

## Influencia de tres sistemas de suplementación a largo plazo en vacas lecheras

R. García López

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana*  
*Correo electrónico: rglopez@ica.co.cu*

Se utilizaron 135 vacas Holstein tropicales (45 vacas/tratamiento), distribuidas aleatoriamente en tres sistemas de alimentación: A) suplementación con 0,45 kg de concentrado/L de leche, después del décimo litro producido, B) suplementación con 0.45 kg de concentrado/L de leche, después del quinto litro producido y C) suplementación con 0.45 kg de concentrado/L de leche, hasta la décima semana de lactación durante tres lactancias consecutivas. Las vacas tenían un peso vivo de  $505 \pm 27$  kg y permanecieron en la investigación desde la primera lactancia hasta concluir la tercera. La investigación se prolongó durante cuatro años. Los pastos se muestrearon dos veces/mes, o sea 24 veces/año, para un total de 96 muestreos en el tiempo total de la investigación. Se utilizaron pastos con edad de 24 a 32 d, en dependencia de la época del año. Los animales dispusieron de pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent), fertilizado con 400 kg de N/ha/año, con una carga animal de 3.5 vacas/ha. Se utilizó riego durante el período de escasa precipitación o seca. Con el tiempo, la producción de leche difirió entre tratamientos (3667, 3695, 3445 kg para A, B y C, respectivamente), mientras que el tratamiento B obtuvo la menor eficiencia productiva en leche (3.65 kg de leche/kg de concentrado vs 8.7 y 8.5 kg de leche/kg de concentrado en los tratamientos A y C, respectivamente). Los factores fisiológicos y productivos analizados indican que los animales con producciones menores de 4 000 kg/lactancia tienen mejores indicadores cuando se suministra concentrado a partir del décimo litro producido y el pasto base sobrepasa 10 % en sus valores proteicos, además cuando disponen aproximadamente de 20 kg de MS/d/animal.

Palabras clave: *sistema de alimentación, suplementación, pastoreo, vacas lecheras*

La inclusión y manejo de los suplementos en los sistemas de alimentación de vacas lecheras en el área tropical y templada es un tema de gran interés entre productores y técnicos (Roche 2006), sobre todo en aquellos sistemas en los que las vacas alcanzan producciones superiores al potencial que permite el pasto.

En los países tropicales y templados, el pasto se considera el alimento base en los sistemas de alimentación, lo que indica que se deben continuar los estudios referidos al manejo y mejor utilización de los pastos, para lograr la máxima eficiencia y una utilización más racional de los suplementos. Los pronósticos actuales indican 1.7 % de crecimiento en leche y 2.1 % en carne, hasta el 2030. Para lograr estas expectativas, se tendría que, entre otras cosas, incrementar eficientemente los recursos alimentarios (Deramus 2004 y Wattiaux y Howard 2007), la eficiencia reproductiva (Menéndez 2003) y las diferentes frecuencias de ordeño (Bernier-Dodier *et al.* 2010).

El objetivo de este trabajo es buscar mayor eficiencia de los suplementos, al posibilitar el mayor uso de los pastos, cuando estos son fertirrigados.

### Materiales y Métodos

Se utilizaron 135 vacas Holstein tropical (45 vacas/tratamiento), con potencial productivo menor de 4000kg/lactancia, distribuidas en tres tratamientos: A) suministro de 0.46 kg de concentrado/L de leche producido, después del décimo litro, durante toda la lactancia; B) suministro de 0.46 kg de concentrado/kg de leche, después del quinto litro, durante toda la lactancia y C) suministro de 0.46 kg de concentrado/kg de leche, des-

pués del quinto litro, hasta la décima semana de lactación. Las vacas tenían un peso vivo de  $505 \pm 27$  kg.

Los animales pastaron en un área de 38.5 ha de pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent), dividida en 29 cuarterones. Se utilizó el sistema de pastoreo lineal, donde todos los animales lactantes pastaban juntos en los cuarterones, seguidos del grupo de vacas secas. El tiempo de estancia fue de un día por grupo en ambas épocas (lluvia y seca). La carga fue de 3.5 vacas/ha. El nivel de fertilización diferido fue de 400 kg de N/ha/año (240 kg de N/ha en seca y 160 kg de N/ha en lluvia, con 80 kg de P/ha/año y 120 kg de K/ha/año). Durante la estación seca, se aplicaron nueve riegos de una lámina de agua de 50 mm.

El muestreo de pasto se realizó siempre en ocho potreros fijos, distribuidos en distintos puntos de la vaquería. El muestreo utilizado se ajustó al método de Haydock y Shaw (1975), según marco cuadrado de 0.5m<sup>2</sup>, a una altura de 10 cm del suelo.

Durante las tres lactancias estudiadas, se utilizó el mismo tipo de suplemento con similares concentraciones de nutrientes y composición variable, que como media general tuvo una concentración energética de 11.7MJ de EM/kg de MS y 16 % de PB. Como cereal principal se utilizó el maíz (aproximadamente 70 %).

Para la elaboración del análisis estadístico de la producción de leche/bimestre se definió un modelo lineal que controló los efectos de los tratamientos, el bimestre de parto y su interacción. En los casos requeridos, se utilizó la dódima de comparación múltiple de Duncan (1955). Las producciones de leche/lactancia y la media

de producción general se analizaron según diseño completamente aleatorizado.

**Procedimiento.** Se realizó un pesaje semanal de la producción de leche por vaca y se ajustó el consumo de concentrado en todos los tratamientos. Cada 15 d se muestreó 50 % de los animales en ordeño. La grasa se determinó por el método de Gerber, la proteína por el Pro-milk y los sólidos totales con un lactodensímetro. El peso vivo de los animales se determinó cada 28 d, después de ser sometidos a 16 h de ayuno.

El pasto se fertilizó durante el período de seca, después de cada rotación, y en las lluvias cada dos rotaciones. Las muestras representativas del pasto se secaron y molieron para realizar el análisis de nitrógeno, fibra ácido detergente (FAD) (van Soest *et al.* 1991) y digestibilidad *in vitro* (Minson y McLeod 1972). Las muestras de orina se tomaron por cateterización de la vejiga urinaria, y las de sangre por punción de la vena yugular.

Los ácidos bases netos se determinaron en la orina, según Kutas (1965), modificado por Lebeda (1971). El contenido de fósforo en suero y orina se determinó en un espectrofotómetro 1300 (seis animales/tratamiento).

### Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en producción de leche y consumo de concentrados se muestran en la tabla 1. La producción de leche tuvo diferencias significativas, lo que puede relacionarse con efectos residuales que se van acumulando de lactancias anteriores, ya que, según informó García López y Gómez (1980) no se habían encontrado diferencias en sistemas similares durante la primera lactancia. Esto suele ocurrir cuando el pasto es de buena calidad y los animales tienen adecuado peso

vivo (Martínez *et al.* 1976 y Gould 2007). Esto sugiere que, en trabajos con vacas lecheras, las conclusiones a largo plazo pueden variar, si los animales no logran satisfacer todas sus exigencias.

El consumo de concentrado se incrementó ( $P \leq 0.001$ ), con respecto al tratamiento suplementado después del quinto litro. La duración de la lactancia no se afectó en las condiciones en que se realizó el trabajo experimental, donde la media anual de la disponibilidad de pasto fue de 31 kg de materia seca/vaca. La eficiencia del sistema de suplementación en las condiciones de un animal de mediano potencial ( $< 4000$  L) y pastos de aceptable calidad ( $\geq 10$  % de proteína bruta) disminuye notablemente en las normas usuales, cuando se suplementa después del quinto litro, en lugar de utilizar otros métodos similares al balance alimentario. Estos permitirían ajustarse más al alimento base y al potencial productivo de los animales (Friggens 2004 y Wheeler 2008).

La composición de la leche no mostró diferencias, lo que pudiera indicar que los sistemas se ajustan bastante bien al potencial del rebaño (tabla 2). Sin embargo, la relación proteína: grasa, que es un indicativo de la correcta armonía entre las exigencias energéticas y proteicas del animal, resultó más adecuada en los tratamientos después del décimo litro y del quinto. Según este criterio, fueron menos eficientes los animales que suspendieron la suplementación en la décima semana.

Como medias anuales, el pasto utilizado registró valores de 23,8 % de MS, 11,1 % de PB, digestibilidad de 53 % y disponibilidad variable de 42 a 16 kg de MS/d, según el bimestre (tabla 3).

Para algunos indicadores fisiológicos, hubo marcadas diferencias entre tratamientos (tabla 4). Los anima-

Tabla 1. Producción y consumo de concentrado por tratamientos, media de tres lactancias

Medidas	10mo (A)	5to(B)	5to hasta 10ma semana (C)	Sig y E.E
Producción de leche. Primera lactancia	3286.0	3249.0	3244.0	106.4
Producción de leche. Segunda lactancia	3780.0	3846.0	3492.0	149.02
Producción de leche. Tercera lactancia	3907.0	3956.0	3606.0	178.46
Producción de leche promedio	3667.0 <sup>ab</sup>	3695.0 <sup>b</sup>	3445.0 <sup>a</sup>	188.00*
Consumo de concentrado/ kg	417.5 <sup>a</sup>	1012.0 <sup>b</sup>	403.7 <sup>a</sup>	58.00***
kg de leche/kg de concentrado	8.7 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	0.5***
Duración de la lactancia, semanas	41.0	40.0	38.3	1.5

<sup>ab</sup> Valores con diferentes superíndices en fila difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\* $P < 0.05$  \*\* $P < 0.001$

Tabla 2. Composición de la leche según tratamientos

Medidas	10mo(A)	5to(B)	5to hasta 10ma semana (C)	Sig y E.E
Porcentaje de grasa,	3.33	3.38	3.50	0.04
Porcentaje de proteína	3.50	3.45	3.40	0.05
Porcentaje de sólidos totales	12.01	11.94	11.94	0.04
Proteína/grasa	1.06 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>	0.001*

<sup>ab</sup> Valores con letras no comunes difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\* $P < 0.05$

Tabla 3. Disponibilidad y composición bromatológica del pasto por bimestre (media de tres años)

Medidas	Época bimestre						Sign. EE
	b6 n-d	b1 e-f	b2 m-a	b3 m-j	b4 j-a	b5 s-o	
MS, %	23.5	23.1	23.7	24.1	24.1	24.3	0.42
PB, %	11.0 <sup>b</sup>	12.0 <sup>c</sup>	10.9 <sup>b</sup>	11.2 <sup>b</sup>	10.3 <sup>a</sup>	9.9 <sup>a</sup>	0.15***
FAD, %	31.5 <sup>a</sup>	32.2 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	33.2 <sup>b</sup>	34.6 <sup>c</sup>	34.6 <sup>c</sup>	0.30***
Digestibilidad <i>in vitro</i> , %	51.3 <sup>a</sup>	52.5 <sup>ab</sup>	55.0 <sup>bc</sup>	54.6 <sup>bc</sup>	54.0 <sup>abc</sup>	55.7 <sup>c</sup>	0.97*
Disponibilidad, kg MS/ animal/ d	25.97 <sup>d</sup>	16.48 <sup>c</sup>	19.10 <sup>c</sup>	35.7 <sup>ab</sup>	42.6 <sup>a</sup>	37.0 <sup>a</sup>	1.57***

<sup>abcd</sup> Medias con diferentes superíndices difieren a P ≤ 0.05 (Duncan 1955)

\*P < 0.05 \*\*P < 0.001

Tabla 4. Valores de los índices ácido básico en la orina y niveles de fósforo en orina y suero sanguíneo de vacas en diferentes tratamientos de suplementación con concentrado

Índices	10mo (A)	5to (B)	5to hasta 10ma semana	Sig. E.E
P en suero, mg%	6.35	7.30	5.85	0.48
P en orina, mg%	3.16 <sup>a</sup>	6.30 <sup>b</sup>	2.47 <sup>a</sup>	0.30*
Urea mmol/ litro	23.70	19.60	9.55	9.5-19.5
				Valor normal
AGNE	380.00	395.00	408.00	427.00
pH orina	7.86	7.76	8.00	0.22
ABN <sup>1</sup>	87.25	53.68	114.57	14.16

<sup>ab</sup> Medias con diferentes superíndices en fila difieren a P < 0.05 (Duncan 1955)

<sup>1</sup> Ácidos Bases Netos

les que recibieron la más alta suplementación tuvieron las mayores pérdidas de ión fosfato (P < 0,05) por orina (6.30) y peor estado ácido básico (53.7), incrementándose igualmente el nivel de urea en plasma cuando disminuyó la suplementación. Con el tiempo, estos desajustes pueden ocasionar pérdidas productivas y reproductivas (Roche 2006), así como reducir el riesgo de incertidumbre (Green *et al.* 2009).

Se concluye que en el trópico, en pastos de buena calidad (≥ 10 % de proteína bruta), es posible racionalizar el uso de los concentrados. Sin embargo, al depender solo de pastos, en animales de mediano potencial lechero (≥ 4000L/lactancia) se pueden crear desajustes productivos y fisiológicos con el transcurrir del tiempo. Animales menores de 4 000 kg/lactancias podrían soportar bajos niveles de suplementación, si los pastos tienen buena calidad y disponibilidad anual por encima de los 20 kg de MS/d/animal.

### Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal por los análisis estadísticos realizados, así como a los obreros de la unidad experimental por su cooperación en el desarrollo de este experimento.

### Referencias

Bernier-Dodier, P.L., Delbecchi, G.F., Wagner, B.G., Talbot, P. & Lacasse, L. 2010. Effect of milking frequency on lactation

persistency and mammary gland remodelling in mid-lactation cows. *J. Dairy Sci.* 93:555

Deramus, H.A. 2004. Grazing management of ruminant animals in sustainable agriculture. *Outlook on Agriculture.* 33:93

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1

Friggens, N.C. 2004. Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. *Anim. Res.* 53:453

García, R. & Gómez, E. 1980. Sistemas de alimentación en vacas de mediano potencial lechero. Primera lactancia. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 14:241

Gould, B. 2007. Understanding dairy markets. *International dairy product prices. Agricultural and applied economics.* Disponible: <<http://future.aae.wisc.edu/data/weekly values/by-area/1705>> [Consultado: 20/8/2007]

Green, M.J., Medley, G.F., Bradley, A.J. & Browne, W.J. 2009. Management interventions in dairy herds: Exploring within herd uncertainty using an integrated Bayesian model. *Veterinary Res.* 25:22

Haydock, K.P. & Shaw, N.H. 1975. The comparative yield methods for estimating dry matter yield of pasture. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15:63

Kutas, F. 1965. Über die diagnostik metabolischer storungen des saurbasenleighbichts Mittels Bestimmung der netto - sauren - basen ausscheidung. *Veterinaria Academia Scientiarum Hungaricae* 15:243

Lebeda, M.A. 1971. Vyzman vysetreni Moci pro Hodnoceni acido bazických poruch v Soucasnych pod minkách veterinární laboratorii. *Veterinářsvi* 21:214

Martínez, R.O., Venereo, A. & Serrano, M. 1976. Suplementación con concentrado y producción de leche. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 10:275

- Menéndez, A. 2003. Un enfoque global sobre el comportamiento reproductivo del ganado vacuno. Revista ACPA 1:41
- Minson, D.J. & McLeod, M.N. 1972. The *in vitro* technique: its modification and estimating digestibility of large numbers of tropical pasture samples. Div. Trop. Past. Tec. Paper No. 8
- Roche, J.F. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive Efficiency. Anim. Reprod. Sci. 96:282
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Science 74: 3583
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 44, Número 1, 2010.
- Wattiaux, M.A & Howard, W.T. 2007 Alimentos para vacas lecheras. Instituto Babcock para la Investigación. Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Disponible: <[http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/06\\_s.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/06_s.pdf)> [Consultado: 6 de febrero de 2008]
- Wheeler. B. 2008. Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. Disponible: <[http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=104.GMT](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=104.GMT)> [Consultado: 7 de abril de 2008]

**Recibido: 24 de septiembre de 2008**