

DETERMINACION DE UNA MEZCLA CONCENTRADA Y
BALANCEADA ECONOMICAMENTE OPTIMA, DESTINADA
A SUPLEMENTAR LA ALIMENTACION DE VACAS
LECHERAS EN PRODUCCION (1)

Por JUAN CARLOS GUEVARA

SUMMARY

In the winter 1969 an essay was carried out in order to determine the best concentrate, among three used, from both economic and technical points of view, as supplement in the feeding of lactating dairy cows.

Three treatments were compared. In all treatments, alfalfa hay of Mendoza was the basic feed. This hay provided both maintenance and production of 6 kg. of milk with 4% fat requirements. Three concentrates supplied the 14 kg. additional of milk nutrient requirements. These concentrates were the following:

- A - "Cargill 16 % lecheras" (a comercial product)*
- B - Mixture of maize meal, urea and vitaminic supplement (A-D₃)*
- C - Mixture of maize meal, wheat bran and vitaminic supplement (A-D₃)*

The concentrates "B" and "C" were prepared in the Institute of Agricultural Economics of the Faculty of Agronomics.

Six dairy cows were assigned to a double Latin square balanced for residual effects.

Significant differences were not found neither in fat corrected milk (FCM) nor in liveweight change.

INTRODUCCION

En los tambos estabulados y semiestabulados, el suplemento concentrado adquiere fundamental importancia en la alimentación del

(1) El presente trabajo fue realizado en el Instituto de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias, durante la tenencia de la beca de iniciación en la investigación, otorgada por la Comisión Asesora de Promoción de la Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo.

ganado lechero. Ello ocurre como consecuencia de la necesidad de aprovechar totalmente la capacidad productiva del plantel lechero. El tambo explotado en estas condiciones permite y necesita, además, realizar una mayor selección del plantel hasta llevarlo a un alto nivel productivo, que no es compatible con una alimentación basada exclusivamente en forrajes voluminosos. Es así, que en estas condiciones, las vacas lecheras necesitan elementos nutritivos adicionales, procedentes de alimentos balanceados de acuerdo a normas de alimentación, que contengan proteínas, vitaminas, elementos minerales y todos los nutrientes necesarios para vacas de alta producción. Este estudio ha tenido por objeto realizar un análisis comparativo entre mezclas diferentes de concentrados para llegar a determinar la más conveniente desde el punto de vista técnico-económico.

MATERIAL

Se usó como forraje básico heno de alfalfa producido en Mendoza, que suministró los nutrientes necesarios para el mantenimiento de las vacas y la producción de 6 kg. de leche con 4 % de grasa butirosa. Para cubrir los requerimientos nutricios correspondientes a 14 kg. adicionales de leche, se emplearon tres mezclas concentradas y balanceadas. Una de ellas fue un producto comercial y las dos restantes se programaron en el Instituto de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias.

A — Heno de alfalfa

La composición media del heno de alfalfa, en g%g, según los análisis realizados en la Cátedra de Química Agrícola de la citada Facultad, es la que sigue:

Sustancias nutritivas		
digestibles totales (SNDT)	51,80	
Proteína digestible (PD) ..	10,53	
Ca	1,13	MORRISON (7)
P	0,18	MORRISON (7)

B — Raciones concentradas y balanceadas

1 — Ración concentrada y balanceada "A"

Es el producto comercial "Cargill 16% lecheras". Su composición, en %, suministrada por la empresa que lo fabrica, es la que se da seguidamente:

Proteínas, no menos de	16,0
Grasas, no menos de	2,5
Fibra, no más de	8,0
Calcio	0,7
Fósforo	0,6
Materias minerales totales	7,0

Vitamina A (U.I./100 g)	600
Vitamina D ₃ (U.I./100 g)	140
Hidratos de carbono	57
Relación nutritiva	1:5

2 - Ración concentrada y balanceada "B"

Está formada por harina de maíz y urea. La composición de la harina de maíz, en g%g, es la siguiente:

SNDT	:	82,20	REVUELTA GONZÁLEZ (8)
PD	:	7,13	REVUELTA GONZÁLEZ (8)
Ca	:	0,02	LEROY (6)
P	:	0,27	LEROY (6)

La urea usada contiene 46% de nitrógeno. Teniendo en cuenta que 100 g de proteínas contienen, término medio, 16 g de nitrógeno, 1.000 g de urea corresponden, teóricamente, a 2,875 kg de proteína bruta.

La transformación de la urea en proteína bruta, por parte de los rumiantes, alcanza valores aproximados al 70%⁴. En consecuencia, 1.000 g de urea corresponden a 2,013 kg de proteína bruta. La digestibilidad de esta proteína asume valores que oscilan entre 65% y 90%⁵. Por cuanto hemos considerado un valor medio de digestibilidad del 70% resulta, en definitiva, que 1.000 g de urea se transforman en 1.409 kg. de proteína digestible. Quiere decir entonces, que la ingestión de 1.000 g de urea proporciona a las vacas lecheras, aproximadamente, 1,41 kg de proteína digestible y, al mismo tiempo, 1,41 kg de sustancias nutritivas digestibles totales.

La obtención de una mezcla concentrada y balanceada destinada a la producción de leche, exige que los nutrientes que la componen (proteína digestible, sustancias nutritivas digestibles totales, etc.) conserven la relación óptima para tal fin.

Teniendo en cuenta el cálculo de necesidades nutritivas para la producción de 14 kg de leche, con 4% de grasa butirosa, que se da más adelante, la cantidad de cada uno de los componentes que debía formar la mezcla, se calculó mediante el siguiente planteo matemático:

$$\begin{aligned} 0.071 x_1 + 1,41 x_2 &= 686 \\ 0.822 x_1 + 1,41 x_2 &= 4.480 \end{aligned}$$

O sea, la cantidad, en g de proteína digestible que contiene 1 g de harina de maíz (0.071), por los gramos a utilizar de la misma (x_1), más la cantidad, también en gramos, de proteína digestible que proporciona 1 g de urea (1,41), por los gramos a utilizar de ésta (x_2), debe ser igual a los gramos de proteína digestible necesarios para producir 14 kg de leche con 4% de grasa butirosa (686). Las mismas consideraciones caben al tener en cuenta las sustancias nutritivas digestibles totales.

Resolviendo el sistema de ecuaciones planteado, se obtuvieron los valores siguientes:

$$\begin{aligned}x_1 &= 5046,74 \text{ g de harina de maíz} \\x_2 &= 231,89 \text{ g de urea}\end{aligned}$$

Entre estos valores de x_1 y x_2 existe la relación siguiente: 1:21,76 (1 de urea y 21,76 de harina de maíz).

Por lo tanto, la mezcla concentrada y balanceada quedó integrada de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}10 \text{ kg de urea} \\218 \text{ kg de harina de maíz}\end{aligned}$$

Se adicionó, además, 0,2 kg de suplemento vitamínico A-D₃, que contiene 350.000 U.I./100 g de vitamina A y 35.000 U.I./100 g de vitamina D₃.

La composición de la mezcla resultante, en g/g, es la que se indica a continuación:

SNDT	:	84,78
PD	:	13,00
Ca	:	0,019
P	:	0,258
Relación nutritiva	:	1:5,5

3 - Ración concentrada y balanceada "C"

Formada por afrechillo de trigo y harina de maíz.

La cantidad de nutrientes que aporta el afrechillo de trigo, en g/g, según MORRISON⁷, es la que se da seguidamente:

SNDT	:	67,2
PD	:	13,7
Ca	:	0,14
P	:	1,29

Se siguieron los lineamientos expuestos anteriormente para calcular la proporción en que debían intervenir los componentes de esta mezcla:

$$\begin{aligned}0,137 x_1 + 0,071 x_2 &= 686 \\0,672 x_1 + 0,822 x_2 &= 4.480 \\x_1 &= 3.787,51 \\x_2 &= 2.353,92\end{aligned}$$

La relación entre ambos valores es de 1:1,61 (1 de harina de maíz y 1,61 de afrechillo de trigo).

La mezcla empleada quedó integrada de la manera siguiente:

$$\begin{aligned}100 \text{ kg de harina de maíz} \\161 \text{ kg de afrechillo de trigo} \\0,2 \text{ kg de suplemento vitamínico A-D}_3\end{aligned}$$

La composición, en g%g, de dicha mezcla es la siguiente:

SNDT	: 72,95
PD	: 11,18
Ca	: 0,094
P	: 0,899
Relación nutritiva:	1:5,5

Se utilizaron seis vacas lecheras Holando Argentino p.p.c., que reunían, en la medida de nuestras posibilidades, características de homogeneidad. Habían pasado el pico máximo de producción de leche. Su producción promedio oscilaba alrededor de 20 kg/cabeza/día.

Método y ensayo experimental

Se calcularon los requerimientos nutritivos de las vacas, en base a las normas de alimentación de MORRISON ⁷.

Necesidades nutritivas, en g, por cabeza y por día, para mantenimiento y producción de 6 kg de leche.

	SNDT	PD	Ca	P
<i>Mantenimiento</i> (500 kg de peso vivo)	3.900	320	11,0	11,0
<i>Producción de leche</i> (6 kg de leche con 4 % de grasa butirosa)	1.920	294	13,2	10,2
<i>Total</i>	5.820	614	24,2	21,2

Necesidades nutritivas, en g, por cabeza y por día, para la producción de 14 kg de leche adicionales, con 4 % de grasa butirosa.

	SNDT	PD	Ca	P
	4.480	686	30,8	23,8

Los tratamientos a que fueron sometidas las vacas lecheras y los alimentos que se proporcionaron en cada uno de ellos, se dan en el cuadro siguiente:

Tratamientos alimenticios

Tratamientos	Forraje seco	Mezcla concentrada y balanceada
A	heno de alfalfa	"A"
B	heno de alfalfa	"B"
C	heno de alfalfa	"C"

Teniendo en cuenta las necesidades nutritivas de las vacas lecheras y la cantidad de nutrientes que proporcionan el forraje voluminoso y las mezclas concentradas y balanceadas "B" y "C", se calculó la cantidad de estos alimentos que se debía suministrar, por cabeza y por día, para cubrir dichas necesidades en cada uno de los tratamientos.

Para determinar la cantidad a proporcionar de la mezcla concentrada y balanceada "A" se siguieron las normas dadas por sus fabricantes, es decir, dar 1 kg de la misma por cada 4 kg de leche producidos.

Los valores resultantes se dan en el cuadro siguiente:

Cantidad de alimentos suministrados por cabeza y por día

Tratamiento	Heno de alfalfa kg	Mezcla concentrada y balanceada, kg
A	11,2	"A" : 3,500
B	11,2	"B" : 5,280
C	11,2	"C" : 6,140

La cantidad de alimentos calculada se proporcionó, dividida en dos partes iguales, luego de cada ordeño, en pesebres individuales. A fin de lograr la adaptación de los animales que ingirieron la mezcla que contenía urea, y, en consecuencia, favorecer la utilización de la misma, la cantidad suministrada al comienzo del periodo experimental fue aproximadamente la cuarta parte del total calculado. Posteriormente se fue aumentando el suministro, en forma gradual, hasta llegar, a los 5 ó 6 días, al total calculado.

La cantidad de urea suministrada por día fue de 231,4 g. La misma formaba parte de la ración en un 4,38%.

El diseño experimental usado fue un doble cuadrado latino de 3 x 3, con cambio sobre diseño y balanceados con respecto a efectos residuales.

El esquema del mismo, tomado de COCHRAN y COX² es el que se da seguidamente:

Esquema de diseño experimental

PERIODOS	V A C A S					
	1	2	3	4	5	6
I	A	B	C	A	B	C
II	B	C	A	C	A	B
III	C	A	B	B	C	A

Cada periodo experimental tuvo 25 días de duración. Se tomó en consideración la producción de leche obtenida en los últimos 10 días, lapso en el que, periódicamente, se extrajeron muestras de la leche producida por cada vaca para determinar su contenido en grasa butirosa. Se siguió para ello el método de GERBER.

Se promediaron los valores obtenidos de grasa butirosa. Con el dato promedio y aplicando la fórmula de GAINES³, se obtuvo la cantidad de leche de grasa corregida al 4% (L.G.C.).

Se realizó, además, la determinación de las características organolépticas de la leche producida por cada vaca.

A fin de detectar posibles variaciones del peso vivo de las vacas, éstas fueron pesadas el día décimo quinto y vigésimo quinto de cada uno de los periodos experimentales, luego del ordeño de la mañana.

Se realizaron dos ordeños diarios en forma mecánica.

La producción de leche de cada vaca fue medida, en kg, por medio de los milk-meters que están aplicados al equipo de ordeño mecánico.

RESULTADOS

Las vacas consumieron la totalidad de cada una de las mezclas concentradas y balanceadas que se les proporcionó. Esto comprueba la buena palatabilidad, tanto del producto comercial usado, como de las mezclas programadas por nosotros.

Las características organolépticas de la leche producida en los distintos tratamientos fueron muy similares. Con respecto a su sabor, la leche obtenida de las vacas que consumieron la ración "C" fue calificada como algo más dulce y agradable, siendo similar el sabor de las obtenidas con las raciones "A" y "B".

Producción de leche, en kg, correspondiente a los últimos diez días de cada periodo experimental.

PERIODOS	V A C A S					
	1	2	3	4	5	6
I	A	B	C	A	B	C
	180,00	123,50	200,75	207,75	148,25	231,00
II	B	C	A	C	A	B
	183,00	140,00	172,50	203,75	105,25	228,50
III	C	A	B	B	C	A
	160,75	89,75	163,50	213,50	76,25	183,50
Total	523,75	353,25	536,75	625,00	329,75	643,00

Grasa butirosa producida, en %, (valores medios)

PERIODOS	V A C A S					
	1	2	3	4	5	6
I	A	B	C	A	B	C
	3,68	3,23	3,28	3,68	3,23	3,28
II	B	C	A	C	A	B
	2,97	3,25	3,60	2,95	3,20	2,98
III	C	A	B	B	C	A
	3,22	2,83	3,03	3,55	3,30	2,95

Producción de L.G.C., correspondiente a los últimos diez días de cada periodo experimental

PERIODOS	V A C A S					
	1	2	3	4	5	6
I	A	B	C	A	B	C
	171,30	109,30	179,00	197,85	131,15	206,10
II	B	C	A	C	A	B
	154,80	124,25	162,15	171,65	92,65	193,55
III	C	A	B	B	C	A
	142,00	74,00	139,65	199,10	68,30	154,55
Total	468,10	307,55	480,80	568,60	292,10	554,20

Análisis de la variancia

— Producción de L.G.C. —

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	M.C.	F.
Vacas	5	23.762,48		
Periodos dentro del cuadrado	4	4.280,25		
Efectos directos (no ajustados)	2	469,55		
Efectos residuales (ajustados)	2	1.235,59	617,71	2,51
Efectos residuales (no ajustados)	2	575,59		
Efectos directos (ajustados)	2	1.129,55	564,78	2,29
Error	4	491,45	245,73	
Total	17	30.239,33		

1 % — 18,00

5 % — 6,94

Del análisis realizado se induce que las diferencias de producción de L.G.C., en cada uno de los tratamientos, no son significativas.

Variación del peso vivo de las vacas lecheras, en kg

PERIODOS	V A C A S					
	1	2	3	4	5	6
	A	B	C	A	B	C
I	+19	-9	+13	-30	-11	-12
	B	C	A	C	A	B
II	-5	+28	+24	+2	+18	+2
	C	A	B	B	C	A
III	+3	+23	-5	+15	+29	-4

El signo + precediendo a la cifra correspondiente denota aumento de peso vivo, el signo -, pérdida de peso vivo.

Análisis de la variancia

— Variación del peso vivo —

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	M.C.	F.
Vacas	5	1.023,70		
Períodos dentro del cuadrado	4	1.761,55		
Efectos directos (no ajustados)	2	550,70		
Efectos residuales (ajustados)	2	774,70	387,35	3,28
Efectos residuales (no ajustados)	2	399,62		
Efectos directos (ajustados)	2	925,85	462,93	3,93
Error	4	471,75	117,94	
Total	17	4.582,40		

1 % — 18,00

5 % — 6,94

Como consecuencia del análisis estadístico realizado, se puede inferir que las diferencias registradas en el peso vivo de las vacas no son significativas.

ANÁLISIS ECONOMICO

Como consecuencia del análisis estadístico realizado se debe admitir que no hay diferencias significativas de producción de leche cuando se suministra a las vacas, cualquiera de las tres mezclas concentradas y balanceadas estudiadas.

Se debe considerar entonces como equivalentes, desde el punto de vista de la producción de leche, a las cantidades suministradas por cabeza y por día, de las mezclas concentradas "A", "B" y "C".

Por lo tanto, el factor costo de las mezclas, es el que decide cuál de ellas es la más conveniente desde el punto de vista económico.

Costo, por kg, de las mezclas concentradas y balanceadas

Mezcla concentrada y balanceada "A"

Costo por kg \$ 30

Mezcla concentrada y balanceada "B"

a) *Materia prima:*

218 kg harina de maíz a \$ 25 el kg	\$ 5.450,00
10 kg urea a \$ 40 el kg	\$ 400,00
0,2 kg suplemento vitamínico (A-D ₃) a \$ 553 el kg	\$ 110,60

Total 228,2 kg

Costo por kg = \$ 26,12

Total \$ 5.960,60

b) *Mano de obra* necesaria para la preparación de la mezcla

A razón de \$ 0,40 por kg

Costo total, por kg de la mezcla "B" = \$ 26,52

Mezcla concentrada y balanceada "C"

a) *Materia prima:*

100 kg harina de maíz a \$ 25 el kg	\$ 2.500,00
161 kg afrechillo de trigo a \$ 15,50 el kg	\$ 2.405,50
0,2 kg suplemento vitamínico (A-D ₃) a \$ 553 el kg	\$ 110,60

Total 261,2 kg

Costo por kg = \$ 19,55

Total \$ 5.106,10

b) *Mano de obra* necesaria para la preparación de la mezcla

A razón de \$ 0,40 por kg

Costo total, por kg, de la mezcla "C" = \$ 19,95

Costo de cantidades equivalentes de las tres mezclas concentradas y balanceadas

Mezcla "A" 3,5 kg a \$ 30 el kg	\$ 105,00
Mezcla "B" 5,280 kg a \$ 26,52 el kg	\$ 140,03
Mezcla "C" 6,140 kg a \$ 19,95 el kg	\$ 122,49

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos muestran que vacas lecheras alimentadas con las distintas mezclas concentradas y balanceadas, suministradas en cantidades equivalentes de nutrientes, no presentaron diferencias significativas de producción de L.G.C. ni de variación del peso vivo.

Sin embargo, es de hacer notar que la manifestación de los efectos de determinadas deficiencias que pudieran tener las mezclas estudia-

das, por ejemplo, falta de regularidad en la presentación de los celos, gestaciones anormales, menor producción de leche, sólo con dables observar cuando se realizan pruebas a muy largo plazo. Este aspecto hablaría en favor de un alimento concentrado, que, como el producto comercial utilizado en el presente ensayo, ha sido formulado mediante programadoras, las que permiten tener en cuenta mayor cantidad de variables que las consideradas para la formulación de las mezclas concentradas y balanceadas preparadas por los autores, con métodos mecánico - manuales.

2. Es común encontrar en la bibliografía citas referentes a una depresión en la producción de leche cuando la ración a base de concentrados que se proporciona a las vacas lecheras, está integrada por más del 3% de urea. Merece destacarse que en esta experiencia no se produjo tal hecho, no obstante contener, la mezcla concentrada y balanceada "B", 4,38% de urea.

3. Para nuestras condiciones de trabajo, o sea, comprando la harina de maíz y el afrechillo de trigo en la plaza local, resulta económicamente conveniente adoptar como mezcla concentrada y balanceada el producto comercial estudiado (Cargill 16% lecheras). Esta conclusión creemos que no puede ser extendida a las condiciones de trabajo imperantes en la mayoría de los tambos existentes en Mendoza. Dichas empresas compran los granos (maíz y sorgo) y los subproductos de la molienda del trigo en la zona de producción de los mismos, transportándolos, en algunos casos, en camiones propios y, a veces, a granel. Los granos se muelen en el propio establecimiento. Con todo ello, logran mezclas concentradas y balanceadas a menor costo que los que se han tenido en cuenta en este trabajo.

RESUMEN

Durante el invierno de 1969 se realizó un ensayo con el objeto de determinar una mezcla concentrada y balanceada óptima desde el punto de vista técnico - económico destinada a suplementar la alimentación de vacas lecheras en producción.

Se compararon tres tratamientos. En todos ellos las vacas lecheras recibieron como alimento básico, heno de alfalfa de Mendoza. Este suministró los nutrientes necesarios para cubrir las necesidades de mantenimiento y producción de 6 kg de leche con 4% de grasa butirosa. Tres mezclas concentradas y balanceadas proporcionaron los nutrientes requeridos para obtener 14 kg adicionales de leche. Una de ellas fue el producto comercial "Cargill 16% lecheras". De las dos restantes, que se programaron en el Instituto de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias, una estuvo integrada por

harina de maíz, urea y suplemento vitamínico A-D₃ y la otra por harina de maíz, afrechillo de trigo y suplemento vitamínico A-D₃.

Se usaron seis vacas lecheras Holando - Argentino p.p.c., que se agruparon en un doble cuadrado latino de 3 x 3, balanceados entre sí para efectos residuales.

No se encontraron diferencias significativas de producción de L.G.C. ni de variación de peso vivo.

El costo de las mezclas determinó que, para las condiciones de trabajo en que se realizó el estudio, el producto comercial usado era el más conveniente.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Director del Instituto de Economía Agraria, Ing. Agr. Jorge Tacchini, por sus sugerencias y por la revisión y corrección del texto.

Al Ing. Agr. Edgardo R. Moscardi y al Sr. Eduardo R. Herrera por la colaboración prestada.

A la firma Alimendoza S.R.L. por haber cedido el producto comercial usado en esta experiencia.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — ARGENTINA, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Conceptos modernos sobre nutrición animal. Buenos Aires, I.N.T.A., 1960, 306 p.
- 2 — COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Experimental designs. New York, Wiley, 1957. 611 p.
- 3 — GAINES, W. L. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 308. 1928. pp. 403-438.
- 4 — GARCÍA TOBAR, J. A. El uso de urea en la alimentación de rumiantes. Proyección Rural (Argentina) N° 3:12-13. 1968.
- 5 — GROS, A. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Madrid, Mundi-Prensa, 1967. p. 152.
- 6 — LEROY, A. M. La vaca lechera. Barcelona, GEA, 1968. 263 p.
- 8 — MORRISON, F. B. Alimentos y alimentación del ganado. México, U.T.E.H.A., 1951. 2v. 1370 p.
- 8 — REVUELTA GONZÁLEZ, L. Bromatología zootécnica y alimentación animal. Barcelona, Salvat, 1963. 1088 p.