

## EFICIENCIA TÉCNICA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA BOVINA DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Pariani, A<sup>1</sup>; Castaldo A<sup>1</sup>; García Martínez, A<sup>2</sup>; Giorgis, A<sup>3</sup>; Pamio, J<sup>1</sup>; Perea Muñoz, J<sup>2</sup>; Bulnes, N<sup>1</sup>.  
<sup>1</sup>Cátedra Introducción a la Producción Animal, <sup>3</sup>Cátedra Economía Agraria, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam. Calle 5 y 116, (6360) General Pico, La Pampa, Argentina. <sup>2</sup>Cátedra Economía Agraria Universidad de Córdoba, España.

### Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo calcular la eficiencia técnica de las explotaciones ganaderas bovinas del noreste de la Provincia de La Pampa y clasificar a las mismas de acuerdo al nivel de eficiencia. Para ello se tomaron 56 explotaciones ganaderas y se calculó, en primer término, la función de producción utilizando un modelo de regresión lineal con variables explicativas tales como hectáreas de verdeos de invierno, hectáreas de pasturas, número total de animales y gastos de suplementación; a partir de la cual se calculó la frontera de producción. Obtenido el índice de eficiencia técnica (IET) se clasificaron las explotaciones en alta, media y baja eficiencia. Relacionando las explotaciones por su tamaño (superficie) y eficiencia, se observó el mayor número de las mismas (16 sobre 56) en el nivel comprendido de explotaciones con superficie y eficiencia media. Por último, con las variables explicativas, mediante ANOVA unifactorial, se caracterizaron las explotaciones y se concluyó que los gastos de suplementación era la única variable explicativa de eficiencia.  
*Palabras claves:* explotaciones ganaderas bovinas, eficiencia técnica, La Pampa

### Abstract

Livestock farms in the northeast of La Pampa were classified according to their productivity by using a technical efficiency index. This objective was achieved, calculating in the first place, the function of production using a lineal regression model with explanatory variables, such as acres of green onion, acres of pasture, total number of animals and costs of supplementation; then the production frontier was calculated. The technical efficiency index (IET) relates the observed value with the potential value, according to the following equation IET

$=VO/VF = y/yf$ . Farms were classified into high, medium and low efficiency, according the IET. Linking farms by its size (area) and efficiency, the largest number of the same, are observed (16 above 56). Finally, with the explanatory variables by univariate ANOVA, farms were distinguished and concluded that the cost of supplementation was the only explanatory of efficiency variable.

*Key words:* beef farms, efficiency, La Pampa

### Introducción

La provincia de la Pampa (Argentina) ha ido variando su producción ganadera a través de los años, fundamentalmente por la diferenciación del precio del ganado bovino, lo que llevo a los productores a mayor o menor adquisición de los mismos. La zona noreste de dicha provincia se caracteriza por realizar agricultura y poca ganadería. La existencia de bovinos en la provincia de la Pampa en el año 2009 es del orden de 3.500.000 y en la zona noreste se ubican 1.736.000 cabezas (Senasa, 2009). En esta zona existen muy pocos trabajos publicados sobre la actividad ganadera, solo se realizan por parte de los profesionales veterinarios y agrónomos cálculos de INDICES TECNICOS (producción de carne por hectárea, aumento diario de peso vivo, eficiencia de stock, etc) y ECONOMICOS (Margen bruto y rentabilidad). Algunos autores caracterizaron económica y productivamente al sector cárnico bovino como fueron Silva (2004). Éste se volcó más a la cadena comercial de la carne vacuna. Castaldo (2003) ejecutó una caracterización de los sistemas de producción bovina en la zona noreste de la provincia de la Pampa. Ruiz (1997) realizó una optimización del engorde bovino en pastoreo en la Pampa Argentina utilizando programación lineal. Pérez et al. (2007) trabajó sobre

eficiencia en los sistemas de producción de carne ovina en la región de Aragón (España). Mehmet Bozoglu et al. (2007) trabajó en eficiencia en Turquía.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de EFICIENCIA TECNICA de las explotaciones de la zona noreste de la Pampa y de esa forma ver si es factible poder clasificar las mismas de acuerdo al Índice de Eficiencia Técnica (IET). Schilder et al. (1993) realizaron análisis de la eficiencia técnica mediante funciones estocásticas de frontera en la Cuenca Lechera Central Argentina. Otros autores que trabajaron sobre eficiencia técnica fue Murua et al. (1993) en la producción porcina de Aragón (España), Pérez et al. (2007) trabajó sobre la eficiencia de los sistemas de producción de carne ovina en la región de Aragón (España), y Mehmet Bozoglu et al. (2007) también sobre eficiencia en Turquía.

### **Materiales y Métodos**

Los datos que se utilizan en el presente trabajo fueron obtenidos de una encuesta de 56 explotaciones del noreste de la provincia de la Pampa que se dedican a la actividad de en-

gorde bovino.

La metodología utilizada se basó en estimar la FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN, luego la FRONTERA DE PRODUCCIÓN (Greene, 1974); y determinada esta, se ubicaron las explotaciones en relación a la misma, para después calcular el IET y clasificar las explotaciones.

Se estima la FUNCION DE PRODUCCION utilizando un modelo de regresión lineal, que es un modelo cuya ecuación es lineal en los parámetros y un error aditivo. Algunos autores nombran este modelo como de Cobb- Douglas; sin embargo la función diseñada por el economista Paul Douglas en colaboración con C.W. Cobb incluye la variable tiempo como uno de los factores (Rodríguez Alcaide et al., 1993) cosa que no se hace y es por lo que se considera nombrar el modelo como lo que es: "MULTIPLICATIVO".

Las variables explicativas que conforman este modelo son: VI (hectáreas de verdes de invierno), PS (ha de Pasturas), TA (Total de animales), G\_SP (gastos de suplementación).

El modelo Cobb-Douglas que se establece es el siguiente:

$$\hat{PT} = e^{\alpha} \cdot VI^{\alpha_1} \cdot PS^{\alpha_2} \cdot TA^{\alpha_3} \cdot G\_SP^{\alpha_4}$$

La linealización de esta ecuación, da paso al modelo logaritmo-lineal que se refleja a continuación:

$$\hat{L\_PT} = \alpha + \alpha_1 \cdot L\_VI + \alpha_2 \cdot L\_PS + \alpha_3 \cdot L\_TA + \alpha_4 \cdot L\_G\_SP$$

Los parámetros estimados del modelo se indican en la tabla I. El análisis de la varianza (Tabla 2) confirma la aceptación de todas las variables, en su conjunto, como variables explicativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla I.** Ajuste de regresión para L\_PT

Parámetros	Estimados	ES	t	p
Constante	5,1309	0,31	16,39	0,0000
L_VI	0,1779	0,08	2,08	0,0428
L_PS	0,2557	0,12	2,13	0,0378
L_TA	0,5735	0,12	4,60	0,0000
L_G_SP	0,0531	0,02	2,49	0,0160

La significación ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) de cada uno de los parámetros se refleja en la última columna de la tabla anterior. La información que se menciona a continuación indica un buen ajuste:



**R<sup>2</sup> = 91,38%**  
**ES = 0,2723**

**R<sup>2</sup> (ajustado) = 90,71%**  
**MAE (error absoluto medio) = 0,2121**

**Tabla 2.** Análisis de varianza

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F	p
Modelo	40,12	4	10,03	135,23	0,0000
Residual	3,78	51	0,07		

$$\hat{L\_PT} = 5,13093 + 0,177866 \cdot L\_VI + 0,255675 \cdot L\_PS + 0,573548 \cdot L\_TA + 0,053095 \cdot L\_G\_SP$$

o bien:

$$\hat{PT} = 169,1744 \cdot VI^{0,177866} \cdot PS^{0,255675} \cdot TA^{0,573548} \cdot G\_SP^{0,053095}$$

Para el cálculo de la Frontera se le añade a la constante de la Función estimada el mayor residuo positivo y se obtiene la FRONTERA ESTIMADA; y a las que se obtiene de ésta con las variables originales se denomina FRONTERA ABSOLUTA. (Tabla 3).

Se establece el índice de eficiencia técnica (IET), descrito por Greene (1974) y Timmer (1971), en el que se relaciona el output observado con el valor potencial en la frontera, según la siguiente expresión:

$$IET = \text{Valor observado} / \text{Valor frontera} = Y/Y_F$$

Esta expresión se adapta adecuadamente a cualquiera de las dos funciones frontera antes aludidas. La relación existente entre un índice

y otro, viene establecida en la forma que sigue, tomando como referencia el indicado a la izquierda:

$$IET(Y) = \exp [(IET(\log Y) - 1) \log Y_F] \quad (1)$$

Se obtiene un IET asociado al output de cada explotación, donde se observa que a medida que el valor observado esté más alejado del valor frontera disminuye el IET y tiende al valor cero. La única explotación con un IET igual a la unidad, es aquella que presenta mayor residuo positivo; por tanto, el rango de variación de dicho índice oscila entre 0 y 1.

### Caracterización según nivel de eficiencia y superficie

En el presente apartado se busca la caracterización de las explotaciones en base a los criterios establecidos: nivel de eficiencia (B, M y A) y superficie total (1, 2 y 3). Para ello se utiliza la técnica estadística del ANOVA unifactorial y se toman como variables de respuesta las establecidas en la modelización de la invernada (VI, PS, TA y G\_SP).

### Resultados

Los resultados obtenidos quedan concretados en la tabla 3; las primeras columnas corresponden a resultados obtenidos a partir del modelo logaritmo-lineal y la última, al referido modelo Cobb-Douglas propuesto anteriormente.

En las dos últimas columnas de la tabla 3 reflejan el índice de eficiencia técnica (IET), según el modelo empleado.

Aunque a efectos de clasificación (cuál es más o menos eficiente) sirve lo mismo uno que otro, consideramos que a efectos de cuantificación el reflejado en la última columna (referido a la variable PT) es más adecuado.

Algunos autores (Nocetti, 1969; Schilder, 1993) en sus planteamientos utilizan el referido a la variable L\_PT, y en consecuencia obtienen niveles de eficiencia superiores, que al estimarlos respecto de PT. Schilder obtiene



niveles de eficiencia técnica promedio del 89,8%. Basta con mirar una y otra columna para darse cuenta de la diferencia existente entre un índice y otro, para una misma explotación.

El paso de uno a otro se ha realizado de

acuerdo con las expresiones indicadas en la metodología que relacionan los índices de eficiencia técnica de ambos modelos y que permite su cálculo sin necesidad de utilizar los parámetros asociados al modelo.

**Tabla 3.** Función frontera e índice de eficiencia

N° exp.	Modelo logaritmo-lineal			Modelo Cobb-Douglas			
	Valor observado	Valor estimado	Residuo	Valor frontera	Residuo frontera	IET % (L_PT)	IET % (PT)
1	11,93	11,75	0,1787	12,36	0,437	96,5	66,3
2	11,04	10,80	0,2377	11,41	0,378	96,7	70,0
3	11,69	11,56	0,1276	12,17	0,488	96,0	63,0
4	11,98	11,72	0,2576	12,33	0,358	97,1	71,2
5	11,70	11,86	-0,1616	12,47	0,777	93,8	47,9
6	10,38	10,80	-0,4294	11,42	1,045	90,9	37,4
7	11,57	11,62	-0,0534	12,23	0,669	94,5	52,8
8	10,87	11,01	-0,1458	11,63	0,761	93,5	48,9
9	10,86	10,94	-0,0825	11,55	0,698	94,0	51,9
10	13,20	13,26	-0,0618	13,87	0,677	95,1	52,2
11	11,82	11,32	0,4907	11,94	0,125	99,01	89,3
12	11,67	11,75	-0,0861	12,37	0,701	94,3	51,2
13	11,77	11,53	0,2322	12,15	0,383	96,8	69,1
14	12,52	12,35	0,1621	12,97	0,453	96,5	64,9
15	12,04	11,46	0,5797	12,07	0,036	99,7	96,6
16	12,89	12,69	0,2201	13,28	0,395	97,0	68,4
17	12,93	12,56	0,3623	13,18	0,253	98,1	78,8
18	12,44	12,15	0,2900	12,76	0,325	97,5	73,8
19	12,21	12,19	0,0106	12,81	0,605	95,3	56,4
20	12,26	12,06	0,1914	12,68	0,424	96,7	67,1
21	11,85	11,73	0,1154	12,35	0,5	96,0	62,5
22	11,61	11,44	0,1644	12,06	0,451	96,3	65,5
23	12,17	12,01	0,1555	12,63	0,46	96,4	64,9
24	12,36	12,28	0,0775	12,89	0,538	95,8	59,7
25	13,03	12,98	0,0412	13,60	0,574	95,8	58,0
26	12,46	12,51	-0,0527	13,12	0,668	94,9	52,8
27	11,84	11,66	0,1772	12,27	0,438	96,4	65,7
28	11,24	11,17	0,0674	11,78	0,548	95,4	59,8
29	12,04	12,57	-0,5323	13,18	1,148	91,3	33,5
30	10,12	10,31	-0,1929	10,92	0,808	92,6	46,6
31	9,54	9,61	-0,0698	10,22	0,685	93,3	52,5
32	9,26	9,14	0,1124	9,76	0,503	94,8	62,1
33	10,17	10,41	-0,2411	11,02	0,856	92,2	44,4
34	9,87	10,30	-0,4352	10,92	1,05	90,4	7,2
35	10,35	10,89	-0,5402	11,50	1,155	90,0	33,7
36	9,59	9,45	0,1324	10,07	0,483	95,2	63,5
37	11,85	12,29	-0,4465	12,91	1,062	91,8	36,5
38	10,71	10,89	-0,1834	11,50	0,799	93,1	47,2



39	10,30	9,68	0,6152	10,30	0	100	100
40	11,91	11,83	0,0754	12,45	0,54	95,7	60,1
41	11,96	12,25	-0,2960	12,87	0,911	92,9	41,9
42	11,64	11,79	-0,1595	12,41	0,775	93,8	48,1
43	11,57	11,58	-0,0186	12,20	0,634	94,8	54,7
44	12,35	12,25	0,0974	12,86	0,518	96,0	61,3
45	11,74	11,99	-0,2541	12,61	0,869	93,1	43,7
46	12,25	11,92	0,3269	12,53	0,288	97,7	76,0
47	11,92	11,75	0,1614	12,37	0,454	96,3	64,7
48	11,54	11,27	0,2688	11,88	0,346	97,1	72,1
49	12,07	12,36	-0,2911	12,97	0,906	93,0	42,1
50	11,86	11,98	-0,1291	12,60	0,744	94,1	49,3
51	11,18	11,16	0,0106	11,78	0,605	94,9	56,6
52	11,46	11,49	-0,0332	12,11	0,648	94,6	53,8
53	11,46	11,65	-0,1929	12,26	0,808	93,4	46,3
54	11,46	11,41	-0,3334	12,03	0,949	92,1	40,6
55	10,75	10,98	-0,2344	11,60	0,85	92,7	44,8
56	11,05	11,33	-0,2827	11,94	0,898	92,5	42,7

Para la concreción de la función frontera se ha seleccionado el mayor residuo positivo, que corresponde a la explotación 39, con un valor igual a 0,6152. A partir de aquí, cada valor frontera es suma del valor estimado y éste residuo y como consecuencia el valor frontera asociado a esta explotación (39) coincide con el valor observado (Tabla 3).

Función frontera ajustada (logaritmo –lineal):

$$L_{PT}^{\hat{A}} = 5,746130 + 0,177866 \cdot L_{VI} + 0,255675 \cdot L_{PS} + 0,573548 \cdot L_{TA} + 0,053095 \cdot L_{G\_SP}$$

Función frontera (Cobb-Douglas):

$$PT^{\hat{A}} = 312'9771 \cdot VI^{0,177866} \cdot PS^{0,255675} \cdot TA^{0,573548} \cdot G\_SP^{0,053095}$$

A partir de la tabla 3 se observa que la eficiencia técnica de cada explotación, cuantificada en su IET, no se relaciona directamente con su producción total; así por ejemplo, la explotación número 13 tiene una eficiencia del 69,1% y una producción inferior (valor observado = log de la producción total) al de la explotación 25 que presenta un índice de eficiencia técnica del 58%. Sin embargo, dado que la producción viene explicada por las variables establecidas en el modelo Cobb-Douglas, la pregunta que surge es si el uso, diferente de los inputs, está directamente relacionado con el nivel de eficiencia o por el contrario, la variabilidad observada en cada explotación es atribuible a otros factores, como por ejemplo al tamaño de la explotación (superficie total).

Se concretan grupos de explotaciones con un nivel de eficiencia parecido. Así en la tabla 4 se propone una clasificación por intervalos (subzonas) para las explotaciones en función del IET.

**Tabla 4.** Subzonas de eficiencia técnica

Clase	Extremo inferior	Extremo superior	Punto medio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Frec. acum.	Frec.rel. acum.
1	0,3	0,4	0,35	5	0,0893	5	0,0893
2	0,4	0,5	0,45	14	0,2500	19	0,3393
3	0,5	0,6	0,55	13	0,2321	32	0,5714
4	0,6	0,7	0,65	16	0,2857	48	0,8571
5	0,7	0,8	0,75	5	0,0893	53	0,9464
6	0,8	0,9	0,85	1	0,0179	54	0,9643
7	0,9	1	0,95	2	0,0357	56	1,0000

Todas ellas son de igual amplitud y reflejan el número de explotaciones existentes sobre cada una de las siete subzonas. El 77% de las explotaciones se encuentra en las clases 2, 3 y



4. A partir de la tabla anterior se proponen tres grupos, cada uno con un nivel de eficiencia.

**Eficiencia baja (B):** explotaciones con un IET igual o inferior al 50% (19 explotaciones), que corresponden a las subzonas 1 y 2.

**Eficiencia media (M):** explotaciones con un IET superior al 50%, e inferior o igual al 70% (29 explotaciones), que corresponden a las subzonas 3 y 4.

**Eficiencia alta (A):** son aquellas explotaciones que presentan un IET superior al 70% (8 explotaciones), que corresponden a las subzonas 5,6 y 7.

Asimismo, hay que concretar grupos de explotaciones con una superficie total parecida. A partir de los dos criterios establecidos (nivel de eficiencia técnica y superficie total) se clasifican las explotaciones, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de explotaciones

Nivel de superficie total				
Nivel de eficiencia	(1)		(2)	(3)
	(B)	6; 33; 30; 8; 34; 38; 55; 35	56; 54; 53; 5; 50; 45;37	42; 49; 41; 29
	(M)	32; 36;31;2; 9	3; 51; 7; 13; 28; 43; 22; 1; 47; 23; 52; 12; 19; 27; 40; 21	14; 20;26; 44; 24; 16; 25; 10
	(A)	48	39; 15; 4; 11; 18	46; 17

Nivel de superficie total:

-(1) Explotaciones pequeñas con una superficie total inferior a 395 ha

-(2) Explotaciones medianas con una superficie total superior a 395 ha pero igual o inferior a 987,5 has.

-(3) Explotaciones grandes con una superficie total superior a 987,5 has.

En la tabla anterior se puede apreciar que el 50% de las explotaciones se ubican, respecto de la variable ST, en el grupo mediano; de éstas, la mitad tiene una eficiencia media y solo dos explotaciones presentan gran superficie y alta eficiencia. Estos factores con sus respectivos niveles proponen un criterio de clasificación según nivel de eficiencia y superficie total.

### **Caracterización según nivel de eficiencia y superficie**

Podemos decir que el uso que hacen las explotaciones de las variables verdes de invierno, pasturas y total de animales está más relacionado (directamente) con la superficie de la explotación que con su eficiencia.

Respecto a la variable gastos de suplementación es más difícil poder afirmarlo y podría ser que la eficiencia de las explotaciones

estuviera relacionada en parte con ella.

### **Conclusiones**

Se puede clasificar a las explotaciones agropecuarias del Noreste de la provincia de La Pampa de acuerdo al IET en explotaciones de Alta, Media y Baja eficiencia, siendo el 51,8% de las explotaciones de eficiencia Media, 33,9 % de eficiencia baja y el 14,3 % de eficiencia alta.

Teniendo en cuenta el nivel de eficiencia y la variable superficie total del establecimiento se puede observar que las explotaciones más eficientes y con mayor cantidad de hectáreas representan solamente el 3,57%, ubicándose la mayoría (28,57%) en explotaciones con superficie mediana y eficiencia media.

Se trató de caracterizar a las explotaciones de acuerdo a el nivel de superficie y eficiencia con las variables utilizadas en el modelo y se llego a la conclusión que la única variable que está relacionada con la eficiencia es el gastos en suplementación.

### **Agradecimiento**

Se agradece la colaboración de la Srta. Patricia Chamas por su inconmensurable apoyo en la traducción del resumen del presente trabajo.



## Bibliografía

- Castaldo, A. 2003.** Caracterización de los sistemas de producción bovina (invernada) en el noreste de La Provincia de La Pampa (Argentina). Tesis Doctoral de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba. España.
- Greene, W. 1974.** Maximum Likelihood estimation of econometric Frontier Functions. *Journal of econometrics* N° 13. Pág. 27-56.
- Mehmet, B.; Vedat, C. 2007.** Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*. Pp. 42-63.
- Murua, J. Albizu, L. 1993.** Eficiencia técnica en la producción porcina de Aragón. *Investigación Agrícola Economía*, 8(2): 239-251.
- Nocetti, J. (1969).** Función de producción para grupos de empresas del área tradicional de invernada (Argentina). Edit. Montevideo.
- Perez, J. P.; Gil, J.M.; Sierra, I. 2007.** Technical efficiency of meta sheep production Systems in Spain. *Small Ruminant Research*. Universidad de Zaragoza. España.
- Rodríguez Alcaide, J.; Martos Peinado, J.; García
- Martinez, A. 1993.** Economía de la empresa agropecuaria. Servicios de Publicaciones de la Facultad de Veterinarias de la Universidad de Córdoba (España).
- Ruiz, D. 1997.** Modelos avanzados de gestión y optimización de la producción bovina en la región de la pampa húmeda Argentina. Tesis Doctoral. Córdoba. España.
- Schilder, E.; Bravo Ureta, B. 1993.** Análisis de la eficiencia técnica mediante funciones estocásticas de frontera: El caso de la Cuenca Lechera Central Argentina. INTA. Rafaela.
- Schilder, E.; Bravo Ureta, B. 1993.** Análisis de la eficiencia técnica mediante funciones estocásticas de frontera: El caso de la Cuenca Lechera Central Argentina. INTA. Rafaela.
- SENASA 2009.** Informe departamental. Coordinación Provincial. La Pampa.
- Silva, A. 2004.** Sector ganado y carne vacunos argentino: Caracterización económica y productiva. I Congreso Regional de Economistas Agrarios. 3-4-5 Noviembre 2004. Mar del Plata.
- Timmer, C. 1971.** Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency *Journal of Political Economy*, 79 (4): 776-794.

