

## Criterios de eficiencia biológica en vacas lecheras Criteria of biological efficiency in dairy cows

Julio César Vargas<sup>1,2</sup>, Tarquino Robalino<sup>1</sup>, Roberto Quinteros<sup>1,2</sup>, Emanuel Frana<sup>2,4</sup>,  
Viviana Quevedo<sup>1</sup>, Ivana, Barbona<sup>3,4</sup>, Roberto García López<sup>3,4</sup>, Pablo Marini<sup>2,4</sup>,  
Paulina Echeverría

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, <sup>2</sup> Universidad Nacional de Rosario- Argentina  
<sup>3</sup> Instituto de Ciencia Animal - Cuba, <sup>4</sup> Centro Latinoamericano de Estudios de  
Problemáticas Lecheras (CLEPL).

---

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el índice de leche como un indicador de eficiencia productiva aplicable a vacas lecheras mantenidas en sistemas a pastoreo en comparación con el indicador habitual basado exclusivamente en la producción individual acumulada. Se utilizaron datos retrospectivos correspondientes a 105 vacas lecheras, los mismos fueron obtenidos en un establecimiento lechero de la Provincia de Santa Fe, Argentina, durante el período 2000-2012. Se estudiaron las siguientes variables: edad, producción total de leche e índice de leche. Los resultados confirman trabajos anteriores, en los cuales se demostró que una mayor producción individual al finalizar la vida productiva de la vaca (LT) no siempre garantiza un mejor resultado en términos de eficiencia productiva. El índice de leche como un indicador de eficiencia productiva posibilita una mejor evaluación del comportamiento de las vacas lecheras mantenidas en sistemas a pastoreo. Se concluye que el indicador mencionado representa una instancia superadora en tanto cuantifica el nivel de ajuste existente entre el potencial genético de producción del rodeo lechero y las características particulares del sistema de producción en el que las vacas expresan ese potencial.

**Palabras clave:** Índice de leche, producción lechera, indicadores productivos, eficiencia, sistemas a pastoreo

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the milk index as an indicator of productive efficiency for dairy cows on pasture systems compared with the usual indicator based solely on accumulated individual production. Age, total milk production and milk index from 105 dairy cows classified by the Holstein. Data were obtained from a commercial herd kept in the Province of Santa Fe,

Argentina, during the period 2000-2012. The evidence confirm previous results showing that greater individual production at the end of the productive life of the cow (LT) does not always guarantee a better result in terms of productive efficiency. The milk index as an indicator of productive efficiency allows a better assessment of the performance of dairy cows kept on pasture systems. It is conclude that this indicator has intrinsic advantages as it quantifies the level of adjustment between the genetic potential of the herd for milk production and the particular characteristics of the production system in which that potential is expressed.

## **Introducción.**

En las vacas lecheras de alta producción, los rasgos asociados a la eficiencia biológica o fitness: la reproducción y la longevidad se han venido deteriorando a pesar de su importancia para la viabilidad de la empresa lecheral (Rauw *et al.*, 1998). Sería de esperar que estos rasgos, dada su importancia biológica y económica, hicieran parte de los objetivos de los programas de mejoramiento genético. A la vaca lechera de alto rendimiento, mediante una presión selectiva, continua, desbalanceada y descuidada se la ha venido adaptando mecánicamente a las necesidades del mercado y simultáneamente acercando al límite de su potencial vital. Cada vez se hace más difícil acondicionarle un medio ambiente no-limitante, siendo casi imposible lograrlo durante la fase inicial de su lactancia (Camargo, 2012). En el marco de este enfoque que busca aprovechar las ventajas de los sistemas a pastoreo, los litros de leche producidos por una vaca no representan el indicador más apropia-

## **Introduction**

In high producing dairy cows, the characteristics associated with biological efficiency or fitness are reproduction and longevity; they have been deteriorating despite its importance for the feasibility of the dairy business (Rauw *et al.*, 1998). It would be expected that these characteristics, given its biological and economic importance, were part of the improvement objectives of the breeding programs.

High performance dairy cows, through selective, continuous, unbalanced and neglected pressure have been mechanically adapting to market requirements and simultaneously approaching the limit of their life potential. It is becoming more and more difficult to provide a non-limiting environment, as it is almost impossible to achieve it during the early stage of lactation (Camargo, 2012). As part of this approach that aims at taking advantage of grazing systems, the liters of milk produced

do para operacionalizar una variable compleja como la eficiencia productiva y, en tal sentido, debería ser reemplazado por otro tipo de indicador agregado que se constituya en una medida de producción más integral. Disponer de un indicador de esta naturaleza contribuiría a evitar la sobrevaloración de uno de los caracteres involucrados en la caracterización de una buena vaca lechera y permitiría identificar los biotipos más adaptados a los distintos ambientes existentes en el país.

Los indicadores son valores que nos ayudan a comprender dónde nos encontramos, hacia dónde vamos y cuán lejos estamos de nuestro objetivo. Son elementos de información que resumen las características de un sistema e "indican" lo que ocurre en el mismo. De acuerdo con el International Institute for Sustainable Development (IISD), un indicador permite cuantificar y simplificar fenómenos complejos mejorando nuestra comprensión de la realidad.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el índice de leche como un indicador de eficiencia biológica aplicable a vacas lecheras mantenidas en sistemas a pastoreo en comparación con el indicador habitual basado exclusivamente en la producción individual acumulada.

by a cow do not represent the most appropriate indicator to operationalize such a complex variable like production efficiency and, as such, a different aggregate indicator that would constitute a more comprehensive measurement of production should replace it. Having an indicator of this nature would help prevent the overrating of one of the characters involved in the characterization of a good dairy cow and would help identifying the most adequate biotypes to the different environments existing in the country

Indicators are values that help us understand where we are, where we are going and how far we are from our goal. They are pieces of information that summarize the characteristics of a system and "indicate" what happens in it. According to the International Institute for Sustainable Development (IISD), an indicator allows to quantify and simplify complex phenomena improving our understanding of reality.

The aim of this study was to evaluate the milk rate as an indicator of biological efficiency applicable to dairy cows kept on pasture systems, compared with the usual indicator based solely on individual cumulative production.

## Materiales y Métodos

Se utilizaron los datos de 105 vacas descartadas entre los años 2000-2012, es decir, vacas con registros de toda su vida productiva, las normalmente descartadas (venta o muertas) del tambo cabaña Holando Argentino perteneciente a la Escuela Agrotécnica Gral. San Martín dependiente de la Universidad Nacional de Rosario -Argentina, ubicado en la localidad de Casilda, provincia de Santa Fe – Argentina ( $33^{\circ} 02' 39''$  de latitud sur,  $61^{\circ} 10' 05''$  de longitud oeste). El establecimiento lechero cuenta con control lechero oficial de la Sociedad Rural de Totoras, entidad oficial N° 13. Todas las vacas se manejaron en la misma instalación de ordeño, pastoreando las mismas pasturas y verdeos y se alimentaron con la misma asignación de forrajes conservados y concentrados. En dicho sistema, se analizaron los datos retrospectivos de lactancias de vacas primíparas y multíparas pertenecientes al genotipo lechero: Holstein Americano - Canadiense: "H". Las vacas consumieron: forrajes pastoreados (pasturas polifíticas y verdeos anuales de invierno y de verano), conservados (silajes de planta entera de maíz y de sorgos, henos de praderas) y concentrados (granos de maíz y de sorgo), que se les ofrecieron a los animales durante los años de ensayos. El ambiente climático durante el período

## Materials and Methods

The analyzed data were those from 105 cows not taken into consideration between the timeframe 2000-2012, i.e. cows with records covering all their productive life. Cows normally discarded (sold or dead) were from the Holando Argentino dairy yard of the General San Martín Agrotechnical School, branch of the National University of Rosario (Argentina) located in the town of Casilda, Santa Fe – Argentina ( $33^{\circ} 02' 39''$  south latitude,  $61^{\circ} 10' 05''$  W). Totoras Rural Society, government agency No. 13, officially checked milk in the dairy farm. All the cows were kept in the same milking facility, grazing the same pasture and soiling and fed with the same quantity of conserved and concentrated fodder. Within said system, retrospective milking data of primiparous and multiparous dairy cows from milk genotype American-Canadian Holstein "H" were analyzed. Cows consumed grazing fodder (pasture of various kinds of winter and summer greeneries), preserved feed (corn and sorghum whole plant silage and meadow hay) and concentrated feed (corn and sorghum), which were fed to animals during the trial years. The climatic environment was highly variable during the period considered, both in precipitation and in the combination of temperature and relative humidity.

considerado fue muy variable, tanto en precipitaciones como en la combinación de temperatura y humedad relativa ambiente.

Las vacas pertenecientes a cada uno de los grupos mencionados se caracterizaron, además, en función de los valores de las siguientes variables:

- Edad de la vaca (días) = edad
- Producción total de leche (litros) = lt
- Índice de leche (producción de leche por día de vida) = il
- (il: LT/ e e: edad en días al finalizar la última lactancia):  $il = pl / edad$  (Marini y Oyarzabal, 2002 a y b)
- número de partos (lactancias) = np

Se obtuvieron los promedios y desvíos estándar para LT e IL, y las medianas y rangos para NP. Se realizó un gráfico de dispersión de IL en LT. Luego, se ajustaron varios modelos de regresión, y se elige un modelo de regresión cuadrática debido a que fue el que proporcionó el mejor ajuste para describir la relación funcional de las variables.

## Resultados y Discusión

La mediana del número de partos fue de 1 y un rango de (1-8) lo que significa una reposición anual mínima del 50%, coincidiendo con otros trabajos (Kraus, 2009). Lo que implica que cada dos años debe reno-

Cows that belong to each of the aforementioned groups are further characterized in terms of the values of the following variables:

- Cow age (days) = age
- Total milk production (liters) = lt
- Milk rate (milk production per day of life) = il
- (il: LT/ e e: age expressed in days at the end of last lactation):  $il = pl / age$  (Marini and Oyarzabal, 2002 a and b)
- Number of births (lactation) = np

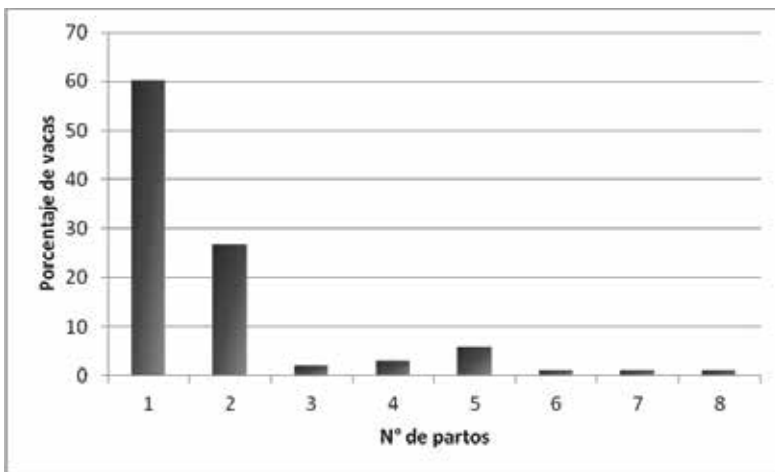
Average and standard deviations for LT and IL, and medians and ranges for NP were obtained. An LT scatter plot was performed in IL. Then, several regression models were adjusted and a quadratic regression model was chosen, since it was the one that provided the best fit to describe the functional relationship of the variables.

## Results and Discussion

The average number of births was 1 with a range of 1 - 8, which means a minimum annual replacement of 50%; this agrees with other studies (Kraus, 2009). This implies that every two years the completely dairy herd must be renewed. These values partially explain why the number of cows does not grow in countries with this problem. The maximum should be 20% and this

var todo el rodeo lechero. Estos valores explicarían en parte porque no crece el número de vacas en los países con esta problemática. Cuando el máximo debería de ser del 20% lo que implica que cada cinco años se renueva el rodeo lechero. Las tendencias al aumento en los días abiertos, servicios por concepción y el intervalo interparto en vacas Holstein, en los últimos 25 a 35 años, son indicadores de una ineficiencia reproductiva y provoca un aumento significativo de los descartes y los costos en un sector ya económicamente comprometido. (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2009)

means that every five years the dairy herd is renewed. The upward trends in open days, conceptions and inter-birth interval in Holstein cows are indicators of reproductive inefficiency and cause a significant increase in discards and costs in the last 25 to 35 years, in a sector already economically compromised (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2009).

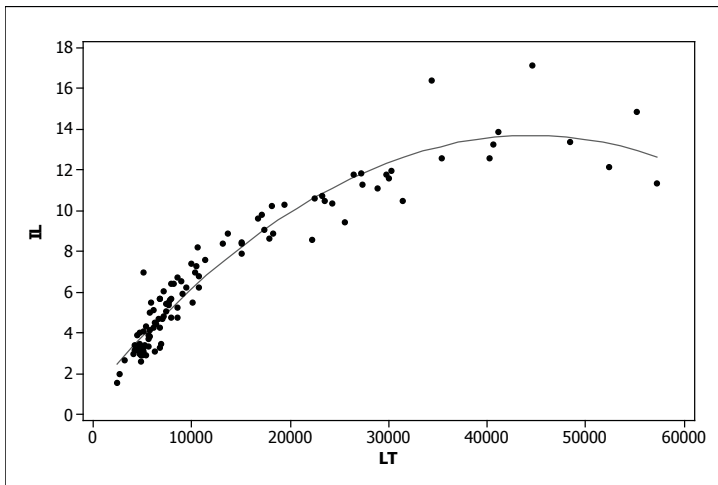


**Figura 1.-** Figura 1: Distribución del número de partos

N° de partos	Cantidad de vacas	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
1	63	60,00	60,00
2	28	26,67	86,67
3	2	1,90	88,57
4	3	2,86	91,43
5	6	5,71	97,14
6	1	0,95	98,10
7	1	0,95	99,05
8	1	0,95	100,00
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>100,00</b>	

La Figura 1 muestra la distribución de longitud de vida de las vacas en estudio, el 60% de las vacas sólo terminan una lactancia, el 26,7 % logra tener una segunda lactancia, el 1,90 % tres lactancias, el 2,85 cuatro lactancias, el 5,71 cinco lactancias y el 0,95 logra llegar a la sexta, séptima y octava lactancia.

Figure 1 shows the lifespan distribution of the cows in the study; 60% of cows just end one lactation, 26.7% has a second lactation, 1.90% three lactations, 2.85% four lactations and 5.71% five lactations, whereas 0.95% can reach the sixth, seventh and eighth lactation.



**Figura 2:** El índice de leche en función de los litros totales

Ecuación de regresión

$$y = 1,19159 + 0,00056 x - 6,33517e-009 x^2$$

**Coefficientes**

Término	Coef	EE del coef.	T	P
Constante	1,19159	0,225840	5,2762	0,000
x	0,00056	0,000027	20,9656	0,000
x <sup>2</sup>	-	0,000000	-12,0435	0,000

**Resumen del modelo**

$$S = 0,984253 \quad R^2 = 92,50\% \quad R^2(\text{ajustado}) = 92,35\%$$

Según lo observado en la Figura 2, a medida que aumenta LT, también se incrementa el IL hasta los 40000 LT, en donde a medida que aumenta los LT la relación cambia y los valores de IL comienzan a disminuir. Esto está sugiriendo una relación

As it can be noted in Figure 2, the more LT increases, the more also IL increases up to 40000 LT, where the more LT ratio increases, the more the relationship changes and the IL values begin to decrease. This is suggesting a quadratic relationship

cuadrática entre ambas variables. Se observa que existe un alto porcentaje de vacas de bajo LT, no superando los 10000 litros y un IL de 8 l/día, luego se observa una mayor dispersión en donde existen vacas que con menos de LT poseen el mismo IL (57202 LT y 11,3 l/día IL, 26394 LT y 11,8 l/día IL). De la misma manera hay tres vacas que se separan del resto, que no poseen los mayores de LT, pero poseen baja edad al primer parto, una buena eficiencia reproductiva expresada en el intervalo parto-parto y una longevidad que supera las cinco lactancias. Estos datos coinciden con los ya encontrados en otros establecimientos lecheros del centro de la provincia de Santa Fe (Magnano *et al.*, 2009; Marini y Oyarzabal, 2002b).

Esta información confirma resultados anteriores que demuestran que una mayor producción individual al finalizar la vida productiva de la vaca, los LT no siempre garantiza una mejor eficiencia productiva (Marini y Oyarzabal, 2002 a y b; Frana *et al.*, 2013). En estos sistemas productivos basados en el pastoreo directo existiría un límite en la producción esperable de una vaca por encima del cual se resiente su reproducción.

Dado que para producir leche la vaca debe reproducirse se está en presencia de un claro antagonismo que debe tenerse en cuenta al momen-

between the two variables. It is worth observing that a high percentage of low LT cows, not exceeding 10,000 liters and 8 l/day IL. Also, an increased dispersion occurs where cows with lower LT have the same IL (57202 LT and 11,3 l/day IL is observed, 26394 LT and 11.8 l/day IL). Similarly, there are three cows behaving differently from the rest; they do not have higher LT rates, but are young when they give their first birth as well as a good reproductive efficiency expressed in labor-delivery interval and a longevity exceeding five lactations. These data coincide with those already found in other dairy farms in the center of the province of Santa Fe (Magnano *et al.*, 2009; Marini and Oyarzabal, 2002b).

These data confirm previous results showing that despite an increased individual production at the end of the productive life of the cow, LTs do not always guarantee a better production efficiency (Marini and Oyarzabal, 2002 a and b; Frana *et al.*, 2013.). In those production systems based on direct grazing there would be a limit on the expected production of a cow above which reproduction is affected.

Given that cows, in order to produce milk, have to give birth, we face a clear antagonism to be taken into account when deciding the criteria to be applied in improving such



to de decidir los criterios de mejoramiento a aplicar en este tipo de sistemas. Por lo tanto, es de interés contar con información sobre las implicancias de la selección direccional por producción, por un lado para utilizar criterios de selección que no depriman otros caracteres como los reproductivos y por otro para contribuir a la discusión sobre cómo determinar cuáles son los biotipos más adaptados y redituables en sistemas a pastoreo que conduzcan a una mayor sustentabilidad de dichos sistemas.

### Conclusiones

Se concluye que existen diferentes formas de evaluar la eficiencia biológica de una vaca lechera, y que no siempre una mayor producción garantiza una mayor eficiencia.

### Literatura Citada.

- Camargo, O. 2012. La vaca lechera entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica. Arch. Zootec. 61:13-29
- Frana, E. Castro, R., García López, R. y Marini, P.R. 2013. Utilización del índice de leche como indicador de eficiencia en vacas lecheras. XIV Jornadas de divulgación técnico-científicas. I Congreso de Desarrollo Ganadero Sustentable. Facultad de Ciencias Veterinarias – UNR p.153-154.
- Kraus, W. 2009. Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. J Sci Food Agric, 89: 1107-1114.
- Magnano, G., García López, R. y Marini, P.R. 2009. Utilización de indicadores de eficiencia en diferentes razas lecheras. Jornadas de divulgación técnico-científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias – UNR p. 132-13
- Marini, P.R. y Oyarzabal, M.I. 2002a. Patrones de producción en vacas lecheras. 1 Componentes de la producción y sus características según nivel de producción. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 22 N° 1:29-46.
- Marini, P.R. y Oyarzabal, M.I. 2002b. Patrones de producción en vacas lecheras. 2 Descripción de la vaca promedio y

systems. Therefore, it is important to have information on the implications of directional selection for production. On one hand to use selection criteria that do not affect negatively other characters such as the reproductive ones and on the other hand, to contribute to the discussion on how to determine what the most suitable and profitable grazing systems leading to greater sustainability of such systems biotypes.

### Conclusions

It is concluded that there are different ways to assess the biological efficiency of a dairy cow and not always, a higher production ensures increased production efficiency.

- estimación de los ingresos según categorías de producción. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 22 N° 1:47-60.
- Rauw, W.M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E.N. and Grommers, F.J. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest Prod Sci*, 56:15-33.
- Rodriguez-Martinez H., Hultgren, J., Båge, R., Bergqvist, A-S., Svensson, C., Bergsten, C., Lidfors, L., Gunnarsson, S., Algers, B., Emanuelson, U., Berglund, B., Andersson, G., Håård, M., Lindhé, B., Stålhammar, H. and Gustafsson, H. 2009. Reproductive performance in high-producing dairy cows: Can we sustain it under current practice?. In: *IVIS Reviews in Veterinary Medicine*, I.V.I.S. (Ed.). International Veterinary Information Service, Ithaca NY ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)), Last updated: 11-Dec-2008; R0108.1208.ES