .

Viabilidad de las granjas

La viabilidad determina la capacidad de la empresa para generar beneficios garantizando una renta adecuada para el mantenimiento de una familia y la continuidad en la actividad (Zeddies, 1991; Argilés, 2007). Para cada nivel de eficiencia se identificaron las granjas viables y no viables mediante el seguimiento periódico de los resultados técnicos y económicos (costes y márgenes) de cada una de las granjas, en el intervalo 2007-

where PL = milk production (L year⁻¹), CCON = concentrate intake per milking cow (kg PL⁻¹ d⁻¹), VO = number of milking cows.

The frontier function establishes the maximum level of output from a combination of inputs (Toro-Mujica *et al.*, 2011). The index of technical efficiency was calculated with the Timmer (1971) methodology and is defined as the relationship between observed milk production and that estimated by the production frontier.

Farrell (1957) establishes the production isoquant (SS') as a Cobb-Douglas type function that unites all the combinations of inputs (X1, X2) to reach a specific level of production (Y) (Figure 1). The enterprise Q combines inputs in the same proportion than the enterprise P, although it obtains OP/OQ times more output than P for each combination of inputs, which is why the OP/OQ ration can be considered a measurement of the technical efficiency of enterprise P. Only the enterprises in the production isoquant (SS') are efficient from the technical point of view. However, given certain inputs prices, there is only one combination of inputs that minimizes the cost of production. Only the enterprises situated on point Q' of the isocost line AA' will be efficient from the technical and allotment point of view. The allotment efficiency of an enterprise P is defined as the OR/OP quotient.

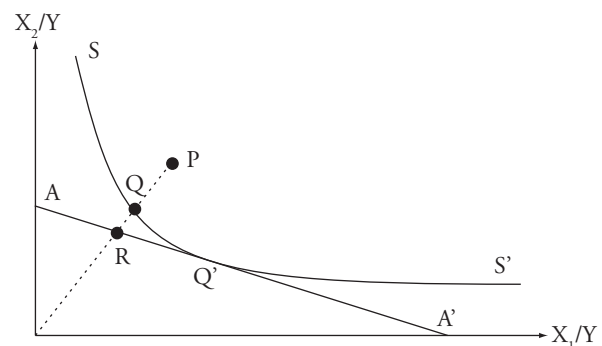


Figura 1. Medidas de eficiencia de Farrell (X₁, X₂: inputs empleados; Y: nivel de producción o outputs; SS': isocuanta de producción; AA': recta de isocoste; P y Q: empresas; OQ/OP: eficiencia técnica de la empresa P; OR/OP: eficiencia asignativa de la empresa P; Q': empresa eficiente técnica y asignativamente.

Figure 1. Farrell efficiency measurements (X₁, X₂: inputs used; Y: level of production or outputs; SS': production isoquant; AA': isocost line; P and Q: enterprises; OQ/OP: technical efficiency of enterprise P; OR/OP: allotment efficiency of enterprise P; Q': efficient enterprise, technically and in allotment.

2009, lo cual se realizó a través de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias.

Para establecer un diagnóstico comparativo según viabilidad y nivel de eficiencia se usaron técnicas de *benchmarking*, proponiendo estrategias de mejora de viabilidad para cada nivel de eficiencia. Para identificar las variables responsables de las diferencias entre niveles se aplicó análisis de varianza unifactorial de efectos fijos (Ecuación 5):

$$y_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

donde y_i es cada una de las variables de respuesta; μ es la medida de la población; α_i es el efecto de la viabilidad; ε_i es el error aleatorio relacionado con la observación y_i .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del sistema lechero pastoril

La explotación media pampeana es menor que la media nacional: 18 % menos superficie y 44 % menor tamaño del rebaño (Castignani *et al.*, 2005). También es inferior al promedio de las granjas de la cuenca de Buenos Aires (524 ha y 246 vacas) que presenta similares condiciones agroecológicas según Zehnder y Gambuzzi (2002). La carga ganadera es inferior al promedio argentino (1.17 UGM ha⁻¹) (Zehnder y Gambuzzi, 2002) y menor a la carga ganadera equivalente al aporte de 170 kg N ha⁻¹, establecida en Europa para producción orgánica (Council of European Union, 2007). Los ganaderos son propietarios de 71 % de la tierra, lo que favorece el desarrollo de inversiones; 43 % de la superficie se destina a praderas permanentes, alfalfa principalmente, el resto es pasturas temporales de cereales de invierno (55.6 %) y cultivos de verano (12.5 %), que pueden ser pastoreados o cosechados para alimentar el rebaño. De las granjas, 31.9 % se dedican sólo a la actividad lechera y las restantes combinan agricultura y ganadería.

En las granjas predomina el pastoreo directo rotativo con distintas estrategias de alimentación (CV=140 %): 25.5 % de los productores no da suplementos y quienes lo dan es en el primer tercio de la lactancia y en periodos con déficits en las praderas (Perea *et al.*, 2011). El concentrado proporcionado fue 110 g L⁻¹, lo cual es inferior a los 4 kg d⁻¹ usados en Buenos Aires con condiciones agroclimáticas más desfavorables y mayor nivel de intensificación (Zehnder y Gambuzzi, 2002). La producción media

In order to categorize farms, three levels of technical efficiency were established: low, medium and high. The medium level of efficiency was fixed on the interval $(\bar{x} - 1 / 2S, \bar{x} + 1 / 2S)$ according to Pérez *et al.* (2007) and Toro-Mújica *et al.* (2012). After, the variables that generate significant differences were identified through variance analyses based on the level of efficiency ($p \leq 0.05$). A simple model with fixed factor was used (Equation 4):

$$y_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

where y_i is each one of the response variables; μ is the population average; α_i is the effect of the level of efficiency; ε_i is the random error related with observation y_i .

Viability of farms

Viability determines the ability of the enterprise to generate benefits by guaranteeing an adequate profit to sustain a family and the continuity of the activity (Zeddies, 1991; Argilés, 2007). For each level of efficiency the viable and non-viable farms were identified through the periodic follow-up of the technical and economic results (costs and margins) of each one of the farms, in the 2007-2009 interval, which was done through the Account of Losses and Gains.

In order to establish a comparative diagnosis based on viability and level of efficiency, benchmarking techniques were used, suggesting strategies to improve the viability for each level of efficiency. A single-factor variance analysis of fixed effects was applied to identify the variables responsible for the differences between levels (Equation 5):

$$y_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

where y_i is each one of the response variables; μ is the population average; α_i is the viability effect; ε_i is the random error related with observation y_i .

RESULTS AND DISCUSSION

Description of the grazing dairy system

The medium farm in La Pampa is smaller than the national average: 18 % less surface and 44 % smaller size of the herd (Castignani *et al.*, 2005). It is also smaller than the average of farms in the Buenos Aires basin (524 ha and 246 cows), which presents similar agro-ecological conditions according to Zehnder and Gambuzzi (2002). The livestock load is lower than the Argentine average (1.17 UGM ha⁻¹) (Zehnder

de 4372 L vaca⁻¹ año⁻¹ es inferior a la media nacional (Zehnder y Gambuzzi, 2002) y a la de otros sistemas extensivos como los ecológicos europeos (Häring, 2003) o norteamericanos (Sato *et al.*, 2005). La productividad de la mano de obra es 33.6 vacas UTA⁻¹; la mano de obra es predominantemente familiar (58 %), en concordancia con los resultados de Giorgis *et al.* (2011) en granjas lecheras de La Pampa (Argentina).

Modelización de la producción lechera

El modelo obtenido por regresión lineal se muestra en el Cuadro 2. Las variables que explican la producción lechera (PL, L año⁻¹) en la cuenca pampeana son el número de vacas de ordeño (VO) y el consumo de concentrado (CCON, kg VO⁻¹ d⁻¹), con significancia de 99 % y un coeficiente de determinación ajustado de 80.4 % ($p \leq 0.001$).

La suma de los coeficientes del modelo linealizado es superior a la unidad e indica la existencia de rendimientos de escala crecientes. De acuerdo con la prueba de Wald (Pulido y Pérez, 2001) se rechaza la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala ($p=0.005$). La producción láctea presenta rendimientos crecientes respecto a la dimensión del rebaño y se podría aumentar el número de vacas en ordeño. Sin embargo, presenta rendimientos decrecientes respecto al consumo de concentrado, lo que desaconseja, dentro del sistema pastoril, aumentar su aporte como estrategia para aumentar la producción. Un aumento del aporte de concentrado requiere modificar el sistema pastoril extensivo a un pastoril intensivo o de transición (Giorgis *et al.*, 2011).

Eficiencia de los sistemas lecheros pampeanos

El nivel de eficiencia técnica media fue 34.9 %, inferior al reportado por Arzubi (2003) en la cuenca de Buenos Aires (78 %), debido fundamentalmente a las condiciones desfavorables de los suelos y al sistema de alimentación utilizado. Los productores de la cuenca de Buenos Aires usan un sistema intensivo con grandes aportes de concentrado.

Los límites del nivel de eficiencia medio fueron 23 % y 47 %; las categorías de niveles de eficiencia técnica se definieron así: nivel alto (superior a 47 %), nivel medio (23 a 47 %) y nivel bajo (inferior a 23 %). Los resultados para cada nivel de eficiencia están en el Cuadro 3.

and Gambuzzi, 2002), and lower than the livestock load equivalent to the contribution of 170 kg N ha⁻¹, established in Europe for organic production (Council of European Union, 2007). Livestock producers are owners of 71 % of the land, which favors the development of investments; 43 % of the surface is destined to permanent grasslands, mainly alfalfa, and the rest is seasonal pastures of winter cereals (55.6 %) and summer crops (12.5 %), which can be grazed or harvested to feed the herd. Of the farms, 31.9 % are only for to dairy activity and the rest combine agriculture and livestock production.

Direct rotative grazing with different feeding strategies (VC=140 %) predominates in farms: 25.5 % of the producers do not give supplements and those who do provide it in the first third of lactation and in periods with deficits in the grasslands (Perea *et al.*, 2011). The of concentrate provided was 110 g L⁻¹, which is lower than the 4 kg d⁻¹ used in Buenos Aires with more unfavorable agro-climate conditions and a higher level of intensification (Zehnder and Gambuzzi, 2002). The average production of 4372 L cow⁻¹ year⁻¹ is lower than the national average (Zehnder and Gambuzzi, 2002) and than other extensive systems such as the European (Häring, 2003) or North American (Sato *et al.*, 2005) ecologic ones. Productivity of labor is 33.6 cows AWU⁻¹; the workforce is predominantly familiar (58 %), in agreement with results obtained by Giorgis *et al.* (2011) in dairy farms in La Pampa (Argentina).

Cuadro 2. Modelo de regresión lineal ajustado.
Table 2. Adjusted linear regression model.

Parámetros	Coefficientes	E.E	t de Student	p≤
Constante	7.179	0.448	16.378	0.000
Ln (CCON)	0.108	0.042	2.579	0.001
Ln (VO)	1.266	0.104	12.204	0.000
R ²	81.272			
R ² (ajustado)	80.421			
ANDEVA				
Fuente	Cuadrado medio	F-ratio	p≤	
Modelo	18.183	95.47	0.000	
Residual	0.19			

E.E.=error estándar; CCON=consumo de concentrado; VO=vacas en ordeña ♦ E.E.=standar error; CCON=concentrate intake; VO=lactating cows.

Las granjas de eficiencia alta fueron 23 % de la muestra, de escasa dimensión en número de vacas y en superficie, con un modelo pastoril de carácter familiar cuya principal actividad es la lechería. Estas granjas son un sistema ganadero de bajos insumos orientado a una producción a mínimo coste; la producción lechera se ajusta a la capacidad sustentadora de la pradera y al aporte de heno, ensilado o grano (Perea *et al.*, 2011). Pero la productividad laboral fue la más baja de todos niveles, lo cual pudo deberse a la falta de capacitación de la mano de obra y la baja tecnificación del sistema.

Las granjas con nivel de eficiencia media fueron 32 % de la muestra (Cuadro 3) y son sistemas de doble aptitud, lechería y engorde de bovinos, similares a los sistemas de doble propósito (leche-carne) descritos por Urdaneta *et al.* (2010) en Venezuela. La alimentación se basa en pasturas (51.4 %),

Modelling milk production

The model obtained through linear regression is shown in Table 2. The variables that explain milk production (MP, L year⁻¹) in the Pampa basin are the number of milking cows (MC) and the concentrate intake (CONI, kg MC⁻¹ d⁻¹) with 99 % significance and an adjusted determination coefficient of 80.4 % ($p \leq 0.001$).

The sum of coefficients in the linearized model is higher than the unit and indicates the existence of growing scale yields. According to the Wald test (Pulido and Pérez, 2001) the null hypothesis of constant scale yields ($p=0.005$) is rejected. Milk production presents increasing yields with regards to the size of the herd and could be increased the number of milking cows. However, there are decreasing yields with regards to concentrate intake,

Cuadro 3. Comparación de granjas de acuerdo con el nivel de eficiencia técnica.
Table 3. Comparison of farms according to the level of technical efficiency.

Variable	Nivel de eficiencia técnica		
	Alto	Medio	Bajo
Número de vacas	67 a	114 ab	136 b
Número de vacas en ordeño	46 a	78 ab	98 b
Producción total (L vaca ⁻¹)	4437.5 ab	5202.6 b	3744.6 a
Productividad (L vaca ⁻¹ d ⁻¹)	14.5 ab	17.5 b	12.3 a
Superficie (ha)	115 a	198 a	295 b
Superficie de praderas (%)	46.5 ab	51.4 b	36.4 a
Superficie de pasturas temporales (ha vaca ⁻¹)	3.6	2.1	1.68
Cereales de invierno (ha vaca ⁻¹)	3.22	1.72	1.27
Cultivos de verano (ha vaca ⁻¹)	0.4	0.33	0.41
Consumo de concentrado (g L ⁻¹)	1.62 a	99.05 a	184.93 b
Consumo de concentrado (kg VO ⁻¹ d ⁻¹)	0.038 a	1.876 b	2.352 b
Producción cárnica (kg año ⁻¹)	6373 a	17 234 ab	21 017 b
Productividad laboral (UGM UTA ⁻¹ *)	26.58 a	32.8 ab	37.89 b
Gastos alimentación (US\$ vaca ⁻¹)	15 a	43 ab	57 b
Gastos alimentación (US\$ L ⁻¹)	0.004 a	0.01 a	0.20 b
Resultado final (US\$)	880.69	6873.05	2116.80
Coste total (US\$ L ⁻¹)	0.18 a	0.34 ab	0.38 b

Diferentes letras indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) ♦ Different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$).

*Una unidad de trabajo anual o UTA corresponde a un trabajador dedicado a tiempo completo durante un año a la actividad agraria (Council of the European Union, 2012) ♦ An annual work unit or AWU corresponds to a worker devoted full-time during a year to the agricultural/livestock activity (Council of the European Union, 2012).

*UGM son los toros, vacas y otros bovinos de más de dos años y los équidos de más de seis meses (Council of the European Union, 2006) ♦ UGM refers to bulls, cows and other cattle older than two years and equines of more than six months (Council of the European Union, 2006).

reservas forrajeras en periodos de escasez y concentrado (próximo a $2 \text{ kg vaca}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Así se obtiene una producción lechera alta y superior a de la cuenca de Buenos Aires ($4,910 \text{ L vaca}^{-1} \text{ año}^{-1}$; Arzubi y Schilder, 2006) y a la media argentina ($16.6 \text{ L VO}^{-1} \text{ d}^{-1}$). El grado de tecnificación alto e intensificación del sistema es consistente con lo expresado por Perea *et al.* (2011) y conlleva el incremento del gasto de alimentación ($43 \text{ US\$ vaca}^{-1}$). Con los resultados obtenidos se establece como objetivo del sistema la maximización del beneficio mediante el incremento de la productividad.

El mayor porcentaje de granjas (45 %) muestra una eficiencia baja y corresponde con las de dimensión mayor y grado alto de diversificación: lechería, engorde y agricultura. Estas granjas proporcionan mayores cantidades de concentrado y por tanto un mayor gasto de alimentación que las del nivel de eficiencia alto. Pero debido a la baja utilización de praderas permanentes obtienen baja productividad (12.3 L d^{-1}), inferior a la registrada por Arzubi y Schilder (2006) en la cuenca de Santa Fe, lo cual se debe a la mejor calidad de praderas y aptitud del suelo de la cuenca de Santa Fe. Estas granjas destinan parte de la superficie al engorde de novillos. En este estudio la eficiencia técnica de la producción lechera disminuyó en la medida que las granjas diversificaron más su producción. Al respecto, Viglizzo *et al.* (2011) indican que al incrementar el grado de diversificación, aumenta la sostenibilidad del agroecosistema. Pero los resultados obtenidos muestran que las granjas con agricultura, engorde y lechería disminuyen la superficie destinada a praderas y en consecuencia reducen los resultados de la actividad lechera, aunque incrementan su estabilidad económica ante las turbulencias del mercado.

Viabilidad de granjas

Durante el intervalo 2007-2009, 40.4 % de las granjas generaron beneficios. Dentro del grupo de granjas eficientes (niveles alto y medio), 29 % no son viables, en consonancia con Farrell (1957) quien indica que la eficiencia técnica no necesariamente implica eficiencia económica (Figura 1).

1) Nivel de eficiencia alto: poco más de un tercio de las granjas de este nivel son viables (Cuadro 4). El resultado final negativo de las granjas no viables se asoció con menor productividad que la de las

which advises against increasing its allotment within the grazing system as a strategy to increase production. An increase in the concentrate allotment requires modifying the extensive grazing system to an intensive or transition grazing system (Giorgis *et al.*, 2011).

Efficiency of La Pampa dairy systems

The average level of technical efficiency was 34.9 %, lower than what was reported by Arzubi (2003) in the Buenos Aires basin (78 %), due fundamentally to the unfavorable conditions of soils and the feeding system used. Producers in the Buenos Aires basin use an intensive system with large concentrate contributions.

The limits in the medium level of efficiency were 23 % and 47 %; the categories of levels of technical efficiency were defined as follows: high level (higher than 47 %), medium level (23 to 47 %) and low level (lower than 23 %). Results for each level of efficiency are presented in Table 3.

Farms of high efficiency were 23 % of the sample, of scarce size in number of cows and surface, with a family-based grazing model whose main activity is dairy production. These farms are a livestock production system of low inputs directed at minimum cost production; milk production is adjusted to the sustaining capacity of the grassland and to the contribution of hay, ensilage or grain (Perea *et al.*, 2011). However, labor productivity was the lowest of all levels, which could be due to the lack of training of the workforce and the low technical level of the system.

Farms with a medium level of efficiency were 32 % of the sample (Table 4) and they are dual-purpose systems, dairy and cattle fattening, similar to the dual-purpose systems (dairy-meat) described by Urdaneta *et al.* (2010) in Venezuela. Feeding is based on grasslands (51.4 %), fodder reserves during periods of scarcity, and concentrate (close to $2 \text{ kg cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$). This is how a higher and superior dairy production than the Buenos Aires basin is obtained ($4\,910 \text{ L cow}^{-1} \text{ year}^{-1}$; Arzubi and Schilder, 2006) and than the Argentine average ($16.6 \text{ L MC}^{-1} \text{ d}^{-1}$). The high degree of technical development and intensification of the system is consistent with what was described by Perea *et al.* (2011) and entails the increase in expenditure for feeding ($43 \text{ US\$ cow}^{-1}$).

Cuadro 4. Comparación de granjas según eficiencia y viabilidad.**Table 4. Comparison of farms according to efficiency and viability.**

Eficiencia	Alta		Media		Baja	
	Viabiles	No viabiles	Viabiles	No viabiles	Viabiles	No viabiles
Porcentaje de granjas	36	64	53	46	33	66
Vacas en ordeño	50	43	99	53	137 b	78 a
Productividad (L vaca ⁻¹ d ⁻¹)	18.6 b	12.2 a	17.9	16	13.5	11.6
Producción leche (L ha ⁻¹)	2794	1655	3042 b	1600 a	2054	1489
Superficie de pastura (%)	53.4	40.8	62.5 b	38.6 a	33.16	36.8
Consumo de concentrado (kg VO ⁻¹ d ⁻¹)	0.102 b	0.001 a	1.76	2.001	2.937	2.06
Productividad (UGM [†] UTA ^{-1*})	31.72	23.65	40.55 b	23.96 a	37.44	38.77
Resultado final (US\$ ha ⁻¹)	89.7 b	-107.4 a	134.3 b	-160.7 a	84.4 b	-57 a

Diferentes letras indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) ♦ Different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$).

[†] Una unidad de trabajo anual o UTA corresponde a un trabajador dedicado a tiempo completo durante un año a la actividad agraria (Council of the European Union, 2012) ♦ An annual work unit or AWU corresponds to a worker devoted full-time during a year to the agricultural/livestock activity (Council of the European Union, 2012).

* Se entiende por UGM toros, vacas y otros animales de la especie bovina de más de dos años, y équidos de más de seis meses (Council of the European Union, 2006) ♦ UGM refers to bulls, cows and other cattle that are older than two years, and equines of more than six months (Council of the European Union, 2006).

empresas viables. También se detectó diferencia en el suministro de concentrado pero la magnitud de esa diferencia no permite explicar la mayor productividad de las empresas viables. Las granjas no viables de este grupo no utilizan concentrado y alcanzan una producción inferior a lo reportado por Bargo *et al.* (2002) en sistemas pastoriles. No obstante, los resultados muestran la importancia de utilizar alimentación suplementaria estratégica en esta fase de la producción que junto con una mejor calidad forrajera contribuye a explicar los resultados productivos superiores en las granjas viables (Yamamoto *et al.*, 2007). Con base en la naturaleza de las diferencias se considera que las propuestas para mejorar la viabilidad de los productores incluyan asesoramiento técnico permanente en las granjas y más eficiente capacitación de los productores. Estas dos acciones son útiles para desarrollar e implantar estrategias nutricionales y pautas de alimentación competitivas (Giorgis *et al.*, 2011).

- 2) Nivel de eficiencia medio: poco más de la mitad de las granjas de este nivel de eficiencia son viables (Cuadro 4) y diversas variables se asociaron con el resultado final negativo de las granjas no viables. Su menor productividad por hectárea se puede deber a su menor porcentaje de pasturas, lo

With the results obtained, the objective of the system is established as the maximization of the benefit through the increase in productivity.

The highest percentage of farms (45 %) shows a low efficiency and corresponds to those of larger size and high degree of diversification: dairy, fattening and agriculture. These farms provide greater amounts of concentrate and therefore a higher expenditure in feeding than those of high efficiency level. However, due to the low use of permanent grasslands they obtain low productivity (12.3 L d⁻¹), lower than the one registered by Arzubi and Schilder (2006) in the Santa Fe basin, which is due to the better quality of grasslands and soil aptitude in the Santa Fe basin. These farms assign part of the surface to steer fattening. In this study the technical efficiency of dairy production decreased as the farms further diversified their production. In this regard, Viglizzo *et al.* (2011) indicate that when increasing the degree of diversification, the sustainability of the agro-ecosystem increases. However, the results obtained show that farms with agriculture, fattening and dairy activities decrease the surface devoted to grasslands and, therefore, decrease the results in the dairy activity, although they increase their economic stability in face of market turbulence.

que impide aumentar la carga ganadera; además, la productividad de la mano de obra es menor que en las granjas viables. Así, mejorar la viabilidad necesita acciones estructurales como asesoramiento técnico para aumentar el área con praderas que permita un incremento rentable del número de vacas.

- 3) Nivel de eficiencia bajo: dos tercios de las granjas de este nivel no son viables. El resultado final negativo de las granjas no viables se asoció con el menor número de vacas en ordeño. Las granjas no viables que mantengan la actividad lechera y busquen mejorar los resultados deben aumentar la dimensión y optimizar el uso de los recursos, fundamentalmente las pasturas y la utilización de suplementos.

CONCLUSIONES

La producción lechera en la provincia de La Pampa responde a un sistema pastoril, familiar, con bajo nivel de insumos externos y se ajusta a una función Cobb-Douglas ($R^2=0.80$). El sistema presenta baja eficiencia y las variables que explican las diferencias entre los tres niveles de eficiencia son: la dimensión, productividad, porcentaje de praderas permanentes, utilización de suplementos, productividad laboral y grado de diversificación de las actividades.

Las granjas lecheras pastoriles pampeanas viables, con eficiencia media y alta, utilizan las praderas de alfalfa como base de la alimentación y su uso optimiza la viabilidad económica del agrosistema. Los principales factores que inciden en la mejor viabilidad son: mejora de las pautas de alimentación y utilización de concentrado (granjas con eficiencia alta), optimización de la asignación de insumos, el incremento de pasturas, productividad de la mano de obra y aumento de la dimensión (granjas de eficiencia media). Las granjas de eficiencia baja tienen un problema de dimensión.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, A., and C. Arias. 2004. Technical efficiency and farm size: a conditional analysis. *Agric. Econ.* 30: 241-250.
- Álvarez, H., L. Dichio, M. Pece, C. Cangiano, y J. Galli. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. *Ciencia e Inv. Agraria* 33: 99-107.

Farm viability

During the 2007-2009 interval, 40.4 % of the farms generated benefits. Within the group of efficient farms (high and medium levels), 29 % are not viable, in accordance with Farrell (1957) who indicates that technical efficiency does not necessarily imply economic efficiency (Figure 1).

- 1) High level of efficiency: slightly more than a third of the farms in this level are viable (Table 4). The negative final result of non-viable farms was associated with lower productivity than the viable farms. A difference was also detected in the supply of concentrate, although the magnitude of that difference does not allow explaining the higher productivity of viable farms. The non-viable farms of this group do not use concentrate and reach a lower production than what was reported by Bargo *et al.* (2002) in grazing systems. Nevertheless, results show the importance of using strategic supplementary diet in this phase of production which, together with the improvement of fodder quality, contributes to explain the superior productive results in viable farms (Yamamoto *et al.*, 2007). Based on the nature of the differences, it is considered that the proposals to improve the viability of producers should include permanent technical counselling in the farms and more efficient training of producers. These two actions are useful to develop and implement nutritional strategies and competitive feeding guidelines (Giorgis *et al.*, 2011).
- 2) Medium level of efficiency: slightly more than half the farms in this level of efficiency are viable (Table 4) and diverse variables are associated with the final negative result of non-viable farms. Their lower productivity per hectare can be due to its lower percentage in pastures, which impedes increasing the livestock load; also, productivity of labor is lower than in viable farms. Thus, increasing the viability requires structural actions such as technical assistance to increase the area with grasslands that would allow a profitable increase in the number of cows.
- 3) Low level of efficiency: two thirds of the farms in this level are not viable. The final negative result of non-viable farms was associated with the lower

- Argilés, J. 2007. La información contable en el análisis y predicción de viabilidad de las granjas agrícolas. *Rev. Econ. Aplic.* XV: 109-135.
- Arzubi, A. 2003. Análisis de eficiencia sobre granjas lecheras de la Argentina. Tesis Doctoral. Departamento Economía, Sociología y Política Agrarias. Universidad de Córdoba, Córdoba. 249 p.
- Arzubi, A., y E. Schilder. 2006. Una observación de los sistemas de producción de leche realizada desde la eficiencia. XXXVI Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria. Buenos Aires, Argentina. pp: 17.
- Bargo, F., L. Muller, J. Delahoy, and T. Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792.
- Bravo-Ureta, B. E., D. Solís, V. H. Moreira, J. F. Maripani, A. Thiam, and T. Rivas. 2007. Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *J. Produc. Analysis* 27: 57-72.
- Botero, A., y J. De la Ossa. 2010. Estudio de caso: un sistema de producción con enfoque agroecológico, Departamento del Magdalena, Colombia. *Rev. Colombiana Ciencia Anim.* 2: 225-241.
- Castignani, H., R. Zehnder, E. Gambuzzi, y J. Chimicz, J. 2005. Caracterización de los sistemas de producción lechero argentinos, y de sus principales cuencas. XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Mar del Plata, Argentina. pp: 1-14.
- Castignani, H., P. Engler, A. Cuatrín, M. Suero, y G. Litwin. 2007. Tambos referenciales para el análisis de los sistemas lecheros en las cuencas de la región centro. XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Mendoza, Argentina. pp: 70.
- Castignani, M.I., A. M. Cursack, N. Rossler, H. Castignani, O. Osan, y M. Maina. 2008. Tecnología y escala: un análisis de umbrales de rentabilidad en empresas predominantemente lecheras de la cuenca central santafesina. XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Montevideo, Uruguay. pp: 16.
- Council of the European Union. 2006. Council Regulation EC N° 1974/2006 de 15 de diciembre de 2006 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 1698/2005 del Consejo relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). *Diario Oficial de la Unión Europea* 368: 15-73.
- Council of the European Union. 2007. Council Regulation EC N° 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labeling of organic products and repealing Regulation EEC No 2092/91. *Offic. J. Eur. Union* 189: 1-23.
- Council of the European Union. 2012. Commission implementing Regulation (EU) N° 385/2012 of 30 April 2012 on the farm return to be used for determining the incomes of agricultural holdings and analysing the business operation of such holdings. *Offic. J. Eur. Union.* 127: 1-55.
- Cursack, A. M., M. Travadelo, O. Osan, M. I. Castignani, y M. Suero. 2001. La competitividad de las actividades microeconómicas de las actividades agropecuarias en la Cuenca Central Santafesina: un análisis microeconómico. *FAVE* 15 (2): 29-45.
- Farrell, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *J. Royal Stat. Soc.* 120: 253-281.

number of milking cows. The non-viable farms that maintain dairy activity and seek to improve results must increase the size and optimize the use of resources, fundamentally grasslands and the use of supplements.

CONCLUSIONS

Dairy production in the province of La Pampa responds to a grazing system, family-based, with a low level of external inputs, and it adjusts to a Cobb-Douglas function ($R^2 = 0.80$). The system presents low efficiency and the variables that explain the differences between the three levels of efficiency are: size, productivity, percentage of permanent grasslands, use of supplements, labor productivity and degree of diversification in activities.

Viable grazing dairy farms in La Pampa, with medium and high efficiency, use alfalfa grasslands as the basis for feeding, and their use optimizes the economic viability of the agrosystem. The main factors that incide in the better viability are: improvement in feeding guidelines and use of concentrate (high efficiency farms), optimization in input allotment, increase in pastures, labor productivity and increase in size (medium efficiency farms). Farms with low efficiency have a problem with the size.

—End of the English version—

-----*-----

- García A., y H. Pacheco. 2011. Gestión económica de la ganadería de doble propósito. Toma de decisiones. *In: González-Stagnaro, C., N. Madrid-Bury, y E. Soto Belloso (eds). Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. V: 48-60.*
- García, A., N. Ceular, J. M. Caridad, R. Acero, J. M. Perea, y M. E. Martín. 2007. Determinación de funciones de producción y análisis de eficiencia de la invernada pampeana argentina. *Arch. Zootec.* 56: 23-32.
- Giorgis, A., J. Perea, A. García, G. Gómez-Castro, E. Angón, y A. Larrea. 2011. Caracterización técnico-económica y tipología de las granjas lecheras de la Pampa Argentina. *Revista Científica, FCV-LUZ XXI:* 340-352.
- Giorgis, A. 2009. Factores que afectan la competitividad de las empresas agropecuarias de la zona norte de la Provincia de la Pampa (Argentina). Tesis Doctoral. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba, Córdoba. 230 p.
- Greene, W., 1980. On the estimation of a flexible frontier production-model. *J. Econometrics* 13: 101-115.

- Häring, A. M. 2003. Organic dairy farms in the EU: Production systems, economics and future development. *Liv. Prod. Sci.* 80: 89-97.
- Iráizoz, B., M. Rapún, and I. Zabaleta. 2003. Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navarra, Spain. *Agric. System* 78: 387-403.
- Milán, M. J., E. Arnalte, and G. Caja. 2003. Economic profitability and typology of Ripollesa breed sheep farms in Spain. *Small Ruminant Res.* 49: 97-105.
- Pamio, J. 2011. *Fundamentos de la Producción Ganadera*. Ed. Orientación. Buenos Aires. 321 p.
- Pech, V., F. Santos, y R. Montes. 2002. Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México. *Rev. Mex. Ciencias Pec.* 40: 187-192.
- Perea, J., A. Giorgis, A. García, A. Larrea, G. Gómez, y H. Mata. 2011. Estructura de las granjas lecheras de la Pampa (Argentina). *Revista Científica, FCV-LUZ*. XXI, 3: 247-255
- Pérez, J., J. M. Gil, and I. Sierra. 2007. Technical efficiency of meat sheep production systems in Spain. *Small Ruminant Res.* 69: 237-241.
- Pulido, A., y J. Pérez. 2001. *Modelos Económicos: Guía para la Elaboración de Modelos Económicos con EViews*. Ed. Pirámide. Madrid. 816 p.
- Sato, K., P. C. Bartlett, R. J. Erskine, and J. B. Kaneene. 2005. A comparison of production and management between Wisconsin organic and conventional dairy herds. *Liv. Produc. Sci.* 93: 105-115.
- SPSS. 2005. *Guía Breve de SPSS 14.0*. SPSS inc. Chicago. 247 p.
- Timmer, C. 1971. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *J. Political Econ.* 79: 776-794.
- Toro-Mujica, P., A. García, G. Gómez-Castro, R. Acero, J. Perea, V. Rodríguez-Estévez, C. Aguilar, and R. Vera. 2011. Technical efficiency and viability of organic farming dairy sheep in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Res.* 100: 89-95.
- Urdaneta, F., M E. Peña, B. González, A. Casanova, J A. Cañas, y R. Dios. 2010. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ* XX, 6: 649-658.
- Viglizzo E., F., M. F. Ricard, E. G. Jobbágy, F. C. Frank, and L. V. Carreño. 2011. Assessing the cross-scale impact of 50 years of agricultural transformation in Argentina *Field Crops Res.* 124: 186-194.
- Yamamoto, W., I. Dewi, and M. Ibrahim. 2007. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agric. Systems* 94: 368-375.
- Zeddies, J. 1991. *Viability of farms*. Commission of European Communities, Luxembourg. 57 p.
- Zehnder, R., y E. Gambuzzi. 2002. Informe de situación del sector primario de la lechería Argentina y sus principales cuencas de producción. Ed. INTA Rafaela, Mimeo (Argentina). pp: 2-10.