

UN PROGRAMA DE ALIMENTACION PARA VACAS HOLSTEIN DE ALTA PRODUCTIVIDAD Y SU EVALUACION ECONOMICA¹

A feeding program for high producing Holstein dairy cows and its economical evaluation

Carlos Pedraza G.², Claudio Wernli K.² y Alfonso Chacón S.²

SUMMARY

An intensive milk production programme was studied, at La Platina Exp. Sta. (INIA, Santiago, Chile), during three years, and was compared with a programme with lower yielding cows and less use of concentrates. Twenty five cows, with two or more calvings and with the highest yields in the previous lactations within the dairy herd, were selected and received 2 kg concentrate/cow/day during two weeks prior to parturition. After calving, the animals were tested during 60 days, fed 50% of the diet's dry matter as concentrate and 50% as forage: lucerne soiling (during spring—summer—autumn) or a mixture of corn silage and lucerne hay (60: 40, during winter).

Cows that accumulated 1,500 lt during the first 60 days were selected; then two groups were fed according to yield (≤ 22 and > 22 lt/day), receiving 4 and 8 kg of concentrate/day plus forage *ad libitum*, and milk productions were adjusted according to the Wood's curve ($y = an^b e^{-cn}$).

Milk yields increased significantly ($P \leq 0.05$), from the first to the third season (6,188a, 6,240ab, and 6,630b lt, for a 300 days lactation); peak productions, at days 55, 53 and 42, were 26.9, 26.6, and 27.5 lt/day; monthly declination rates were 6.60, 5.81 and 5.33%/o; and concentrate intake (kg/liter of milk produced) were 0.318, 0.315 and 0.297, for the three years, respectively.

The economical study indicated that the intensive system during the third season (SAP₃) was the most profitable, presenting a marginal rate of return of 61,2%/o, value that is in the limit to recommend its adoption, considering the risks in its implementation.

INTRODUCCION

La producción de leche en sistemas con animales confinados, cuya alimentación se basa en el corte de forraje y su transporte a comederos (sistema soiling), se ha constituido en una modalidad de manejo habitual en numerosas lecherías de la zona central del país.

Mantener los animales en corrales, facilita la intensificación de su alimentación mediante el uso de concentrados. Sin embargo, por ser estos productos de elevado precio, deben evitarse las pérdidas, así como también deben otorgarse en la proporción correcta, dentro de las raciones, para su óptima utilización.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva y el resultado económico de un grupo selecto del rebaño de un plantel, al someterlo a un programa de alimentación intensiva, basado en un mayor uso de concentrado, junto con compararlo con un esquema con vacas de menor productividad y basado en soiling de alfalfa y ensilaje de maíz, con un menor uso de concentrado.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental La Platina del INIA (Santiago). El grupo experimental se constituyó con 25 vacas, de dos o más partos, seleccionados de una masa total de 200 (Holstein Friesian) y que mostraron altos rendimientos lecheros en una o más lactancia(s) completa(s) anterior(es). Los animales permanecieron durante toda la

¹ Recepción de originales: 26 de enero de 1988.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

experiencia (1º enero de 1982 a 31 diciembre de 1984) en un corral con piso de tierra y con una zona techada, que sirvió de sombreadero en verano y reparo en invierno.

Las vacas preseleccionadas para ingresar al sistema de alta producción (SAP), además de la ración base (alfalfa, soiling o heno, según la época), consumieron concentrado (3 kg/día) por dos semanas antes del parto. Una vez que ocurrió éste, los animales fueron probados durante 60 días, período en el cual consumieron una ración en que el 50% de la m.s. era aportada por el concentrado y el resto por forraje: alfalfa (soiling, en primavera-verano), o una mezcla de ensilaje de maíz y heno de alfalfa (proporción 60: 40, en invierno). La ración diaria se otorgó en comederos de madera, tipo cajón, aislados del suelo y sin techo. El concentrado se entregó mezclado con el forraje. El concentrado para ambos sistemas estuvo constituido por 80% de maíz, 10% de raps, 8% de afrecho de maravilla, 1% de harina de hueso y 1% de mezcla mineral y contenía 15% de proteína total (PT) y 2,83 Mcal/kg de energía metabolizable, base m.s.

Las vacas que ingresaron finalmente al SAP, fueron aquellas que en los 60 días de lactancia alcanzaron una producción acumulada igual o superior a 1.500 lt.

Después del período de prueba (60 días), se formaron dos grupos, según la producción registrada en ese momento: vacas de ≤ 22 y de > 22 lt/día; ambos grupos consumieron forraje a discreción, más 4 u 8 kg del concentrado indicado anteriormente/vaca/día, respectivamente.

Los registros de producción de leche, individuales y del grupo por temporada, se ajustaron según la función:

$$y(n) = an^b e^{-cn}$$

donde $y(n)$ es la producción estimada en el n ésimo día de lactancia y a , b y c , los parámetros de la ecuación, calculados mediante regresión lineal múltiple (Wood, 1967). Esta expresión permite calcular: la producción total de la lactancia, el día de máxima producción y la producción máxima. La declinación de la producción, que permite medir el volumen de leche que disminuye diaria o mensualmente, se calculó basada en el índice de declinación mensual (Pedraza y Rodríguez, 1988).

Con el objeto de comparar las producciones de leche obtenidas en las tres temporadas, se contrastaron los parámetros a , b y c de cada ecuación entre sí, mediante la prueba de t (student).

El SAP descrito se comparó con el correspondiente al manejo alimenticio básico del rebaño de la Estación Experimental (SS), en el cual vacas de rendimiento promedio de 5.100 lt/lactancia, son sometidas a un régimen de soiling de alfalfa y ensilaje de maíz a discreción, más una suplementación de concentrado, según productividad.

El estudio económico practicado a los sistemas de producción (SAP y SS) correspondió a la presupuestación parcial incompleta, metodología que permite estimar costos y beneficios de los tratamientos bajo diferentes niveles de utilización de insumos (Perrin y otros, 1979).

La presupuestación parcial se utiliza en ensayos de tratamientos que incluyen niveles crecientes de insumos variables y su efecto en los rendimientos esperados, permitiendo recomendar el nivel más económico para producir y en qué cambios de nivel se obtiene la máxima rentabilidad.

Los índices de eficiencia económica que se utilizan en este estudio para medir la rentabilidad de los sistemas de producción de leche, fueron retorno neto y tasa de retorno marginal. El primero resulta del beneficio bruto menos los costos variables y el segundo resulta de la relación porcentual entre el diferencial de retornos netos sobre el diferencial de costos variables.

El beneficio bruto está en función del rendimiento de leche de los sistemas y de su precio de venta. Se emplearon tres niveles de precios históricos para el valor de la leche (P_v), \$25, \$30 y \$35 por litro, equivalentes a 118, 142 y 165 centavos de dólar/litro.

El costo variable en ambos sistemas consideró los ítems de forraje verde (soiling) y conservado (heno) de alfalfa, ensilaje de maíz, alimento concentrado, jornales e interés al capital circulante (6% anual). Los valores de mayor participación en la composición alimenticia (soiling P_{x1} y concentrado P_{x2}), fueron también tratados a tres niveles de precios históricos. Para soiling, estos fueron \$6, \$8 y \$10 por kg de m.s., equivalentes a 3, 4 y 5 centavos de dólar por kg de m.s. En el caso del concentrado, los precios comerciales de referencia fueron \$25, \$30 y \$35 por kg, o sea 11,8, 14,2 y 16,5, centavos de dólar/kg, respectivamente.

Todos los valores, tanto de insumos como de productos, tienen vigencia al mes de abril de 1988, cuando 1 US\$ = \$211,57 moneda chilena.

RESULTADOS Y DISCUSION

Considerando que las condiciones ambientales de corral en las que se desarrolló el trabajo no corresponden a lo óptimo, ya que el exceso de humedad, por el piso de tierra, los excrementos y lluvias, otorgaba características de rusticidad al manejo general, se detectó un 100/o de vacas eliminadas al cabo de los 60 días, por no alcanzar los niveles de producción exigidos (1.500 lt). Este bajo porcentaje se explica porque se conocían los antecedentes productivos de la(s) lactancia(s) anterior(es). En el transcurso de las tres temporadas, 7 animales fueron eliminados del ensayo (20/o), siendo reemplazados por animales equivalentes; los cambios fueron hechos de preferencia, una vez que terminaban sus lactancias.

Los niveles productivos obtenidos pueden considerarse buenos y tuvieron una tendencia creciente a través de las tres temporadas (Cuadro 1). Algunos indicadores disminuyeron, como fue el caso del porcentaje de declinación mensual de la producción, traduciéndose esto en una mejor persistencia de la curva de leche. La producción máxima de la última temporada resultó mayor que las de las dos anteriores.

La progresiva mejoría en la persistencia de la curva de leche (Figura 1), resulta del mayor interés desde los puntos de vista biológico y económico. Sölkner y Fuchs (1987) argumentan que vacas con altas persistencias requieren de una menor cantidad de concentrado que aquellas con baja, para producir similar volumen de leche; además, encuentran que la heredabilidad de la persistencia es suficientemente alta como para permitir su uso como índice en programas de selección. Estos criterios plantean un beneficio a mediano o largo plazo, ya que el individualizar hembras con buena persistencia, permitiría la realización de cruza-mientos adecuados para obtener un progreso genético en ese sentido.

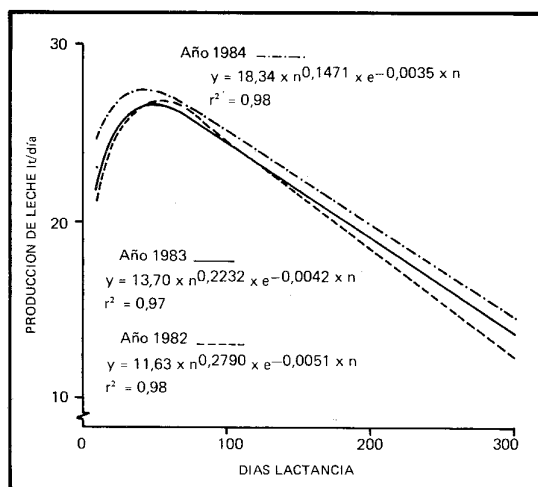


FIGURA 1. Curvas de lactancia del sistema de alta producción, según año.

FIGURE 1. Lactation curves for the intensive production system, according to year.

A menudo se observa la tendencia a prestar un máximo de atención a las vacas que alcanzan altas marcas de producción diaria; sin embargo, este otro concepto indica que la mejor productora es aquella que presenta la mejor persistencia, sin alcanzar necesariamente lugares destacados entre las máximas producciones por ordeña.

Los índices de declinación fueron similares en las dos curvas, a pesar que la correspondiente al SAP demostró mayor productividad (Figura 2). Esto es posible, por presentar esta última un día de máxima producción (DMP) más retardado y una producción máxima (PM) mayor.

CUADRO 1. Producción de leche a 300 días, real y ajustada por la curva de lactancia, del sistema de alta producción

TABLE 1. Observed milk yield in 300 days and fitted by the lactation curve, of the intensive production system

Año	Día máxima producción DMP	Producción máxima PM (lt/día)	Producción ajustada a 300 días (lt) ¹	Índice de declinación mensual	Producción total real obtenida en 300 días (lt)	Kilos concentrado/lt de leche
1982	55	26,9	6.209 a	6,60	6.188	0,318
1983	53	26,6	6.386 ab	5,81	6.240	0,315
1984	42	27,5	6.619 b	5,33	6.630	0,297

¹ Letras diferentes, indican diferencias estadísticas según Duncan ($P \leq 0,05$).

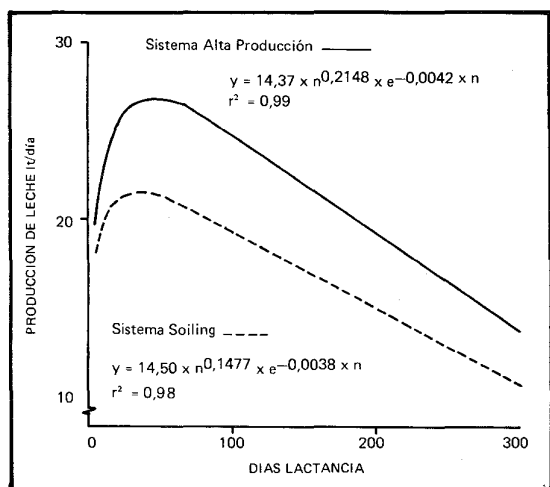


FIGURA 2. Curvas de lactancia para los sistemas soiling y de alta producción.

FIGURE 2. Lactation curves for the soiling and intensive production systems.

La producción obtenida a los 60 días en el grupo SAP, resultó ser mayor en un 16,7% a la observada en la masa bajo soiling (SS), diferencia que al cabo de 300 días de lactancia, representó una mayor producción de un 20,83% (Cuadro 2).

Por otro lado, se pudo apreciar que el consumo de concentrado/litro de leche producido en SAP, tuvo tendencia a ser menor en la última temporada (Cuadro 1), fundamentalmente debido a un aumento en la productividad.

Resultados económicos

El costo básico de alimentación (Cuadro 3) de una vaca/lactancia en SAP fue 37,9% más alto que en SS, con un valor diferencial de US\$134,9. Los ítemes de mayor incidencia en SS corresponden al forraje verde (soiling) y al ensilaje de maíz, representando ambos un 71% del total. Mientras que en SAP, los costos del forraje (soiling) y del concentrado fueron los de mayor importancia, significando un 73% del total.

CUADRO 2. Indices de leche, promedio de 3 años para el sistema "soiling" y el sistema de alta producción

TABLE 2. Average lactation indexes for 3 years, for the soiling and intensive production systems

Sistema	DMP (día)	PM (lt/día)	Producción acumulada al día:		Producción del día 300	IDM (%)	Kilos concentrado/lt de leche
			60	300			
Soiling	39	21,5	1.236	5.100	10,8	5,73	0,055
Alta producción	51	27,0	1.502	6.442	13,9	5,86	0,310

DMP: Día máxima producción; PM: Producción máxima; IDM: Índice de declinación mensual.

CUADRO 3. Costos variables para el sistema soiling (SS) y el de alta producción (SAP): US\$/vaca/año y centavos de US\$/lt

TABLE 3. Variables costs for the soiling system (SS) and the intensive production system (SAP) US\$/cow/year and US cents/lt

Items	SS		SAP	
	US\$/vaca año	Centavos US\$/lt	US\$/vaca año	Centavos US\$/lt
Soiling alfalfa	179,8	3,53	128,6	2,03
Heno alfalfa	27,4	0,54	46,3	0,73
Ensilaje maíz	72,7	1,43	28,0	0,44
Concentrado	33,1	0,65	232,8	3,67
Jornales	22,7	0,45	27,2	0,43
Interés capital circulante	20,1	0,39	27,8	0,44
Total	355,8	6,99	490,7	7,74

Por otra parte, el costo unitario del litro de leche en SAP fue 0,75 centavos de dólar más caro que en SS.

En el Cuadro 4, se presenta los retornos netos/vaca lactancia, para SS y tres años de SAP, a diferentes niveles de precios para leche, soiling y concentrado. El máximo retorno neto se obtuvo en SAP₃ (US\$689/vaca lactancia) y el mínimo en SAP₁ (US\$157/vaca lactancia). Kearl, Harris y Fannesbeck (1976) muestran un máximo retorno de US\$800/vaca lactancia, bajo una relación de precios concentrado/leche = 0,33 y un consumo de 0,50 kg de concentrado/litro de leche.

El mismo estudio señala un mínimo de retorno neto de US\$341/vaca lactancia, con una relación de 0,70 y un consumo de 0,25 kg de concentrado/litro de leche.

El análisis marginal (Cuadro 5) sólo resultó rentable al pasar de SS a SAP₃, con una tasa de retorno marginal de 61,2%. Los otros niveles estudiados, dieron rentabilidades marginales entre 15 y 20%, valores que no son económicamente viables.

CUADRO 4. Retornos netos para dos sistemas de producción de leche (SS: soiling; SAP: alta producción, tres años), a diferentes precios de leche, forraje soiling y concentrados (US\$/vaca lactancia)

TABLE 4. Nets returns for two milk production systems (SS: soiling; SAP: intensive, for three years) at various prices for milk, soiling forage and concentrate (US\$/305 days lactation/cow)

Precio de leche Py (US\$/lt)	Precios de Insumos		Relación Px/Py		Retornos netos/lactancia			
	Px ₁ soiling (US\$/kg m.s.)	Px ₂ concentrado (US\$/kg m.s.)	Px ₁ /Py	Px ₂ /Py	SS	SAP ₁	SAP ₂	SAP ₃
0,118	0,03	0,118	0,25	1,00	301	324	330	376
0,118	0,04	0,142	0,33	1,17	247	240	246	293
0,118	0,05	0,165	0,42	1,42	192	157	163	209
0,142	0,03	1,118	0,21	0,86	422	470	477	533
0,142	0,04	0,142	0,29	1,00	367	387	394	449
0,142	0,05	0,165	0,36	1,21	313	303	311	366
0,165	0,03	0,118	0,18	0,71	542	616	625	689
0,165	0,04	0,142	0,24	0,82	488	533	542	606
0,165	0,05	0,165	0,29	1,00	433	449	458	522

¹ US\$: 211,50 pesos (abril 1987).

Fuente: Chile, Ministerio de Agricultura. Separata de antecedentes estadísticos 1978-1986.

SS: Sistema Soiling; SAP₁: Sistema Alta Producción año 1982; SAP₂: Sistema Alta Producción año 1983; SAP₃: Sistema Alta Producción año 1984.

CUADRO 5. Análisis marginal de los sistemas soiling (SS) y de alta producción (SAP)

TABLE 5. Marginal analysis of the systems soiling (SS) and intensive milk production (SAP)

Sistema	Costo variable US\$/vaca	Retorno neto US/vaca	Cambio Respecto Niveles		
			Marg. R.N. US\$/vaca	Marg. C.V. US\$/vaca	TRM (%)
SAP ₃	490	449	82	134	61,2
SS	356	367			

TRM: tasa retorno marginal.

CONCLUSIONES

La aplicación de un programa de alimentación intensivo se tradujo en un mejoramiento progresivo de la productividad de los animales seleccionados, observándose crecientes volúmenes de leche, mejoría en la persistencia de la curva de producción y menor consu-

mo de concentrado/litro de leche, en las sucesivas temporadas.

El estudio económico justifica el cambio de SS a SAP₃, al presentar un retorno marginal de 61,2%, valor límite para ser recomendada su adopción, debido a una serie de riesgos que involucra el cambio.

RESUMEN

Durante tres años se desarrolló, en la Est. Exp. La Platina (INIA, Santiago), un estudio tendiente a evaluar la respuesta productiva y el resultado económico, al someter un grupo de vacas a un sistema de alimentación intensiva (SAP), contrastándolo con otra situación con vacas de menor productividad y menor uso de concentrado.

De la masa de 200 vacas Holstein Friesian de la Estación, se extrajo 25 de dos o más partos, que habían demostrado altos rendimientos en lactancias anteriores. Estas recibieron concentrado (3 kg/an./día), por dos semanas antes del parto. Después del parto, quedaron a prueba por 60 días, consumiendo el 50% del requerimiento diario de m.s. en concentrado y el resto en forrajes: alfalfa (soiling en primavera-verano-otoño) o mezcla de ensilaje de maíz y heno alfalfa (60: 40, en invierno). Integraron el grupo experimental los animales que, al cabo de 60 días de lactancia, alcanzaron una producción acumulada de 1.500 lt;

con ellos se formaron dos grupos, según la producción/día en esa fecha (≤ 22 y > 22 lt/día), recibiendo 4 y 8 kg/día de concentrado, más forraje a discreción, respectivamente. Las producciones de leche se ajustaron según la curva de Wood ($y = an^b e^{-cn}$).

De la primera a la tercera temporadas, las producciones aumentaron significativamente (6.188a, 6.240ab y 6.630b lt; $P \leq 0,05$); el porcentaje de declinación mensual se redujo (6,60, 5,81 y 5,33%/o); y el consumo de concentrado también disminuyó (0,318; 0,315 y 0,297 kg/lt de leche).

El estudio económico, desarrollado a través de presupuestación parcial, concluyó que solamente se justificaría cambiar del nivel SS al SAP₃, lográndose una rentabilidad de 61,2%/o, valor que está en el límite para ser recomendada su adopción, considerando una serie de riesgos que involucra el cambio.

LITERATURA CITADA

- KEARL, L.C., HARRIS, L.E., and FONNESBECK, L.E. 1976. Models for maximizing profit through diet formulation. First International Symposium: Feed Composition, Animal Nutrient Requirements and Computerization of Diets. July 11-16, 1976, Utah State University. Logan, Utah, USA.
- PEDRAZA G., CARLOS, RODRIGUEZ S., DAVID. 1988. Nuevo índice para medir declinación y/o persistencia de la curva de leche. Agricultura Técnica (Chile) 48 (4): 341-344.
- PERRIN, RICHARD K., WINKELMAN, DONALD L., MOSCARDI, EDGARDO R., y ANDERSON, JOCK R. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. Folleto de Información N° 27. p.: 1-21.
- SOLKNER, J. and FUCHS, W. 1987. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. Livest. Prod. Sci. 16: 305-319.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216 (14): 164-165.