

# UN MÉTODO DE INDICADORES DE EFICIENCIA ECONÓMICA DE LOS ALIMENTOS PARA LA FORMULACIÓN INTERACTIVA DE RACIONES PARA VACAS LECHERAS.

## A method of the food economics efficiency indicator for the interactive formulation for dairy cows rations.

Jorge Figueroa M. Médico Veterinario Juana de Lestonac 0138 Dpto 237 Santiago de Chile.  
[joanfimo@hotmail.com](mailto:joanfimo@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

Una ración balanceada para vacas lecheras, debe suministrar la proporción y la cantidad justa de nutrientes requeridos durante 24 horas. Ante la evidente complejidad del fenómeno biológico que se desea optimizar, el diseño de nuevos sistemas computacionales para formular y evaluar raciones, debiera considerar simultáneamente una cantidad suficiente de variables, mejorando la predicción de fenómenos considerados de importancia económica. Un modelo de simulación computacional (1) ofrece un nuevo enfoque a este problema, pues la simulación permite ajustar interactivamente las raciones, en base a indicadores de eficiencia económica de los alimentos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo se creó en Los Angeles (Curso "Lotus 123" Universidad de Concepción, 1986), y se presentó en el Seminario "Computación en la Ganadería" (Universidad de Concepción, 1988). El Indicador (1), compara el beneficio neto que induce el consumo de energía neta del alimento, con el beneficio neto predicho por el consumo de energía del ensilaje de maíz predial (Tabla 1).

TABLA 1. Indicadores de eficiencia económica de los alimentos para vacas de lechería (1).

Indicadores de Eficiencia Económica de Alimentos	CE = RM = DP = ( CE - RM ) = RP = PL = ( DP / RP ) = CP = PVL = IB = ( PL * PVL ) = BN = ( IB - CP ) =	consumo predicho de energía neta. mantención, gestación, actividad, temperatura. disponibilidad energía neta para producción. energía neta por kg leche FPCM. producción de leche FPCM. costo del consumo de energía neta precio de venta del kg leche FPCM. ingreso por venta de leche FPCM. evaluación económica del beneficio neto.
INDICADOR = BN / BN ensilaje de maíz		
Registro de Propiedad Intelectual N° 106.287.		
FPCM = [ 0.337+ 0.116 materia grasa (%) + 0.06 proteína láctea (%) ] * leche real (kg/d) (3)		

Desde el experimento con las vacas de lechería de raza Frisón Negro Chileno (4) se describe el método (Tabla 2). Como no aportaba datos de la condición corporal, al peso real de las vacas (534.1 kg) al realizar el pesaje real (53 días), se asignó una condición corporal (2.75 puntos). Se asignó una condición corporal al parto (3.20 puntos) y se estimaron las reservas corporales de energía movilizadas (0.50 puntos) durante todo el período de consumo insuficiente (73 días).

TABLA 2. Ingreso de datos experimentales (4) para calibrar el modelo de simulación (1).

Peso corporal (kg)= 534.1	Precio (\$ kg FPCM)= 80	CC al parto (puntos)= 3.20
Condición (puntos)= 2.75	Ordinal de partos (N°)= 3.20	Consumo (días)= 73
Potencial lechero (kg)= 5025	Temperatura (°C)= 10	CC movilizada (puntos)= 0.50
Materia grasa (%)= 3.50	Actividad corporal (%)= 10	Peak lechero (mes)= 2
Proteína láctea (%)= 3.30	Lapso interparto (días)= 380	Lactancia (días)= 305

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Indicador de eficiencia económica de los alimentos cambia durante la lactancia, pues, en su cálculo computacional se considera la dinámica evolución de la producción de leche (Tabla 3).

TABLA 3. Comparación entre el precio de la unidad de nutriente y el valor del Indicador.

Ingredientes Disponibles	\$/kg MS	\$/mcal EM	\$/kg PC	Día=53	Día=151
Ensilaje de maíz	\$ 28.01	\$ 10.86	\$ 258	1.000	1.000
Ensilaje de pradera	\$ 20.00	\$ 09.43	\$ 154	0.340	0.508
Col forrajera	\$ 21.99	\$ 08.87	\$ 178	0.914	1.085
Concentrado	\$ 71.81	\$ 26.79	\$ 339	0.431	0.327
Afrecho de raps	\$ 77.32	\$ 29.85	\$ 215	0.193	0.202

El beneficio neto predicho de la Dieta III fué \$ 716.9 y el ajuste interactivo lo aumenta (Tabla 4). Para balancear proteínas el afrecho de raps (\$215/kg PC) debiera incorporarse en exceso (6.42 kg) para maximizar el beneficio neto (Ajuste D). Por lo tanto, no es posible balancear la Dieta III.

TABLA 4. Simulación del comportamiento (Lactancia=53 días).de las vacas lecheras (4).

Simulación del comportamiento	Dieta III	Ajuste A	Ajuste B	Ajuste C	Ajuste D
Ensilaje de maíz ( kg )	30.0	ad-libitum	ad-libitum	ad-libitum	ad-libitum
Ensilaje de pradera ( kg )	ad-libitum	30.0	-----	-----	-----
Col forrajera ( kg )	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Concentrado ( kg )	4.80	4.80	4.80	-----	-----
Afrecho de raps ( kg )	1.20	1.20	1.20	6.00	6.42
Reservas movilizadas ( kg )	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160	-0.160
Leche FPCM ( kg )	16.83	15.74	17.38	19.17	19.70
Beneficio Neto ( \$ )	\$ 716.9	\$ 658.8	\$ 746.0	\$ 858.7	\$ 883.0
Indicador de eficiencia ( IEE )	0.699	0.549	0.787	0.711	0.691

Las vacas de lechería compensarán las deficiencias de energía de la Dieta III, aumentando la movilización de reservas corporales de energía (Tabla 5) sobre lo “deseado” (0.500 puntos), un costo que debiera ser considerado, pues son excedentes que provienen de una ración anterior.

TABLA 5. Comportamiento inducido por la movilización de reservas corporales de energía.

Reservas movilizadas ( kg )	-0.160	-0,221	-0.250	-0.279	-0.307
Leche FPCM ( kg )	16.83	17.03	17.18	17.33	17.48
Beneficio Neto ( \$ )	\$ 716.9	\$ 729.4	\$ 742.7	755.9	\$ 768.9
Indicador de eficiencia ( IEE )	0.699	0.703	0.706	0.709	0.712

## CONCLUSIONES

El ajuste interactivo del comportamiento económico de vacas de lechería mediante indicadores, entrega información útil: mejora la comprensión del funcionamiento del sistema de alimentación, y facilita la toma de decisiones al maximizar el beneficio neto. Facilita el manejo del sistema de alimentación, al discriminar la evolución de la eficiencia económica de los alimentos disponibles durante la lactancia, y la mayor o la menor conveniencia económica de incluirlos en una ración.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 FIGUEROA J. 2000. La formulación de concentrados para vacas de lechería. El Campesino. Sociedad Nacional de Agricultura. Volumen CXXXI Mayo – N° 5: 34-35.
- 2 FOX D.G., VAN AMBURGH M.E., and TYLUTKI T.P. 1999. Predicting Requirements for Growth, Maturity, and Body Reserves in Dairy Cattle. J.Dairy.Sci. 82: 1968-1977.
- 3 HANIGAN M.D., CANT J.P., WEAKLEY D.C., and BECKETT J.L. 1998. An evaluation of postabsorptive protein metabolism in the lactating dairy cows. J.Dairy.Sci. 81:3385-3401.
- 4 KLEIN F., LANUZA F., y NAVARRO M. 1993. Niveles de inclusión de ensilaje de maíz en la ración de vacas lecheras con parto de otoño. Agricultura Técnica (Chile): 53 (2): 118-125.
- 5 ROSELER D.K. 1994. Development and evaluation of feed intake and energy balance prediction models for lactating dairy cattle. Ph.D.Diss; Cornell Univ; Ithaca, NY.