

EVALUACIÓN DE DIETAS ALTAS EN CONCENTRADO EN NOVILLOS HOLSTEIN

O. E. Escobar Castelán, J. R. Hernández Salgado, J. Jaimes Jaimes

Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

RESUMEN. El objetivo fue evaluar el efecto del sistema de alimentación a base de 100 % de concentrado, en finalización de novillos, realizado en la Unidad de Producción 18 de Julio, ubicada a 2 km al este de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Se utilizaron 20 novillos de raza Holstein, con un peso vivo (PV) promedio inicial de 250 kg. Se colocaron en corrales individuales y distribuidos aleatoriamente. Los tratamientos fueron: dieta con forraje y dieta con concentrado, con 10 repeticiones cada tratamiento. El análisis estadístico se realizó por el método PROC MIXED para un diseño completamente al azar; aleatorizando pesos iniciales al comenzar la prueba de alimentación. Se ofrecieron dietas completas a partir del 16 de Junio de 2004, con mediciones semanales de consumo de alimento a partir del 23 de Junio de 2004. Se evaluó la productividad con base en el peso vivo individual, tomando el peso inicial el 16 de Junio de 2004, y pesados cada 28 días. Los resultados indican: los novillos que tuvieron una dieta con forraje mostraron mayor consumo de alimento al final de la prueba de alimentación ($P < 0.05$), con respecto a ganancia diaria de peso no hubo diferencia ($P > 0.79$).

Palabras clave: Dieta de concentrado, novillos Holstein, peso vivo.

SUMMARY. This study was carried out at "18 de Julio" dairy farm with the objective to evaluate the effect of a feeding system utilizing concentrate, in Holstein steers, during its final fattening period. Twenty Holstein steers with 250 kg initial weight, randomly distributed in individual pens were used. Two treatments were evaluated forage diet and concentrate diet, with 10 replication each. Statistical analysis was done by the PROC MIXED method considering a completely random design; randomizing initial weights at feeding trial initiation. Complete diets were initiated on June 16th and feed intake was evaluated weekly since June 23rd. Productivity based on live weight was evaluated each twenty-eight days. Steers with forage diet had higher intake end of study ($P < 0.05$); with respect to average daily gain no differences were observed ($P > 0.79$).

Key words: Concentrate diet, Holstein steers, live weight.

INTRODUCCION

La producción intensiva de carne a menudo se considera como sinónimo de alimentación alta a base de granos. Cuando se compran los alimentos, los nutrientes del forraje, sobre todo la energía, es más cara que la que deriva del concentrado, además de que se requiere más trabajo de procesado y manejo, de ahí la fuerte tendencia de los lotes comerciales de engorda a proporcionar raciones con gran cantidad de concentrados (Newman, 1989).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la ganancia de peso en novillos Holstein mediante una ración utilizando concentrado a base de maíz y sorgo.

En la mayoría de los experimentos el flujo proteico del rumen oscila entre 75 y 120% de la proteína consumida,

y generalmente está cerca del 100% en dietas típicas conteniendo 11 a 12% de proteína cruda (NRC, 2000). Los requerimientos de proteína cruda del ganado pueden ser divididos en costos metabólicos, estos incluyen pérdidas metabólicas fecales, nitrógeno urinario endógeno, pérdidas por descamaciones, y productos sintéticos proteicos, incluyendo crecimiento de tejidos (NRC, 2000). Una deficiencia de proteína dará como resultado un crecimiento pobre, falta de apetito y pérdida de peso (Russell *et al.*, 1992).

Las necesidades energéticas se satisfacen con un desgaste de tejidos corporales (NRC, 2000). Después de que se satisfacen las necesidades energéticas para mantenimiento el excedente de energía es destinado al crecimiento o a la producción de carne o leche.

El requerimiento energético para mantenimiento (ENm) es la cantidad de energía equivalente al calor producido

por un animal en ayunas situado en la zona termoneutral de temperatura, es decir, la cantidad de energía del alimento que resulta de una condición corporal en la que ni se pierde ni se gana energía. Los requerimientos de ENm para el ganado bovino de carne están estimados en 77 kcal/kg^{0.75} (Sainz *et al.*, 1994), esta estimación es aplicable a animales estabulados, no estresados por el ambiente y en reposo. Lógicamente existirán variaciones en las necesidades de mantenimiento entre un 3 y un 14 % según el sexo, la raza y la edad (Sainz *et al.*, 1994).

Los requerimientos de energía neta para crecimiento (ENG) varían en función del tipo de tejido que está siendo sintetizado por el animal. El crecimiento es producto principalmente de proteína (músculo) y grasa. El valor calórico (kcal/g materia seca) de la grasa es de 9.4 y para tejido libre de grasa es de 5.6 aproximadamente (mayoritariamente proteína). Las proporciones de proteína y grasa que sintetiza el organismo son función del nivel de energía ingerido por encima de las necesidades de mantenimiento, y de la etapa del crecimiento en la que se encuentra el animal.

Los bovinos destinados a la engorda son propensos a habituales deficiencias y trastornos cuando se exponen a prolongadas y serias carencias minerales de calcio y fósforo o al exceso de flúor, selenio y molibdeno. Los elementos considerados como esenciales son calcio, fósforo, sodio, cloro, yodo, hierro, cobre, magnesio, azufre, zinc, potasio, cobalto, selenio y molibdeno (Sainz *et al.*, 1994).

Debido a que los factores que afectan el consumo de materia seca no son completamente entendidos, los modelos de predicción de consumo son empíricos por naturaleza (NRC, 2000). De esta forma el consumo voluntario diario de una dieta por el ganado puede ir desde 2.25 a 3% (en base seca) de su peso vivo (Stock *et al.*, 1995). El resultado de la reducción en el consumo es resultado del llenado fisiológico, debido a que el aumento de producción de AGV estimula los receptores de saciedad en bovinos, lo cual en turno resulta en lo observado comúnmente "saciedad" o síndrome de bajo consumo.

Un gran número de factores influyen el consumo diario de materia seca del ganado. Éstos incluyen peso vivo, condición corporal, concentración de energía en la ración, estado de salud, y palatabilidad de la ración. El estrés por calor reduce el consumo del 10 al 40% y el estrés por frío lo incrementa en 21% (Church, 1986). Las dietas bajas en energía (altas en fibra) están controladas por factores fisiológicos como el llenado ruminal y el pasaje de digesta, así también las dietas altas en energía (bajas en fibra y altas en concentrado) están controladas en consumo por las demandas de

energía del animal y por los factores metabólicos (NRC, 2000). La molienda de los alimentos también afecta el consumo, pero estos efectos dependen del tipo de alimento. Con forrajes, un picado fino puede incrementar el consumo, presuntamente a través del pasaje de la digesta (NRC, 2000). Con concentrados, una molienda fina decrece el consumo de alimento.

El impacto de consumo sobre ecología ruminal probablemente es más profundo durante la adaptación de una dieta a base de forraje a una dieta a base de grano. Durante esta adaptación, las bacterias fibrolíticas se vuelven menos abundantes, e incrementan las bacterias amilolíticas (Goad *et al.*, 1998; Tajima *et al.*, 2001). Una vez que la adaptación se completa, el tamaño de varias poblaciones microbianas utilizadoras de carbohidratos es notablemente constante en rumiantes alimentados con forraje o dietas concentradas a niveles moderados de consumo (Leedle *et al.*, 1982).

Microbiología del rumen

Según Van Soest (1982) las especies existentes (más de 200) suelen clasificarse de acuerdo con el principal sustrato sobre el que actúan, destacando entre éstas dos grandes grupos: celulolíticas y amilolíticas. Las bacterias celulolíticas son estrictamente anaerobias y altamente sensibles a la acidez del contenido ruminal, de modo que su número se mantiene alto en dietas con predominio de forrajes en las que el pH se establece en valores de 6.3 - 6.7 (Orskov, 1982), pero desciende muy sensiblemente en dietas a base de concentrado con las que se alcancen niveles de pH inferiores a 6.0 (Mould y Orskov, 1983). Las bacterias amilolíticas son capaces de digerir almidón y azúcares, siendo las más importantes: *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinomonas amylolytica*, *Selenomonas ruminantium* y diferentes especies de lactobacilos; son en general menos sensibles a los cambios del pH, manteniendo su actividad degradativa en un amplio intervalo (5.0 - 7.0; Mould, *et al.* 1983), aunque su densidad está en relación al aporte y tipo de almidón en la dieta, así como de su procesado por métodos físicos.

Digestión de carbohidratos

En los rumiantes, los carbohidratos de la ración se degradan en el rumen hasta convertirse en piruvato, y éste es metabolizado por los microorganismos ruminales para producir AGV (principalmente acético, propiónico y butírico). Las tasas de absorción para los AGV ruminales primarios son butirato>propionato>acetato. Los ácidos fumárico y málico son metabolitos intermedios de una de las vías metabólicas (la llamada 'vía succínica') por las cual el piruvato se transforma en propionato, evitando la formación de lactato.

El acético pasa rápidamente al organismo sin sufrir ningún cambio y es utilizado directamente como aporte energético. El propionato que es absorbido en el rumen es transportado al hígado, donde se convierte en glucosa (gluconeogénesis) que sirve como fuente energética o precursor de la síntesis de lactosa, proteína y grasa corporal. El butírico es metabolizado en la pared ruminal hasta β -hidroxibutírico, siendo esta vía cetogénica (Booth y McDonald, 1988). La vía succinato es la más importante en condiciones normales de alimentación, mientras que la vía lactato, un 50% menos eficaz desde un punto de vista energético, sólo es predominante cuando los animales consumen dietas con altos niveles de concentrados.

Digestión de compuestos nitrogenados

La degradabilidad ruminal de la proteína de los alimentos es un factor importante que afecta al aporte de aminoácidos al intestino delgado del vacuno de engorda. La velocidad y la cantidad total de proteína degradada en el rumen pueden condicionar la cantidad de proteína bacteriana sintetizada en el rumen y determinar la cantidad total de proteína alimenticia no degradada que llega al duodeno. La cantidad de proteína degradada en el rumen depende en gran medida de la actividad proteolítica de las bacterias ruminales, el acceso de las bacterias a la proteína y el tiempo de retención de las partículas alimenticias en el rumen (NRC, 2000). La eficiencia máxima de síntesis de proteína bacteriana y el mayor aporte de proteína bacteriana al duodeno se alcanza en dietas que contienen entre el 10 y el 13 % de proteína degradable en la ración.

Ingredientes en las raciones

Los alimentos poseen su propia capacidad tampón que depende fundamentalmente del contenido en carbonatos y fosfatos, de su capacidad de intercambio iónico y del contenido y degradabilidad de su proteína. El tampón más usado en las dietas de rumiantes en cebo intensivo es el bicarbonato de sodio a una dosis de 0.5 a 2% del concentrado.

La inclusión de forraje en dietas altas en concentrado puede tener varios beneficios potenciales para el rumiante. El forraje estimula el consumo de alimento permitiendo al rumiante maximizar el consumo de energía digestible y ganancia de peso, y reducir la incidencia de acidosis, abscesos hepáticos y desórdenes metabólicos (NRC, 2000). La adición de forraje también incrementa el pH del rumen, la capacidad buffer del líquido ruminal y la tasa de pasaje de las partículas en el rumen. Un incremento de forraje en la dieta se puede asociar con el incremento del tiempo de rumia y flujo de saliva y puede alterar la población microbiana del rumen y, por lo tanto, aumentar la eficiencia de utilización del alimento. El consumo de la

fibra del forraje se conoce que estimula la actividad de rumia durante la cual el tiempo de secreción salival incrementa (Beauchemin, 1991).

Los bovinos estabulados requieren un período de adaptación de 10 a 14 días para hacer la transición de dietas altas en forraje a dietas altas en concentrado. Los forrajes son tan eficientes como los concentrados para llenar las necesidades de mantenimiento de los animales. Sin embargo la fermentación de los concentrados en el rumen produce una mayor proporción de ácido propiónico y una menor de ácido acético. Cuando la proporción de ácido acético disminuye, la eficiencia de utilización de energía para engorda aumenta. Por tanto, si disminuimos las proporciones de fibra incrementamos la eficiencia para engorda. Todos los granos pueden emplearse satisfactoriamente para la producción de carne. La elección de uno o de otros dependerá del precio y su disponibilidad (Newman, 1989). A parte de las cualidades de engorda, las raciones concentradas se prestan al procesado y manejo mecánico. Se resuelve el problema de eliminación de excrementos, por un mejor consumo de alimentos y menor volumen de éste; se produce una menor cantidad del mismo (Newman, 1989). Con dietas concentradas se dificulta la selección de ingredientes de la dieta, se reduce el costo de mano de obra e incrementa la exactitud de recaudación de datos (Preston y Willis, 1983).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Unidad de Producción 18 de julio, ubicada en la Comarca Lagunera de Durango, se localiza en la parte central del norte de México, correspondiendo a las coordenadas geográficas 103° 36' 11" de longitud oeste en el meridiano de Greenwich y entre los 25° 53' 32" de latitud norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1117 msnm. La región se caracteriza por tener un clima de tipo árido, caliente y desértico de clasificación BWhw, semicálido con lluvias en verano y una precipitación invernal entre 5 y 10 %. La temperatura media anual es de 20 a 22 °C la máxima de 30.4 °C y una precipitación media anual de 300 mm.

Metodología

Se utilizaron 20 novillos de la raza Holstein con un peso vivo aproximado de 250 kg, confinados en corraletas individuales con un área de 15 m². Los animales se asignaron aleatoriamente a cada tratamiento. Los tratamientos fueron: TESTIGO= Dieta con forraje (heno de avena y concentrados) y CONCENTRADO= Dieta 100% concentrado; con 10 repeticiones por cada tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición y porcentaje de ingredientes de alimento ofrecido a novillos Holstein en finalización.

Ingredientes	CONCENTRADO	TESTIGO
Heno de avena	-	20%
Maíz rolado	32.75%	24%
Sorgo rolado	32.75%	24%
Pasta de Soya	4.68%	-
Salvado de trigo	14.04%	13.33%
Semilla de algodón	14.04%	12%
Melaza	-	5.33%
Carbonato de Calcio	1.17%	0.93%
Bicarbonato de Sodio	0.47%	0.4%
Sal común	0.12%	-
TOTAL	100.00%	100.00%

Primeramente se procedió a la adaptación de los novillos a la dieta (durante 15 días), ofreciéndoseles una cantidad individual de dieta y agua en la mañana y en la tarde. Posteriormente los novillos fueron pesados el 16 de Junio, considerando esta medida como peso inicial y pesando cada 28 días y haciendo mediciones de consumo de alimento semanales para cada tratamiento.

Variables de estudio

Las variables que se midieron durante la fase experimental de la prueba de alimentación de novillos en finalización fueron:

- Peso vivo de animal (kg), medido cada 28 días durante 4 meses.
- Consumo de alimento, se ofreció alimento a libre acceso por la mañana y la tarde, midiendo la cantidad ofrecida diariamente. Cada semana se pesaba el alimento rechazado y se resto del ofrecido.

Las variables que se calcularon a partir de estas variables son consumo de alimento mensual, ganancia

diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CONVALI), y eficiencia alimenticia (EFIC). La GDP fue calculada mediante la diferencia de peso entre pesadas y dividida entre 28 días, que es el número de días entre pesadas. La CONVALI fue calculada como el cociente del consumo mensual entre el incremento de peso mensual. La EFIC se calculo como el cociente del incremento de peso mensual entre el consumo mensual.

Análisis estadístico

Se analizaron las variables consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia, mediante el diseño experimental completamente al azar con mediciones repetidas en los períodos de alimentación de los animales. Aleatorizando pesos iniciales de los animales al empezar el experimento en los diferentes tratamientos, se empleo el procedimiento de PROC MIXED (SAS 1992) y el modelo estadístico que se empleo es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \bar{\mu} + D_i + AD_{j(i)} + P_k + PD_{ik} + \hat{\alpha}(X_i - X_{..}) + E_{ijkl}$$

$\hat{\alpha}(X_i - X_{..}) =$ Coeficiente de regresión que ajusta la covariable peso al inicio de la prueba de alimentación en la variable de respuesta.

$E_{ijkl} =$ Error experimental $e_{ijkl} \sim NID(0, \sigma^2_e)$.

Donde:

Y_{ijkl} = Variable medida o calculada en el experimento.

$\bar{\mu}$ = Media general.

D_i = El efecto i-ésimo del nivel de dieta.

$AD_{j(i)}$ = El efecto j-ésimo de un animal dentro de i-ésimo nivel de dieta.

P_k = Efecto k-ésimo del nivel de período de medición.

PD_{ik} = Efecto de interacción período de prueba y dieta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento

En el Cuadro 2, se muestra que el consumo de alimento fue mayor ($P < 0.05$) para los animales que se les ofreció alimento de solo concentrado teniendo una diferencia de 186.67 kg. Esta variable fue ajustada por el peso vivo inicial, considerada como covariable ($P < 0.05$).

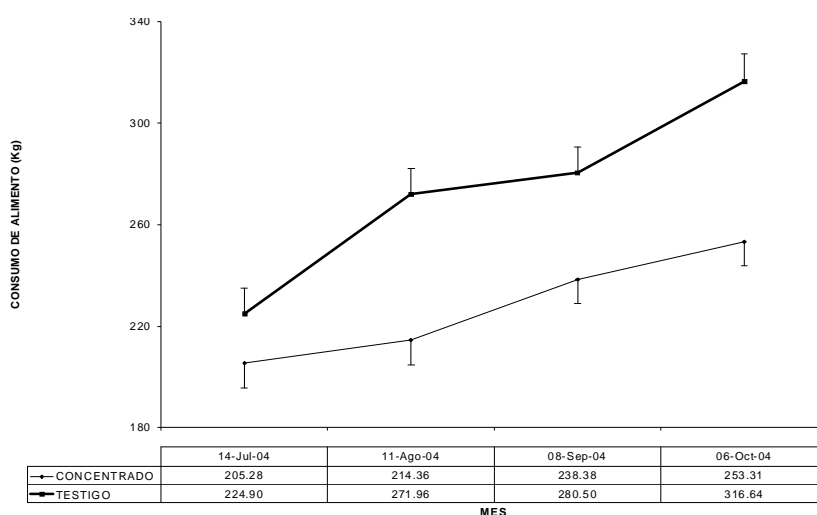


Figura 1. Comportamiento del consumo promedio de alimento (\pm Error estándar) de novillos Holstein con diferentes tipos de dieta.

Cuadro 2. Cuadrados medios y nivel de probabilidad para Consumo de alimento, Ganancia Diaria de Peso, Conversión Alimenticia, y Eficiencia Alimenticia en novillos Holstein en finalización.

FV	GL	CONSUMO		GANANCIA		CONVERSION		EFICIENCIA	
		MENSUAL		DIARIA DE PESO		ALIMENTICIA		ALIMENTICIA	
		CM	PROB	CM	PROB	CM	PROB	CM	PROB
TRAT	1	18.35	0.0006	0.08	0.7872	2.79	0.1143	21.14	0.0003
MES	3	30.42	0.0001	11.58	0.0001	2.31	0.0876	23.55	0.0001
TRAT * MES	3	3.43	0.0239	0.55	0.652	1.25	0.3031	1.98	0.1297
PI	1	10.72	0.0019	1.7	0.1985	0.93	0.3407	24.29	0.0001

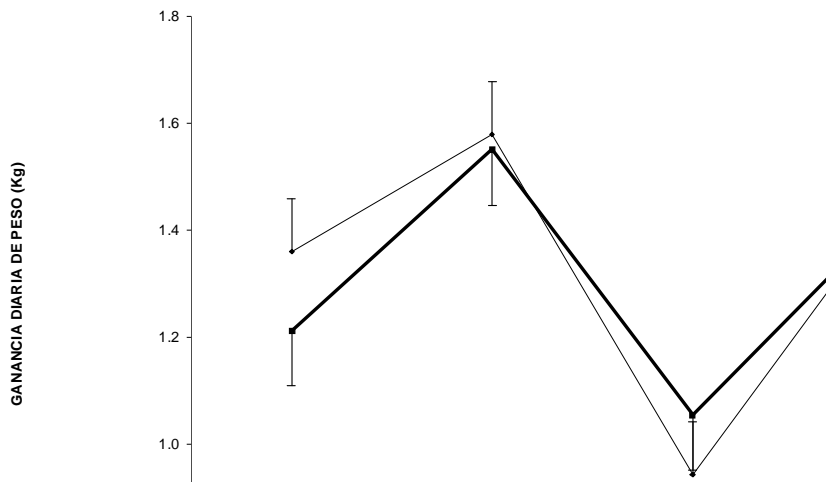


Figura 2. Comportamiento del promedio de Ganancia Diaria de Peso (\pm Error estándar) de novillos Holstein con diferentes tipos de dieta.

Ganancia Diaria de Peso

En el Cuadro 2, se muestra que los novillos al ofrecérseles los diferentes tipos de dieta su GDP fue similar ($P>0.79$), observándose para los animales que fueron alimentados con el tratamiento de concentrados solo 0.02 Kg de GDP mas al final del periodo de 4 meses, misma que se mantuvo similar desde que inicio el estudio (Figura 2).

En el Cuadro 2, se muestra que los novillos al ofrecérseles los diferentes tipos de dieta su conversión fue similar ($P>0.11$), observándose para los animales que fueron alimentados con el tratamiento de concentrados solo abajo 2.72 kg de alimento/kg de ganancia de peso, misma que al primer mes de inicio del estudio fue de 1.14 kg de alimento/kg de ganancia de peso menos.

En el Cuadro 2, se muestra que los novillos al ofrecérseles los diferentes tipos de dieta su eficiencia alimenticia fue mejor para los animales que consumieron concentrado ($P<0.05$), observándose una eficiencia 3.2% veces mas arriba, misma que al primer mes de que inicio el estudio fue 3.9% mas eficientes en los novillos alimentados con concentrado. Esta variable fue ajustada por el peso vivo inicial, considerada como covariable ($P<0.05$).

CONCLUSIONES

La práctica de proporcionar alimento concentrado como dieta normal para la engorda, es una alternativa viable y que puede permitir practicas de manejo de alimentación mas fáciles de realizar, que ayudan principalmente cuando los costos de los forrajes son altos.

Se recomienda la realización de estudios en el cual se evalúen los mismos aspectos pero que este sea desde el destete al peso de mercado, es decir, continuar con la alimentación concentrada que se proporciona durante la crianza evitando la interrupción de la crianza a la engorda.

LITERATURA CITADA

- Beauchemin, K. A. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. Pages 439–463 *in*: Veterinary Clinics of North America: Dairy Nutrition Management. C. J. Sniffen and T. H. Herdt, ed. W.D. Saunders Co., Philadelphia, PA.
- Booth, H.N. y McDonald, L.E. 1988. Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 6ª ed. Iowa State University Press/Ames.
- Church, D.C. 1986. Livestock feeds and feeding. Prentice-Hall. USA.

- Goad, D. W.; Goad, C. L. y Nagaraja, T. G. 1998. Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *J. Anim. Sci.* 76: 234–241.
- Leedle, J. A. Z.; Bryant, M. P. y Hespell, R. B. 1982. Diurnal variations in bacterial numbers and fluid parameters in ruminal contents of animals fed low- or high-forage diets. *Appl. Environ. Microbiol.* 44:402–412.
- Mould, F. L.; Ørskov, E. R. y Mann, S. O. 1983/84. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the ruminal fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10:15–30.
- Newman A.L. 1989. Ganado vacuno para producción de carne. Ed. Limusa. México.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements for Beef Cattle (8th). Ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- Ørskov, E.R. 1982. "Protein nutrition in Ruminants". Academic Press.
- Preston, T.R. y Willis, M.B. 1983. Producción intensiva de carne. Ed. Diana. México.
- Russell, J.B.J ; O'Connort, J.D.; Fox, D.G.; Van Soest, P.J. y Sniffentz, C.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. U.S. Dairy forage research center, ARS, USDA, Madison, WI 53706 and U.S. Plan, soil, and nutrition laboratory, Ithaca, NY 14853 and Department of animal science, Cornell University, Ithaca, NY 14853.
- Sainz, R.D.; Fernández, C. y Baldwin, R.L. 1994. Valoración de los alimentos para rumiantes en cebo: el sistema americano NRC; Universidad de California, Davis, USA.
- Stock, R.; Klopfenstein, T. y Shain, D. 1995. Feed intake variation. *Proc. Symp: Feed Intake by Feedlot Cattle. Okla. State Univ., Stillwater.* P-942:56–59.
- Tajima, K.; Aminov, R. I.; Nagamine, T.; Matsui, H.; Nakamura, M. y Benno, Y. 2001. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:2766–2774.
- Van Soest, P.J. 1982. "Nutritional ecology of the ruminant". O&B. Books Inc.