

EVALUACIÓN DEL GRANO DE SORGO HÚMEDO CONSERVADO CON UREA EN DIETAS DE VAQUILLONAS

Pordomingo, A. J.. INTA Anguil.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Invernada o engorde a corral o feedlot](#)

RESUMEN

Este trabajo evaluó el valor nutritivo del grano de maíz conservado en húmedo o seco sobre como componentes energéticos de dietas de engorde a corral. Se utilizaron 36 novillitos y 36 vaquillonas Angus, distribuidos en 24 corrales (3 por corral), estratificados por sexo y peso, sobre los que se impusieron tres tratamientos: T1 = grano de maíz húmedo conservado con urea; T2 = silaje de grano húmedo de maíz, y T3 = grano de maíz seco. Se determinó el consumo, la composición química de la dieta y el aumento de peso vivo. Se estimó el consumo de EM y la eficiencia de conversión de las dietas a carne.

No se detectaron diferencias en el consumo pero el aumento de peso y la eficiencia de conversión fueron inferiores en T2. El potencial del sorgo seco molido resultó equivalente o incluso superior al del grano de maíz partido. El aprovechamiento del grano de sorgo húmedo conservado con urea, ofrecido entero fue inferior al de los granos procesados.

Palabras clave: Sorgo húmedo; conservado alcalino; conservación con urea; suplementos; granos húmedos.

SUMMARY

Nutritive value and utilization efficiency of urea-conserved high moisture corn (pH = 8,2) offered whole, and ensiled high moisture corn (pH = 4.8), offered rolled, were compared with dry corn, offered ground, in feedlot diets. Thirty-six heifers and 36 steers were stratified by sex and live weight, and distributed in 24 feed pens. Pens were the experimental units on which the following treatments were applied: T1 = urea-conserved high moisture corn, T2= ensiled high moisture corn, and T3 = dry corn. Voluntary intake, chemical composition of diet components, and average daily weight gain (ADG) were determined. Effective ME intake and feed conversion efficiency were estimated.

No differences ($P>0.1$) were detected in feed intake; however, ADG and conversion efficiency were lowest ($P<0.01$) in T2 compared with T1 and T3. Nutritive value of SSM was similar or slightly greater than MSP. On the contrary, nutritive value of urea-conserved high moisture sorghum grain offered whole was lower and limited for high performance feeding programs.

Key words: Urea conservation; high moisture grains; supplements; processed grains, urea treated grains.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han difundido las alternativas de alimentación de ganado con granos conservados húmedos. La conservación en húmedo implica una cosecha del grano con humedad entre el 25 y el 35% (Bragachini, 1995). Comparada con la tradicional cosecha de grano seco para ser usado en alimentación animal, la cosecha y conservación húmeda presenta ventajas tales como: a) liberación anticipada del lote, b) ahorro en el flete y en el secado de granos, c) disminución de las pérdidas de cosecha, d) se evita la molienda posterior en el caso del grano embolsado aplastado, y e) mejor calidad del rastrojo para pastoreo (Romero et al., 1996.1;2). Para conservar el grano húmedo sin que se deteriore rápidamente por putrefacción es necesario controlar el desarrollo de microorganismos indeseables. El método más conocido es el ensilado. Esta técnica aprovecha el desarrollo de acidez (pH 4.5 a 5) en un medio de baja presión parcial de oxígeno (anaerobio) y de fermentación mayoritariamente láctica para eliminar las oxidaciones y fermentaciones de la putrefacción, reducir la tasa de degradación de la materia orgánica y así preservar en el tiempo el material original.

Existe sin embargo, una técnica alternativa: la conservación en un medio alcalino. En principio esta opción no requeriría de la anaerobiosis necesaria en el silaje. La masa de grano, almacenada en una pila en tinglado o galpón, o en un silo aéreo de malla metálica para granos, se puede alcalinizar mediante el agregado de urea (2 al 5% de la materia seca) durante la descarga del grano de la tolva o camión que lo transporta recién cosechado. Con la humedad propia del grano cosechado húmedo, la urea se hidroliza, se solubiliza y convierte en amoníaco, el cual da origen a hidróxido de amonio, elevándose el pH hasta 8.5. Ese medio alcalino impide el desarrollo de la microflora fúngica y bacteriana responsable de la putrefacción (Ghate y Bilansky, 1981; Russell et al., 1988).

En contraposición al ensilado tradicional, la técnica de conservación alcalina no es exigente en anaerobiosis, consecuentemente implicaría un ahorro en la estructura de conservación y facilitaría la tarea de producción de la reserva. Adicionalmente, existen antecedentes que indican que el amoníaco provocaría un ablandamiento del pericarpio del grano, lo que haría innecesaria la molienda o partido del grano para lograr una buena digestión en el bovino (Russell y Schmidt, 1993). Algunas observaciones indicarían también que el tratamiento alcalino produciría una importante reducción en el contenido total de taninos del grano de sorgo (Russell y Lolley, 1989).

El grano de sorgo granífero se adecua a los requerimientos de animales en crecimiento y engorde y, por su rusticidad es un cultivo que ofrece la posibilidad de ser producido en regiones marginales para otros granos forrajeros como es la región pampeana subhúmeda y semiárida (Romero et al., 1997). En esa región, la ocurrencia en cantidad y distribución de las precipitaciones, su aleatoriedad, y las limitantes edáficas condicionan el rendimiento granífero y la seguridad de producción del cultivo de maíz. Por el contrario, el cultivo de sorgo es más tolerante al estrés hídrico y de rendimiento más seguro y, por otra parte, sus costos de producción son inferiores (Bragachini, 1995; Romero et al., 1996,1;2; 1997).

Los bajos rendimientos de los granos en las regiones marginales y los costos asociados a su conservación como silaje tradicional en medio ácido (silo puente o trinchera, bolsa plástica, embolsadora, etc.) convierten a esta técnica en costosa por unidad de materia seca y de energía digestible ensilada. Si bien la técnica de conservación de grano húmedo con urea ofrece las ventajas antes mencionadas, no existen en la región experiencias que demuestren el potencial de estos granos conservados en producción animal, fundamentalmente por la posibilidad de ofrecerlos sin moler o partir. Consecuentemente, el presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el valor nutritivo y el grado de utilización del grano de sorgo húmedo conservado con urea y ofrecido entero, en comparación con granos secos de sorgo y maíz, ofrecidos molido y partido, respectivamente, como componentes de dietas para engorde de vaquillonas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo tuvo lugar en la EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" del INTA (36°30' de latitud sur, 63°59' de longitud oeste, 165 msnm.), localizada próxima a Anguil, Provincia de La Pampa, por un período de 104 días, durante el invierno de 1997.

Tratamientos

En un ensayo de alimentación a corral se utilizaron 36 vaquillonas Angus de 12 meses de edad y 251 kg de peso inicial promedio, distribuidas en 12 corrales con tres animales cada uno, homogéneos en peso vivo entre corrales. Sobre los corrales se impusieron tres tratamientos consistentes en tres dietas: T1 = 60 % (base MS) de heno molido de alfalfa variedad DK-170 (HA) + 40% (base MS) de grano de maíz seco híbrido 4F-37, partido (MSP); T2 = 60% HA + 40% de grano de sorgo húmedo entero, híbrido DA-48 conservado con urea (SHE); y T3 = 60 % HA + 40% de sorgo seco DA-48, molido (SSM).

La ración completa fue mezclada y suministrada diariamente, a las 10:00, en cantidad excedente en 20% del consumo diario estimado para asegurar un consumo a voluntad. Aunque el ensayo realizado a corral para un mejor control de las variables a estimar, la proporción de grano y heno elegida intentó asemejarse una suplementación con grano a campo en una dieta basada en forraje de buena calidad, y no representar una dieta de alto concentrado propia de feedlots. La dieta T2 fue incorporada para evaluar el potencial de SHE, las dietas T1 y T3 se incluyeron como base de la comparación por ser de uso común en los planteos de engorde.

El grano de sorgo húmedo fue cosechado con 27.5% de humedad y conservado en un silo aéreo de malla tipo "Cima" con laterales y cobertura de polietileno para evitar la penetración de agua de lluvia. La urea (perlada, 46% N) fue aplicada en una proporción del 2% sobre base seca en la boca de carga del sinfín transportador al momento de almacenarlo. Los granos secos de maíz y sorgo presentaron un 14% de humedad. El maíz fue partido y el sorgo fue molido con una moledora a martillos, regulando el tamaño de poro de la zaranda y la velocidad de flujo del grano. El heno de alfalfa fue confeccionado al 10% de floración, en fardos, y molido con moledora a martillos con zaranda de 50 mm.

Determinaciones

Consumo voluntario. Se determinó en tres mediciones por semana el consumo diario por tratamiento y repetición a través de pesadas del alimento ofrecido y el remanente. Periódicamente se muestreó el alimento ofrecido y los remanentes para análisis del contenido de MS y calidad. El consumo se expresó en términos de MS (CMS) y en función de esta información se ajustó la cantidad ofrecida semanalmente. Finalmente, se asignó a cada unidad experimental el promedio del corral correspondiente, a lo largo de un período de muestreo de 63 días, coincidente con el período de muestreo de heces, iniciado luego de transcurridos 41 días del ensayo.

Producción de heces. Se estimó la producción total de heces mediante la relación de concentración de un marcador interno inerte a la fermentación y digestión. Se utilizó como marcador a la lignina dietaria, presente en la dieta y concentrada en las heces (Krysl et al., 1988). Habiéndose determinado el consumo diario de lignina y

las concentraciones de esta fracción en la dieta y en las heces, se pudo estimar la producción total de heces. Para ello se recolectaron muestras de heces semanalmente durante un período de 63 días. Una fracción de las mismas fue separada y secada en estufa para análisis de MS y composición química en laboratorio. El resto fue congelado y posteriormente utilizado para determinar la proporción de grano entero y fracciones mayores a 2 mm mediante el lavado, tamizado y separación manual en la muestra. Los resultados semanales de producción de heces y proporción de grano en heces fueron expresados en MS y promediados para obtener un valor por corral y período de muestreo.

Composición química de la dieta. Los componentes (granos y heno), ofrecidos fueron muestreados semanalmente. Con un alícuota de cada una de las muestras se constituyó una muestra compuesta, la que fue utilizada para estimar el valor nutritivo promedio de los granos y del heno dado por los porcentajes de MS, PB, FDN, FDA, lignina (AOAC; 1990), digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963) y concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kgMS; NRC, 1996). El valor nutritivo de cada dieta se determinó a partir de la composición de sus constituyentes y las proporciones ofrecidas en base seca.

Composición química de las heces. Alícuotas de los muestreos de heces fueron utilizados para constituir una muestra compuesta sobre la que se realizaron las determinaciones de MS, FDN, FDA, lignina y EM. También, sobre alícuotas de las fracciones de granos recuperados de las heces se realizaron las determinaciones antes mencionadas para contrastar la calidad del grano en heces con la del grano ofrecido.

Consumo de MS digestible (CMSD). Se calculó la cantidad de grano efectivamente digerido, descontando de la cantidad de grano consumido voluntariamente, las fracciones de grano pasante hacia las heces (grano recuperado en heces) y la fracción potencialmente indigestible de acuerdo a digestibilidad *in vitro*. La cantidad de heno consumida y efectivamente digerida se calculó descontando del CMS de heno, la cantidad de heno en heces (total de heces menos cantidad de grano en heces). El CMSD de grano, heno y total (suma de los dos anteriores) fueron convertidos en consumo diario de EM (CEM = CMSD 0.82 4.4 Mcal/kg MS; NRC, 1996)

Peso vivo. Se estimó el peso vivo inicial (PVI) y final (PVF) mediante pesadas durante el período de 63 días y se determinó el aumento diario de peso vivo (ADPV) por animal para luego promediar por corral. Las pesadas se realizaron con 18 horas de desbaste previo (encierre sin alimento) en balanza electrónica.

Análisis estadístico

Los tratamientos fueron distribuidos al azar con cuatro repeticiones (corrales) por tratamiento, con tres animales (sub-muestras por corral). Los datos se sometieron a análisis de varianza (GLM; SAS; 1992) y las medias fueron separadas mediante LSD si el efecto de tratamiento fue detectado significativo ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los granos secos de maíz y sorgo ofrecidos en las dietas T1 y T3, respectivamente, fueron similares en % MS y en oferta de EM (Cuadro 1). El MSP tuvo niveles superiores en PB y FDN a SSM e inferiores en FDA y lignina. El SHE resultó más húmedo que los otros dos granos al momento de utilización y aportó un 60% más de N que el MSP y más del doble que el SSM. Por otro lado, la proporción de FDN en SHE casi duplicó la de SSM y superó en un 40% la de MSP. También su contenido de FDA y lignina fue casi el doble que el de SSM y triplicó las proporciones encontradas en MSP. Como consecuencia del mayor contenido de fibra, el grano SHE ofreció una concentración de EM inferior a los otros. La comparación entre SHE y SSM, tratándose del mismo grano original, reflejaría una posible pérdida de calidad, fundamentalmente de almidón, durante el período de conservación en húmedo en medio alcalino. La información referente al HA indicaría que este recurso fue de una calidad aceptable para un planteo de engorde.

El Cuadro 2 muestra la composición de la dieta correspondiente a cada tratamiento, combinados los granos y el heno en las proporciones 40 y 60%, respectivamente. Las dietas T1 y T3 fueron similares en su oferta energética y T2 fue algo inferior, consecuencia de la inferior calidad del SHE. Debe observarse también que el incremento en N en SHE, debido a su conservación con urea (Cuadro 1), aumentó la concentración de N y en consecuencia de PB en T2 (Cuadro 2), comparado con los otros tratamientos. Sin embargo, la oferta de PB de T1 y T3 fue considerada adecuada para cubrir los requerimientos de vaquillonas en engorde. La información de digestibilidad *in vitro* y concentración de EM indicaría que las dietas fueron de buena calidad, compatibles con ritmos altos de engorde.

El contenido de grano de las heces, recuperado entero o en fracciones, fue diferente ($P < 0.01$) entre tratamientos T1 y T2. No se detectaron fracciones recuperables en la dieta con SSM (T3). La proporción de grano de sorgo en heces superó el 30 % en T2 y la del grano de maíz superó el 20 % en T1 (Cuadro 2). La composición química de los granos recuperados en heces fue diferente ($P < 0.01$) entre T1 y T2 (Cuadro 2), reflejando las diferencias cualitativas existentes entre los granos suministrados. Por otro lado, la composición química, la digestibilidad *in vitro* y el contenido de EM del grano en la dieta y en las heces fue similar ($P > 0.1$) en ambos tratamientos (T1 y T2; Cuadro 3). Los granos en heces retuvieron un nivel energético alto, lo que indicaría que la fracción de grano no reducida sustancialmente en tamaño a través del molido o la masticación, tuvo una exposición mínima a la

fermentación y digestión y pasó sin afectarse por el tracto digestivo, perdiéndose como oferente de nutrientes, e incorporando un factor de ineficiencia en la utilización del grano. Aún en el caso del MSP, la cantidad de grano que escapó a la fermentación y se encontró en las heces fue significativa. Ello sugiere que el procesado partido del grano habría sido insuficiente para lograr un alto aprovechamiento de la EM del mismo en las condiciones del ensayo. En dietas con henos procesados, con alto contenido de grano o basadas en forrajes de alta calidad, el estímulo de la rumia y masticación provocado por la fibra de la dieta es escaso, la tasa de pasaje hacia el tracto inferior es alta y la oportunidad de un masticado intenso del grano es baja. En adición, la fracción de grano de sorgo pasante detectada en el T2 indicaría que la conservación con urea no logró el ablandamiento suficiente del pericarpio del grano para un aprovechamiento óptimo.

El CMS diario de la dieta resultó levemente superior ($P < 0.01$) en T2 comparado con T1, e intermedio en T3 (Cuadro 4). Sin embargo, no se detectaron diferencias ($P > 0.1$) en el CMSD y CEM, los valores indicarían un CMS menor en T1, comparado con T2 y T3. El nivel alcanzado en T2 fue numéricamente superior a los otros y prueba que los cambios en el fuerte olor a amoníaco del grano conservado húmedo con urea no impondría limitantes al CMS, luego de un corto período de acostumbamiento. Similares efectos sobre la aceptabilidad y el consumo voluntario fueron reportados por Russell et al. (1988) en un estudio semejante basado en dietas de 75% sorgo conservado con urea. El sorgo fue cosechado húmedo (28% humedad) y conservado con 2% de urea (base MS).

Las estimaciones de producción total de heces mostraron valores semejantes ($P > 0.1$) para T1 y T3, y mayor ($P > 0.01$) para T2 (Cuadro 5). La producción de heces en T2 fue 47% superior con respecto a T3 ($P < 0.01$) y 42% superior con respecto a T1 ($P < 0.01$), consecuencia de un consumo semejante entre tratamientos pero una menor utilización total de grano. La mayor proporción de grano pasante en heces en T2 resultó en una cantidad total de grano no digerido de más del doble ($P < 0.01$), comparado con T3, y del 79% superior ($P < 0.01$), comparado con el T1. Entre los tratamientos con grano de sorgo, T2 resultó con una menor proporción de lignina en heces que T3 (Cuadro 2). La situación fue inversa en la comparación de los niveles de lignina en las dietas ofrecidas. Posiblemente una menor digestión del grano sin disminución del CMS, resultó en un efecto de dilución de la concentración de lignina en heces en T2. No existieron diferencias ($P > 0.1$) en la proporción de FDN en heces, pero los niveles de FDA sí fueron diferentes ($P < 0.01$), superiores en T2, seguido por T3 y T1. Estas diferencias mostrarían un efecto de utilización diferencial de las fracciones de la fibra del heno.

El Cuadro 6 resume la evolución del peso vivo de las vaquillonas expuestas a los tratamientos. Descontando la fracción pasante y la potencialmente indigestible de los granos en cada tratamiento, la cantidad de EM ingerida proveniente del grano de maíz en T1 y del grano de sorgo en T2 y T3, fue de 10.0, 8.1 y 12.5 Mcal d^{-1} animal⁻¹ ($P < 0.01$), respectivamente. Estas diferencias se reflejaron en ADPV. El aporte energético del heno habría resultado semejante ($P > 0.1$) entre tratamientos (13.4, 13.8 y 13.6 Mcal $día^{-1}$, en T1, T2 y T3). Resultaron similares los ADPV para T1 y T3 (927 g $día^{-1}$ y 1044 g $día^{-1}$, respectivamente), e inferior ($P < 0.01$) para T2 (697g $día^{-1}$) comparado con los otros tratamientos.

Si se compara dentro de cada tratamiento el CEM calculado (CEMc) a partir de la digestibilidad *in vitro* de los componentes y sus proporciones en las dietas, con el CEM determinado a partir del consumo de MSD luego de descontar del CMS la cantidad de grano y de heno en heces (CEM efectivo, CEMef), se observan diferencias importantes en T2 y T1, y pequeña en T3 (8.5%, 18.8 y 2.5% en T1, T2 y T3, respectivamente; Cuadro 6). La diferencia es mayor ($P < 0.01$) en T2 comparado con T1 y T3, desaprovechándose en el primer caso casi el 20 % del CEMc. La diferencia en T3 es mínima, como sería de esperar por el procesamiento intenso de los componentes de esa dieta, y es intermedia en T1. Relacionando el CEMef y el ADPV a través del índice de eficiencia de conversión (Cuadro 6), se habrían requerido 25.5 y 25.0 Mcal EM/kg ADPV para T1 y T3 ($P < 0.1$) y 32 Mcal EM/kg ADPV para T2 ($P < 0.01$). Esta información sugiere que la menor utilización del SHE resultó en una oferta energética menor a la de los otros tratamientos, y la conversión fue menos eficiente por generar una relación EM del grano/EM de forraje menor. El efecto de granos pasantes sin utilización a lo largo del tracto digestivo, ha distorsionado las estimaciones de utilización de los mismos a partir de la información de digestibilidad *in vitro*.

A diferencia de nuestros resultados, Russell et al. (1988) no detectaron efectos en el aumento de peso y eficiencia de conversión de novillos alimentados a corral con dieta basada en grano húmedo de sorgo conservado con urea o sorgo seco y molido, complementado con urea antes de ofrecer el alimento. Russell y Schmidt (1993) reportaron efectos similares en aumentos de peso y eficiencias de conversión para dietas equivalentes en nitrógeno, basadas en sorgo húmedo conservado con urea, sorgo húmedo reconstituido, sorgo seco y molido o maíz molido. Las diferencias entre las experiencias de los citados autores y la nuestra no tienen una explicación clara. Sin embargo es posible que existan efectos del nivel de grano en la dieta, y del tipo y tamaño de grano, aspectos que serían motivo de investigaciones futuras.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente ensayo indicarían que las pérdidas de granos en heces y consecuentemente la menor eficiencia de utilización del grano debido a un escaso o nulo procesamiento del mismo (partido o entero) son

significativas en dietas que poseen baja capacidad de estímulo de la rumia, particularmente en el caso del sorgo ofrecido entero. La calidad de los granos o fracciones de granos recuperados de las heces es semejante a la del grano original incorporado en la dieta, aún en el caso del maíz ofrecido partido. Aunque del ensayo surge que la pérdida de eficiencia en la utilización del grano podría no afectar el consumo voluntario, sí resulta en un ritmo de engorde inferior y una eficiencia de conversión baja.

El potencial del sorgo seco molido sería equivalente o incluso superior al del grano de maíz partido en dietas de alta calidad. El aprovechamiento del grano de sorgo húmedo, conservado con urea y ofrecido entero es inferior al de los granos procesados y no sería suficiente para hacer un uso eficiente de este alimento. Finalmente, el procesamiento de los granos puede resultar en mejor aumento de peso, en un mayor aprovechamiento de la EM de la dieta y una mayor eficiencia en la conversión de dietas basadas en forrajes y granos en carne.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. Official methods of analysis (15th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- BRAGACHINI, M, CATTANI, P., RAMIREZ, E., MORENO, E., VIVIANI ROSSI, E. y GUTIERREZ, L. 1995. Silaje de grano con alto contenido de humedad. INTA - PROPEFO. Hoja informativa No 5.
- CASTILLO, A.R., ROMERO, L.A., GREGORET, R.F. y GAGGIOTTI, M.C. Digestión in situ de silajes de grano de sorgo húmedo. Rev. Arg. Prod. Anim. 17(1):11.
- GHATE, S.R., and BILANSKI, W.K. 1981. Preservation of High-Moisture Corn Using Urea. American Society of Agricultural Engineers. 24:1047.
- NRC, 1996. Nutrient Requirement for Beef Cattle (7th) Ed. National Academy Press. Washington, DC.
- ROMERO L.A., DIAZ M.C. y GIORDANO, J.M. 1996. Silaje de grano con alta humedad. INTA EEA, Rafaela, Santa Fe. Pub. Mis. No 81.
- ROMERO, L.A., DIAZ, M.C., BRUNO, O.A., COMERON, E.A. y GAGGIOTTI, M.C. 1996. Silaje de grano húmedo de maíz y sorgo en la alimentación de vacas lecheras. INTA, EEA Rafaela. Infor. Téc. No 110. pg.2.
- ROMERO, L.A., DIAZ, M.C., BRUNO, O.A., COMERON, E.A. y GAGGIOTTI, M.C. 1997. Silaje de grano de sorgo de alta humedad: efecto del contenido de tanino y el tratamiento con urea en la respuesta de vacas lecheras. Rev. Arg. Prod. Anim. 17(1):10.
- RUSSELL, W. and SCHMIDT, S.P. 1993. Preservation of High-Moisture Sorghum Grain with Urea and Evaluation in Cattle Feeding. West Virginia University & Auburn University. 18-th Biennial Grain Sorghum Research and Utilization Conference, 9 pp.
- RUSSELL, W. and LOLLEY, J.R. 1989. Deactivation of High Tannin Milo by Treatment with Urea. J. Dairy Sci. 72:2427.
- RUSSELL, W., LIN, J.C.M., THOMAS, E.E. and MORA, E. C. 1988. Preservation of high-moisture milo with urea: grain properties and animal acceptability. J. Anim. Sci. 66:2131.
- SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Version 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.
- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- KRYSL, L. J., GALYEAN, M. L., ESTELL, R. E. and SOWELL, B. .F. 1988. Estimating digestibility and faecal output in lambs using internal and external markers. J. Agric. Sci. (Camb.) 111:19.

Cuadro 1. Composición química de los granos y del heno utilizados en las dietas de vaquillonas en engorde

Parámetros ²	MSP ¹	SHE	SSM	HA
MS, %	88.0	80.5	90.0	86.0
PB, %	10.6	16.0	7.3	17.2
FDN, %	13.9	19.1	11.3	47.7
FDA, %	3.1	12.4	7.1	33.4
Lignina, %	0.6	5.5	3.0	7.4
DIVMS, %	86.5	79.2	83.4	63.0
EM, Mcal/kg MS	3.1	2.8	3.0	2.2

¹ MSP = maíz seco partido; SHE = sorgo húmedo entero, conservado con urea; SSM = sorgo seco molido, HA = heno de alfalfa.

² MS = materia seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; EM = energía metabolizable.

Cuadro 2. Composición química de la dieta y las heces, y proporción de grano recuperable en heces de vaquillonas en engorde

Parámetros ²	T1 ¹	T2	T3	EE
<i>Dieta</i>				
MS, %	86.8	83.8	87.6	-
PB, %	14.5	16.7	13.3	-
FDN, %	34.2	36.2	33.1	-
FDA, %	21.2	24.9	22.8	-

Lignina, %	4.7	6.7	5.7	-
DIVMS, %	72.4	69.5	71.2	-
EM, Mcal/kg MS	2.6	2.5	2.6	-
<i>Heces</i>				
MS, %	23.2	22.7	17.8	0.45
FDN, %	51.2	52.7	54.5	1.32
FDA, %	33.8 ^a	42.2 ^b	37.6 ^e	0.58
Lignina, %	13.9 ^a	15.4 ^a	18.6 ^b	0.59
EM, Mcal/kg MS	2.2 ^a	2.0 ^b	2.1 ^c	0.02
<i>Grano en heces³</i>				
Proporción, %	21.2 ^a	31.3 ^b	0	0.87
FDN, %	8.0 ^a	17.1 ^b	-	0.20
FDA, %	3.0 ^a	12.3 ^b	-	0.22
Lignina, %	1.3 ^a	5.8 ^b	-	0.09
EM, Mcal/kg MS	3.1 ^a	2.8 ^b	-	0.06

¹ Dietas: T1 = 60 % heno de alfalfa + 40 % de grano de maíz seco y partido; T2= 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo húmedo entero y conservado con urea; T3 = 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo seco y molido

² MS = materia seca; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; EM = energía metabolizable. EE = error estándar de las medias.

³ Grano entero o fracciones recuperado en las heces

^{a, c y e} Promedios en filas con superíndices diferentes difieren (P<0.01).

Cuadro 3. Comparación de la composición química del grano en la dieta y en las heces de vaquillonas en engorde¹

Parámetros ²	Dieta	Heces	EE	valor P ³
<i>Maíz partido</i>				
FDN, %	13.9	8.0	0.18	<0.01
FDA, %	3.1	3.0	0.01	0.27
Lignina, %	0.6	1.3	0.02	<0.01
DIVMS, %	86.5	86.6	0.03	0.17
EM, Mcal/kg MS	3.1	3.1	0.01	0.13
<i>Sorgo húmedo entero</i>				
FDN, %	19.1	17.1	0.09	<0.01
FDA, %	12.4	12.3	0.22	0.77
DIVMS, %	79.2	79.3	0.17	0.63
Lignina, %	5.5	5.7	0.08	0.07
EM Mcal/kg MS	2.8	2.8	0.01	0.58

¹ Dietas: 60 % heno de alfalfa + 40 % de grano, base MS

² FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca; EM = energía metabolizable. EE = error estándar de las medias.

³ Probabilidad de que las medias de los tratamientos sean similares

Cuadro 4. Consumo voluntario de vaquillonas en engorde con diferentes dietas de grano y heno de alfalfa

Parámetros ²	T1 ¹	T2	T3	EE
Dieta kg/d	9.9 ^a	10.9 ^b	10.6 ^{ab}	0.25
Heno kg/d	6.0 ^a	6.7 ^b	6.3 ^{ab}	0.15
Grano kg/d	4.0 ^a	4.4 ^b	4.2 ^{ab}	0.10
MSDc, kg/d	7.2	7.8	7.6	0.17
EMp, Mcal/d	25.6	27.0	26.7	0.62

¹ Dietas: T1= 60 % heno de alfalfa + 40 % de grano de maíz seco partido; T2= 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo húmedo entero conservado con urea; T3= 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo seco molido.

² MSDc = MS digestible calculada a partir de digestibilidad *in vitro*; EMp = energía metabolizable potencial calculada (MSDc 0.82 4.4 Mcal/kg MS); EE = error estándar de las medias.

^{a y c} Promedios en filas con superíndices diferentes difieren (P<0.01).

Cuadro 5. Producción de heces estimada de vaquillonas en engorde con diferentes dietas basadas en granos y heno de alfalfa

Parámetros ²	T1 ¹	T2	T3	EE
Total, kg	3.35 ^a	4.76 ^b	3.22 ^a	0.17
Grano, kg	1.15 ^a	2.06 ^b	0.70 ^c	0.08
Grano recuperado, kg	0.72 ^a	1.50 ^b	-	0.08
Grano indig., kg	0.43 ^a	0.59 ^b	0.70 ^c	0.02
Heno, kg	2.20 ^a	2.67 ^b	2.52 ^b	0.11

¹ Dietas: T1 = 60 % heno de alfalfa + 40 % de grano de maíz seco y partido; T2 = 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo húmedo entero conservado con urea; T3 = 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo molido

² Grano recuperado = Proporción de granos enteros o fracciones recuperados de las heces; Grano indig. = cantidad de MS indigestible proveniente del grano de la dieta, determinado por indigestibilidad *in vitro*. EE = error estándar de las medias.

^{a, b, y c} Promedios en filas con superíndices diferentes y consecutivos difieren (P<.05); promedios en filas con superíndices diferentes no consecutivos difieren (P<0.01).

Cuadro 6. Performance de vaquillonas en engorde con diferentes dietas basadas en granos y heno de alfalfa

Parámetros ²	T1 ¹	T2	T3	EE
PVI, kg	292	282	290	6.9
PVF, kg	348	325	353	5.8
ADPV, g/animal	927 ^a	697 ^c	1044 ^a	48
Consumo				
CEMc, Mcal/d	25.6	27.0	26.7	0.62
CEMef, Mcal/d	23.4 ^a	21.9 ^a	26.2 ^c	0.67
Diferencia, %	8.5 ^a	18.8 ^d	2.5 ^b	1.78
Conversión				
CEMef/ADPV	25.5 ^a	32.2 ^c	25.0 ^a	0.21
CMS/ADPV	11:1 ^a	16:1 ^c	10:1 ^a	0.6

¹ Dietas: T1 = 60 % heno de alfalfa + 40 % de grano de maíz seco y partido; T2 = 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo húmedo entero conservado con urea; T3 = 60 % heno de alfalfa + 40% grano de sorgo seco y molido. Período de muestreo = 63 días.

² PVI = peso vivo inicial del período de muestreo; PVF = peso vivo final del período de muestreo (coincidente con el final del ensayo); ADPV = aumento de peso vivo; CEMc = Consumo de energía metabolizable calculada en función del consumo de MS y la digestibilidad *in vitro*; CEMef = Consumo de energía metabolizable efectiva establecida como la energía resultante de la energía metabolizable consumida menos la EM perdida en heces en la forma de grano recuperado y las fracciones potencialmente indigestibles del grano y del heno.

^{a, b, c y d} Promedios en filas con superíndices diferentes y consecutivos difieren (P<.05); promedios en filas con superíndices diferentes no consecutivos difieren (P<0.01).

Volver a: [Invernada o engorde a corral o feedlot](#)