

# EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE AMAMANTAMIENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y EL BALANCE DEL NITROGENO EN CABRITOS<sup>ab</sup>

Sergio R. Fernández Tinoco<sup>c</sup>

Ofelia M. Robledo Sancho<sup>d</sup>

Silvia E. Buntinx Dios<sup>e</sup>

Armando S. Shimada Miyasaka<sup>f</sup>

José A. Cuarón Ibargüengoytia<sup>f</sup>

## RESUMEN

Se realizó un trabajo con 15 cabritos lactantes, sujetos a crianza artificial, para evaluar tres frecuencias de amamantamiento y los correspondientes consumos máximos obtenibles, así como el uso del nitrógeno (N) lácteo, midiendo la retención del mismo. Los animales fueron alimentados exclusivamente con leche entera de cabra a saciedad, a intervalos regulares de dos, cuatro y seis veces al día. El consumo diario de leche fue el mismo ( $1488.4 \pm 94.9$  g/cabrito;  $P > 0.10$ ), pero el consumo por toma fue menor conforme se aumentó el número diario de amamantamientos ( $b = -108.7$ /toma/cabrito,  $r^2 = 0.93$ ;  $P < 0.005$ ). La ganancia de peso fue mayor ( $b = 21.9$  g/cabrito/día,  $r^2 = 0.97$ ,  $P < 0.01$ ) según aumentaron las tomas de leche por día, lo cual mejoró la eficiencia alimenticia ( $b = 0.011$  en ganancia de peso/unidad de consumo,  $r^2 = 0.77$ ;  $p < 0.05$ ). La relación de eficiencia proteica mostró también un efecto lineal, siendo mejor en los cabritos con el mayor número de amamantamientos ( $b = 0.295$  ganancia de peso/unidad de proteína,  $r^2 = 0.78$ ;  $P < 0.05$ ). El balance de N no se alteró ( $P > 0.10$ ) por la frecuencia de alimentación pero, a pesar de la digestibilidad de la proteína ( $96.6 \pm 0.5\%$ ), hubo una alta excreción urinaria de N, lo que sugirió una elevada tasa N/energía en relación a los requerimientos; así al cubrir sus demandas de energía a partir de la leche, el consumo de N resultó excesivo.

Téc. Pec. Méx. Vol. 30 No. 2 (1992)

## INTRODUCCION

Los sistemas de producción de cabras prevalentes en México son comúnmente extensivos, caracterizándose por tener un número

relativamente alto de animales por rebaño, un uso escaso de mano de obra y una casi nula utilización de concentrados o suplementos nutricios. La producción se destina al abasto de carne (cabrito o animales adultos de descho), haciéndose patente la falta de aprovechamiento del potencial lechero de la especie. Sin embargo, si el pastoreo se restringe a cierto número de horas, existe la posibilidad de ofrecer alimentación complementaria cuando los animales no están en el campo, así como inducir las prácticas de ordeño y de aprovechamiento de la leche<sup>2</sup>.

La producción de cabritos es altamente dependiente de consideraciones nutricionales, siendo importante subrayar que las decisiones de producción, tomadas en términos de la crianza de la progenie, tienen repercusiones sobre el manejo en general

a Recibido para su publicación el 17 de enero de 1992.

b Trabajo parcialmente financiado por el Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C.

c Dirección actual: University of Illinois, Department of Animal Sciences, 328 Mumford Hall, 1301 W. Gregory Dr., Urbana, Il. 61801. U.S.A.

d Dirección actual: Calle 24 #24-62, Bogotá 10, Colombia.

e Dirección actual: North Carolina State University, Department of Animal Science, Box 7621, Raleigh, NC. 27607. U.S.A.

f Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP. Apartado postal 29-A, Querétaro, Qro. 76020.

del rebaño<sup>6</sup> y de la economía del productor<sup>7</sup>.

En un esquema de pastoreo restringido, se han realizado estudios sobre diferentes sistemas de crianza de cabritos con el objeto de maximizar la obtención de leche como una fuente adicional de ingresos el caprinocultor, sin merma en la producción y productividad de los cabritos<sup>2</sup>. En dicho estudio, se incluyó la alimentación artificial, así como el amamantamiento restringido como recursos para disminuir el consumo total de leche.

Un factor determinante para el éxito de cualquier práctica de crianza artificial es el conocimiento de los requerimientos nutricionales de los cabritos, así como del aprovechamiento de los diversos alimentos por los animales; actualmente no existe mucha información al respecto, por lo que frecuentemente se usan datos extrapolados de estudios con ovinos o vacunos<sup>9</sup>. Por ésto, se planteó el estudio de la utilización de leche de cabra por los cabritos y el efecto de la frecuencia de alimentación, con objeto de generar información que permita el diseño de otros trabajos para optimizar la crianza de cabritos, en términos de rendimiento zootécnico y redituabilidad de la explotación.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, localizado en el municipio de Colón, Edo. de Querétaro, situado a 1990 m sobre el nivel medio del mar, con clima BS<sub>1</sub>k'(w), semiseco templado, con lluvias en verano y precipitación pluvial anual de 460 a 630 mm, con temperatura media anual de 15 C<sup>11</sup>.

Se usaron 15 cabritos lactantes (nueve machos y seis hembras), todos los animales provinieron de un mismo grupo genético (7/8 de raza Nubia), los cuales, bajo un diseño totalmente al azar, se distribuyeron en tres tratamientos que consistieron en: dos, cuatro y seis tomas de leche al día, en intervalos regulares de 12, 6 y 4 horas, res-

pectivamente. Las tomas se ofrecieron con la ayuda de mamilas. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones (tres machos y dos hembras). Para evitar cualquier sesgo en los resultados, atribuible al peso de los animales al inicio del periodo de muestreo, esta variable fue incluida en el modelo como covariable.

El peso de los cabritos al nacer fue de  $2.89 \pm 0.173$  kg. Los animales fueron separados de sus madres a los dos días de nacidos, alojándolos en un corral colectivo. Una vez que se confirmó el consumo de calostro, los cabritos fueron alimentados artificial y exclusivamente con leche de cabra a saciedad, según el tratamiento asignado, i.e., en los intervalos regulares descritos como los tratamientos, adaptándose así durante 13 días al régimen de alimentación; durante este periodo, se llevó un estricto registro del consumo voluntario por toma (en g). Posterior a los primeros 13 días, los animales fueron alojados en jaulas metabólicas de acero inoxidable, provistas con piso de rejilla y bajo esta, un bastidor corredizo de ángulo con malla mosquitera (para la separación de las heces) y finalmente bajo el bastidor, una charola, también corrediza de fibra de vidrio, que por pendientes condujo la orina a una cubeta.

Previo al periodo de colección, los animales permanecieron en las jaulas metabólicas durante otros dos días, iniciándose la colección de heces y orina al tercer día; el peso inicial promedio de los animales fue de  $5.18 \pm 0.126$  kg a los 18 días de edad.

Los animales consumieron una mezcla de leches provenientes de la ordeña de cabras en producción, la cual fue muestreada y congelada diariamente; al final del periodo experimental se mezclaron las muestras obtenidas, tomándose una submuestra para analizar la composición de la misma en cuanto a porcentaje de nitrógeno por el método de Kjeldahl<sup>12</sup> y porcentaje de grasa por el método de Gerber<sup>3</sup>. La composición analizada de la leche resultó ser de:  $0.53 \pm 0.065\%$  de nitrógeno ( $N \times 6.38 = 3.41\%$ ) y  $4.1 \pm 0.57\%$  de grasa butírica.

Para marcar la primera y última tomas de

leche del período de colección y distinguir las heces producto de éstas, se mezcló óxido férrico (como indicador), a una concentración equivalente al 1.0% del peso de la dosis de leche, sólo en esta ocasión, así como al ofrecer la última toma al día siete del período experimental, se restringió el consumo al 90% del promedio por toma observado para cada animal (para evitar rechazos en la leche marcada).

A partir de que las excretas aparecieron marcadas, éstas se juntaron, mezclaron y pesaron una vez al día, tomándose una muestra equivalente al 10% del peso del material colectado y se procedió a determinar el porcentaje de materia seca en estufa de aire forzado a 100 C por 24 h, según las recomendaciones de Tejada<sup>12</sup>, una vez secas las muestras se molieron y guardaron. Al final del período de colección, las muestras fueron mezcladas, se tomó una submuestra representativa y se determinó el porcentaje de nitrógeno en base seca por el método de Kjeldahl<sup>12</sup>.

Diariamente a la misma hora, se colectó la orina de las cubetas, las cuales contenían 10 ml de HCl 6 N para prevenir fermentación y volatilización del N. Se midió el volumen excretado de orina y se tomó una alícuota equivalente al 15% de este y se congeló. Al final del período experimental, se descongelaron las muestras, se mezclaron y se tomó una muestra de 3 ml para determinar la concentración de nitrógeno por el método de Kjeldahl<sup>12</sup>.

Las variables de respuesta analizadas fueron: ganancia de peso (g/día/cabrito), consumo de leche diario y por toma (g/cabrito), eficiencia alimenticia (ganancia de peso/unidad de leche consumida), eficiencia de utilización de proteína (ganancia de peso/unidad de proteína consumida), así como el consumo, digestibilidad y retención de nitrógeno. Se realizó un análisis de covarianza con los datos y con los efectos significativos ( $P \leq 0.10$ ), se utilizó la metodología de polinomios ortogonales para encontrar la ecuación que mejor expresara la relación entre las variables dependientes e independientes<sup>1</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El consumo de leche por toma en los cabritos fue menor conforme aumentó la frecuencia de alimentación (Cuadro 1), mostrando esta respuesta un comportamiento lineal ( $P < 0.005$ ):  $Y = 879.5 - 108.74(X)$ ,  $r^2 = 0.93$ , en donde,  $Y = \text{g/toma/cabrito}$  y  $X = \text{número de tomas/día}$ . Sin embargo, el consumo diario de leche fue el mismo, independientemente de la frecuencia de alimentación ( $1490 \pm 94.9 \text{ g/cabrito}$ ), lo que indica que los animales ingiriendo leche un menor número de veces al día alcanzaron a compensar aumentando el consumo total por toma, lo cual sugiere que, en función de la capacidad de consumo, dos tomas diarias pueden ser suficientes.

No obstante lo anterior, la ganancia de peso fué linealmente mayor ( $P < 0.10$ ) al incrementar la frecuencia de alimentación, descrito esto por la ecuación:  $Y = 146.2 + 21.9(X)$ ,  $r^2 = 0.97$ , en donde,  $Y = \text{g/día/cabrito}$  y  $X = \text{número de tomas/día}$ . Esta situación concuerda con lo observado en becerros por Gibson<sup>4</sup>, en donde, al aumentar el número de tomas de una o dos a cuatro por día, se logró aumentar la ganancia de peso.

En virtud de que el consumo de leche fue el mismo y la ganancia de peso se mejoró con la mayor frecuencia de alimentación, en consecuencia se observó una mejora en la eficiencia alimenticia. La respuesta fue lineal ( $P < 0.05$ ) y se describe con la siguiente ecuación:  $Y = 0.114 + 0.011(X)$ ,  $r^2 = 0.77$ , en donde,  $Y = \text{eficiencia alimenticia (ganancia/consumo)}$ , en función del número de tomas diarias. Estas observaciones coinciden con las de Mitchell y Brodbent<sup>5</sup> en becerros lactantes ya que, al ofrecer la misma cantidad de leche restringiendo los períodos de alimentación a uno o dos por día, contra el acceso a libertad, resultó en que el aumento en el número de comidas indujo una mejor eficiencia.

La explicación propuesta<sup>4,5</sup> para el comportamiento descrito sugiere que, cuando el intervalo entre comidas se aumenta, puede ocurrir un estado de privación en el flujo de

CUADRO 1. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRITO EN RESPUESTA A LA FRECUENCIA DE AMAMANTAMIENTO.

Consumo de leche:	AMAMANTAMIENTOS/DIA <sup>a</sup>			EEM
	2	4	6	
Por toma, g/cabrito <sup>b</sup>	697	374	262	25.051
Por día, g/cabrito	1392	1500	1573	94.873
Ganancia de peso, g/cabrito/día <sup>c</sup>	199	216	287	18.362
Ganancia/Consumo, g <sup>d</sup>	0.14	0.14	0.19	0.134

<sup>a</sup> N = 15. El peso inicial fue de  $5.2 \pm 0.13$  kg (COVARIABLE)

<sup>b</sup> Respuesta lineal ( $P < 0.005$ ).

<sup>c</sup> Respuesta lineal ( $P < 0.01$ ).

<sup>d</sup> Respuesta lineal ( $P < 0.05$ ).

EEM = Error Estándar de la Media

nutrientes a los tejidos, que resulta en la movilización tisular de metabolitos para mantener homeostasis y cubrir con ésto las necesidades prioritarias del animal, concretamente de glucosa vía glucogenólisis seguida de gluconeogénesis<sup>13</sup>.

El consumo de nitrógeno (N) no se alteró por la frecuencia de alimentación ( $8.8 \pm 0.6$  g/cabrito/día, (Cuadro 2), situación que obedeció a que el consumo diario de leche fuera similar en todos los animales, independientemente del número de comidas al día. La digestibilidad del N ( $96.64 \pm 0.46\%$ ) tampoco mostró efectos atribuibles a la frecuencia de alimentación, siendo ésta en general alta, lo que concuerda con lo señalado en la literatura para la proteína de la leche<sup>13</sup>.

Al expresar el N retenido como porcentaje del consumido, los valores observados fueron bajos, pero no atribuibles a los tratamientos ( $56.56 \pm 3.89\%$ ); el cálculo del N retenido en función del digerido, mostró una situación similar de baja eficiencia, i.e., valores reducidos y no como consecuencia del número de tomas de leche al día ( $58.53 \pm 4.01\%$ ).

Estos resultados pudieron ser producto de que el aporte de proteína (N) haya excedido los requerimientos ya que, al consumirse una cantidad excesiva de proteína, aún a

pesar de que ésta tenga un alto valor biológico, los aminoácidos sobrantes no se integran a la síntesis de proteína, ocurriendo entonces un desperdicio del N, debido a que los esqueletos carbonados de los aminoácidos se destinarán a su uso como fuente de energía (i.e., gluconeogénesis, lipogénesis) y el N producto de las reacciones de desaminación se conducirá a su eliminación vía la síntesis hepática de urea y su excreción urinaria<sup>8</sup>.

El comportamiento observado con respecto a la digestibilidad y retención del nitrógeno y el crecimiento, coincide con los resultados de otros autores<sup>4,5,13</sup> con animales lactantes de las especies rumiantes. A pesar de que la retención de nitrógeno fué relativamente baja, al relacionar la ganancia de peso por unidad de proteína consumida, se observó un efecto lineal en respuesta a la frecuencia de alimentación ( $P < 0.05$ ):  $Y = 3.07 \pm 0.295(X)$ ,  $r^2 = 0.78$ , ganando más peso los cabritos por unidad de proteína consumida al aumentar el número de tomas de leche al día, mismo que se puede explicar en función de la discusión en el párrafo anterior; la ausencia de efectos por la frecuencia de alimentación sobre el balance del nitrógeno, obedeció entonces a la confusión inducida por el exceso en la excreción urinaria de nitrógeno.

CUADRO 2. BALANCE DE NITROGENO EN CABRITOS EN RESPUESTA A LA FRECUENCIA DE AMANTAMIENTO.

	AMAMANTAMIENTOS/DIA <sup>a</sup>			EEM
	2	4	6	
<b>N, g/cabrito/día:</b>				
Consumido	8.30	8.90	9.30	0.560
Fecal	0.27	0.34	0.28	0.035
Digerido	8.00	8.60	9.10	0.563
Urinario	3.28	3.42	3.71	0.182
Retenido	4.71	5.14	5.35	0.639
<b>N, %:</b>				
Digestible	96.70	96.10	97.10	0.460
Retenido/Consumido	56.60	56.50	56.50	3.900
Referido/Digerido	58.50	58.80	58.30	4.010
Ganancia de peso/ Consumo de proteína, g <sup>b</sup>	3.80	3.90	5.00	0.360

<sup>a</sup> N = 15.

EEM = Error Estándar de la Media

<sup>b</sup> Respuesta lineal ( $P < 0.05$ )

Consecuentemente, éstos resultados sugieren que los cabritos consumieron un exceso de nitrógeno, presumiblemente, en consecuencia de una baja densidad energética de la leche. El consumo de energía es uno de los factores que rigen el consumo voluntario de alimento<sup>10</sup>, por lo que, los cabritos al tratar de cubrir sus necesidades energéticas, excedieron el consumo de nitrógeno, dada una elevada relación N/energía biodisponible en la leche de cabra, exceso que ocasionó una alta excreción de N en la orina, resultando por lo tanto en los bajos valores de retención del mismo.

Con respecto al mejor comportamiento productivo de los animales, todo parece indicar un uso más eficiente de la energía ya que, conforme se aumentó la frecuencia de alimentación, como en el trabajo de Williams *et al*<sup>13</sup>, sólo se detectó una mejora en la ganancia diaria de peso, sin que esta se pudiera asociar a cambios en la digestibilidad del N; los autores citados mencionaron en cambio, mejoras en la digestibilidad de la

grasa cuando el número de amamantamientos se aumentó.

En conclusión, es necesario el estudio detallado de las relaciones N/energía en el alimento (leche o sustitutos) que se ofrezca a los cabritos. Al aumentar la energía (por ejemplo, adicionando grasas), se podría evitar un consumo excesivo de proteína y limitar el consumo. Una vez conocidas las mejores relaciones entre estos grandes grupos de nutrimentos, se podrá observar como afecta la frecuencia de alimentación el uso de los mismos, lo que permitirá estar en condiciones de formular un alimento que sustituya a la leche en la alimentación de los cabritos, liberando la producción de esta para la venta. De momento, es evidente que mientras menor sea el intervalo entre amamantamientos y mayor el número de comidas diarias, mayor será la eficiencia de uso de la leche para la crianza ya que, partiendo de dos, al aumentar el número de tomas al día, el resultado será un aumento de cerca de 20 g diarios en la ganancia de peso por

cada toma adicional, sin que esto necesariamente signifique un mayor consumo de leche.

## SUMMARY

To evaluate the effect of suckling frequency on maximum milk intake and nitrogen balance (NB) in artificially reared kids, an experiment was conducted with 15 animals fed to satiety with whole goat's milk at 12, 6 or 4 h intervals (i.e., two, four or six meals/day). Daily total milk intake was not affected ( $P > 0.01$ ) by feeding frequency ( $1488 \pm 94.9$  g/kid). Milk ingestion per meal was decreased linearly ( $P < 0.005$ ) by increasing the number of meals/day ( $b = -108.7$  g/kid/meal,  $r^2 = 0.93$ ). Weight gain, feed efficiency and protein efficiency rate showed a positive linear response ( $P < 0.05$ ) to increased number of meals/day: gain  $b = 21.9$  g/kid/day,  $r^2 = 0.97$ ; feed efficiency  $b = 0.011$ ,  $r^2 = 0.77$  and protein efficiency rate  $b = 0.295$ ,  $r^2 = 0.78$ . Suckling frequency did not affect NB ( $P > 0.10$ ) and although milk protein digestibility was high ( $96.6 \pm 0.5\%$ ), there was a large urinary N excretion and, consequently, there was an overall low N retention ( $58.5 \pm 4.0\%$ ) of the digested N). This results suggest a high nitrogen/energy ratio in goat's milk, as compared to the kid's requirements. As the animals met their energy needs, N intake was excessive, therefore milk enrichment with energy (e.g., fat), coupled to a greater number of meals/day should result in improved milk use.

## LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, L.V. and McLEAN, R.A. 1974. Design of Experiments. A Realistic Approach. 1a. ed. *Marcel Dekker, Inc.* New York, U.S.A.

2. BUNTINX, D. S. CUARON I, J.A. y ROBLEDO S, O. 1990. Sistema de crianza de cabritos bajo un esquema de pastoreo restringido. *Téc. Pec. Méx.* 28(1) 8.

3. GERBER, N. y SCHNEIDER, K. 1960. Tratado Práctico de los Análisis de la Leche y del Control de los Productos Lácteos. Ed. *Dossat, S.A.* Madrid, España. p. 20-41.

4. GIBSON, J.P. 1981. The effects of feeding frequency on the growth and efficiency of food utilization of ruminants: an analysis of published results. *Anim. Prod.* 32:275.

5. MITCHELL, C.D. and BROADBENT, P.J. 1973. The effect of level and method of feeding milk substitute and housing environment on the performance of calves. *Anim. Prod.* 17:245.

6. MORAND.FEHR, P., HERVIEU, J., BAS, P. and SAUVANT, D. 1982. Feeding of young goats. *Proc. 3rd. Int. Conf. on Goat Prod. and Disease.* University of Arizona, Tucson, U.S.A. p. 90-104.

7. MOWLEM, A. 1982. Rearing dairy goat kids using milk replacer. *Proc. 3rd. Int. Conf. on Goat Prod. and Disease.* University of Arizona, Tucson, U.S.A. p. 491 (resúmen).

8. MURRAY, R.K. GRANNER D.K. MAYES, P.A. and RODWELL, V.W. 1988. Harper's biochemistry (21 Ed.) *Appleton and Lange*, East Norwalk, CT., U.S.A. p. 350.

9. N.R.C. 1981. Nutrient Requieriments of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. 1a. ed. *National Academy Press*, Washington, D.C., U.S.A. p. 1-9.

10. N.R.C. 1987. Predicting Feed Intake of Food-producing Animals. 1a. ed. *National Academy Press*. Washington, D.C., U.S.A. p. 13-14.

11. SORIA, R.J. AVELDAÑO, R. y ORTIZ, L. 1987. Levantamiento fisiográfico del Edo. de Querétaro. *CIFAP-Guanajuato. INIFAP-SARH.* p. 135.

12. TEJADA DE HERNANDEZ, I. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. 1o. ed. *PAIEPEME, A.C.* México, D.F.

13. WILLIAMS, P.E.V., FALLON, R.J. BROCKWAY, J.M. INNES, G.M. and BREWER, A.C. 1986. The effect of frequency of feeding milk replacer to pre-ruminant calves on respiratory quotient and the efficiency of food utilization. *Anim. Prod.* 43:367.