

Valor alimenticio de grano de sorgo y forraje en dietas lácteas

Presentado ante
Programa United Sorghum Checkoff

Dr. Michael J. Brouk

Department of Animal Sciences and Industry
Kansas State University
134 Call Hall
Manhattan, KS 66506-1600
mbrouk@ksu.edu

INTRODUCCIÓN

El sorgo, de grano y forraje, es un alimento importante para el ganado. En general, el sorgo se cultiva en zonas como el oeste de Kansas, donde la precipitación no es compatible con la producción económica de maíz u otros cultivos que requieren casi el doble de la humedad en comparación con el sorgo. En los últimos 10 años, los productores de EE.UU. han cosechado un promedio de casi 7 millones de hectáreas de sorgo de grano cuyo resultado han sido más de 350 millones de bushel de producción de grano al año. Además, se cosecharon poco más de 350,000 hectáreas para ensilaje. grano de sorgo puede ser utilizado en las raciones del ganado lechero como un reemplazo para el maíz. Aun cuando se ha demostrado en investigaciones que el grano de sorgo es comparable con el maíz en las dietas de vacas lecheras lactantes, el mercado a menudo valora menos al sorgo que al maíz. Durante los últimos diez años, el precio del sorgo se ha rezagado del maíz en alrededor 0.12 dólares por bushel que resulta en una pérdida promedio para los productores de sorgo de 42 millones de dólares al año. En 2008, el diferencial entre el precio del maíz y el sorgo aumentó a \$ 0.70 por bushel, lo que redujo el valor de la cosecha en más de 330 millones de dólares. Los datos de muchos estudios de investigación no justifican el valor del sorgo; sin embargo los productores de ganado y el mercado siguen descontando el valor del sorgo en las dietas del ganado lechero. Se necesita una revisión exhaustiva de la literatura publicada sobre el rendimiento de las vacas lecheras lactantes y las vaquillas alimentadas con grano de sorgo, sorgo forrajero y granos de destilería de sorgo para ayudar a educar a los ganaderos y otros profesionales sobre el verdadero valor del sorgo en la industria láctea. A continuación se presenta una revisión y resumen de la investigación publicada sobre el uso de sorgo de grano y forraje en la dieta del ganado lechero con un énfasis en la investigación publicada en los últimos 15 años.

COMPOSICIÓN DE NUTRIENTES DEL SORGO DE GRANO EN COMPARACIÓN CON EL MAÍZ, CEBADA Y TRIGO

La cebada, el maíz, el sorgo y el trigo son fuentes potenciales de energía para el ganado lechero. Dependiendo de las condiciones climáticas locales, tal vez haya preferencia por un grano que por otro. Por lo general, el maíz es la fuente de energía de selección. Sin embargo, algunas condiciones climáticas pueden limitar o negar su productividad. Los valores promedio de nutrientes para el sorgo, el maíz, la cebada y el trigo se presentan en la Tabla 1. Los valores se obtuvieron de dos publicaciones del Consejo Nacional de Investigación (*National Research Council, NRC*) (NRC, 1996 y 2001) y del *Dairy One Forage Laboratory* con sede en Nueva York. Los valores obtenidos de la NRC se basan en los valores publicados antes de la fecha de publicación. Los datos de Forage One es el valor promedio reportado de todas las muestras analizadas a partir de mayo de 2000 al 30 de abril de 2010. Los niveles de proteína bruta de las muestras analizadas por Dairy One son más bajos para todos los granos, en comparación con los valores del NRC. Esto probablemente se deba a un aumento en los niveles de almidón debido al cada vez mayor rendimiento de grano en las últimas dos décadas. El sorgo contiene más proteína que el maíz crudo, pero inferior a la que se encuentra en la cebada o el trigo. La fibra, medida por la fibra detergente ácido (FDA) es la más baja para el maíz y el trigo y la más

alta para el sorgo y la cebada. Los valores para el sorgo y la cebada varían y pueden ser un reflejo de una mayor proporción del tegumento de la endosperma y el germen, en comparación con el maíz o el trigo. Esto también contribuye probablemente al mayor nivel general de ADF en el sorgo y la cebada. Si bien existen diferencias, éstas son pequeñas y no tendrían un gran efecto negativo en la digestión de los rumiantes. Los valores energéticos se expresan en términos de energía neta para el mantenimiento (NE_m), la ganancia (NE_g) y la lactancia (NE_l). Estos son un reflejo de cómo un animal utilizaría la energía de los alimentos. Al comparar el valor NRC con los valores de laboratorio más recientes, parece que han aumentado los niveles. Tal vez esto se deba a cambios en la genética de las plantas y las prácticas agronómicas que producen mayores niveles de almidón hoy que en el pasado. El sorgo y el maíz son muy comparables en términos de energía. Los valores tabulares indican una ligera ventaja del maíz sobre el sorgo, aunque la diferencia es relativamente pequeña. Es posible que las pequeñas diferencias en los valores tabulares no se puedan detectar en los ensayos con animales. Debido a la influencia del clima, las prácticas agrícolas y la genética, se deben analizar las fuentes de los granos y utilizar los perfiles de nutrientes resultantes para formular las dietas de los animales en lugar de utilizar los valores tabulares.

UTILIZACIÓN DEL GRANO DE SORGO EN DIETAS DE VACAS LECHERAS LACTANTES

El grano de sorgo puede ser una fuente eficaz de almidón para el ganado lechero. El almidón es la principal fuente de energía en las dietas de vacas lecheras cuando se alimentan de los altos niveles de producción de leche. La utilización del almidón en el rumen es una preocupación primordial para mejorar la producción de leche y eficiencia de la producción. Como resultado, determinar y entender los patrones de fermentación ruminal de diferentes fuentes de granos es importante cuando se busca alcanzar altos niveles de producción de leche y aumentar la eficiencia de la producción.

Los patrones de fermentación ruminal de materia seca, proteína cruda y almidón varían en los diferentes granos. Las figuras 1, 2 y 3 muestran las diferencias observadas en las tasas de fermentación de los 5 granos. En todos los casos, el sorgo se fermenta más despacio que otros granos. Se llega a un punto similar a las 48 horas de exposición ruminal; sólo que el tiempo de residencia en el rumen para llegar a este punto es más largo. En algunos casos, una mezcla de granos puede proporcionar un patrón de fermentación ruminal más óptimo que un solo grano. Por ejemplo, una pequeña cantidad (1-2 libras) de trigo, cebada o avena añadida a un TMR aumentará la cantidad de almidón disponible inmediatamente después de comer. Cuando se combina con maíz o sorgo, proporciona un nivel más alto y más estable de almidón disponible en rumen en el lapso entre comidas. Esto a menudo tiene un efecto positivo en la producción de leche y la eficiencia de la producción.

Las diferencias en la fermentación ruminal del grano de sorgo son el resultado de una matriz almidón-proteína que es más resistente a la humedad y la penetración de enzimas que la del maíz u otros granos (Herrera-Saldaña et al., 1990 y Theurer, 1986). Durante muchos años, el sorgo se considera de menor valor que el maíz debido a su menor digestibilidad disminuyó ya sea apisonado o molido en seco. Sin embargo, esta disminución de digestibilidad no siempre da

como resultado una disminución significativa en la producción de leche cuando se alimenta con granos apisonados o molidos (Mitzner et al., 1994). Hay una gran cantidad de datos que respaldan la sustitución de maíz con el sorgo en las dietas de vacas lactantes sin disminuir la producción de leche o el rendimiento (Mitzner et al., 1994 y Theurer et al., 1999). Mitzner y colaboradores (1999) alimentaron con maíz y sorgo apisonado y finamente molido y no observaron diferencias en la ingesta de la materia seca, producción de leche, porcentaje de grasa de la leche o el peso corporal debido a la fuente del grano. Con base en estas y otras pruebas, se puede concluir que el sorgo y el maíz se pueden intercambiar en la dieta de vacas lecheras en lactancia, aunque se debe tomar en consideración el procesamiento, el cual se aborda más adelante en este artículo.

UTILIZACIÓN DEL SORGO EN LAS DIETAS SECAS PARA VACAS

No se tienen referencias específicas a la alimentación de grano de sorgo para vacas lecheras secas. Sin embargo, cabe suponer que la relación encontrada en el ganado lechero lactando respecto a la alimentación con grano de sorgo aplicaría en las vacas lecheras secas. La alimentación de grano de sorgo como sustituto del maíz en las dietas de vacas secas sería aceptable y no debería dar como resultado un efecto negativo. Sin embargo, es importante aplicar los lineamientos aceptados de una ración balanceada a fin de controlar el consumo de energía durante este período para evitar la pérdida o aumento excesivo de peso.

UTILIZACIÓN DEL SORGO EN DIETAS PARA BECERROS Y VAQUILLAS

En varios estudios se ha evaluado la alimentación de grano de sorgo a los becerros. Estos estudios se han centrado en el impacto del procesamiento en el crecimiento del becerro. Abdelgadir y Morrill (1995) alimentaron con grano de sorgo crudo, tostado o aglomerado. No presentaron informes de diferencias en el rendimiento de los becerros debido al procesamiento del grano. Khan y otros (2007, 2008) utilizaron maíz molido, cebada molida, trigo molido y avena prensada en el 25% de la materia seca inicial para becerros. Observaron que los becerros alimentados con maíz tuvieron un mayor aumento de peso corporal y de absorción total de la materia seca, en comparación con los otros tratamientos. También observaron que la eficiencia alimenticia fue mayor cuando se alimenta ya sea de maíz o de trigo, en comparación con las dietas de cebada o avena. Mientras que el sorgo no era una de las fuentes de grano a prueba, uno podría especular que el grano de sorgo podría desempeñarse de manera semejante al maíz basado en las curvas de fermentación presentadas en las figuras 1-3. La investigación reciente ha puesto de relieve la importancia del crecimiento de los becerros durante el primer año de vida. Se requiere más investigación en el impacto del sorgo sobre el rendimiento de los becerros para evaluar plenamente la utilización del sorgo en esta área de producción.

En la investigación publicada no se ha evaluado el sorgo para la alimentación de las vaquillas lecheras en crecimiento. Sin embargo, en varios estudios se ha evaluado el uso del sorgo en las raciones de reses en crecimiento. Se ha demostrado que las dietas conteniendo más del 65% de grano de sorgo alto en tanino reduce el crecimiento de animal (Larrain et al, 2009;. Maxson et al, 1973.). Sin embargo, la mayoría del sorgo cultivadas hoy en día tiene menor cantidad de

taninos, por lo que este ya no es un problema. Sin embargo, parece que el procesamiento tiene un impacto importante en la producción de proteína bacteriana ruminal. Rahnema y otros (1987) reportaron un incremento en la producción de proteína bacteriana ruminal cuando se alimenta de sorgo descascarado en vapor que apisonado en vapor. El procesamiento es importante para la utilización del almidón de sorgo en el rumen. Cuando se procesa, parece que el sorgo es un reemplazo para el maíz en las dietas para crecimiento.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN EL RENDIMIENTO ANIMAL

De los factores que rodean el uso del sorgo en la dieta de rumiantes, el más investigado es el procesamiento. Los métodos de procesamiento normales son el apisonado en seco, molido, apisonado en vapor, descascarado en vapor y granulado. Mitzner y otros (1994) no encontraron diferencias debidas al tipo de grano al compararse el apisonado en seco con molido fino de maíz y sorgo. Sin embargo, Bush y otros (1972) informaron de que el sorgo molido grueso dio como resultado una menor producción de leche en comparación con el sorgo molido finamente. En otro informe, Titgemeyer y Shirley (1997) informaron de que el granulado del grano de sorgo mejoró el valor nutricional en comparación con apisonado en seco. Parece que el tamaño de las partículas es relevante o se necesita un mayor procesamiento para utilizar con eficiencia el grano de sorgo. Esto es aún más evidente si se consideran los efectos del procesamiento térmico en la utilización del sorgo.

EFFECTOS DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO EN EL RENDIMIENTO ANIMAL

Theurer y colegas (1999) terminaron una revisión de la literatura en la que se examina los efectos del procesamiento térmico del maíz y el sorgo y su relación con la producción de leche. En el resumen de 19 ensayos de lactancia observaron que el descascaramiento en vapor del maíz o sorgo dio como resultado un aumento del 20% de la energía neta de lactancia, en comparación con los granos apisonados en seco. También concluyeron que el valor alimenticio del maíz y el sorgo descascarados en vapor fue similar. El resumen de 6 estudios en los que se comparó el maíz descascarado en vapor y el maíz apisonado en vapor mostraron un incremento en la producción de leche, producción de proteínas de la leche y el porcentaje de grasa en la leche cuando el alimento es de maíz descascarado en vapor (Tabla 2). El tratamiento no afectó la eficiencia de absorción y producción y aumentó la digestión total del almidón en el tracto digestivo. En 24 estudios se hizo la misma comparación con respecto del sorgo (Tabla 3) y el descascaramiento en vapor mejoró la absorción, la producción de leche, el porcentaje y rendimiento de la proteína en la leche y el porcentaje de la grasa en la leche. La digestibilidad total de almidón en el tracto digestivo también se incrementó en un 17 por ciento. El grupo después comparó directamente el maíz con el sorgo (Tabla 4) y se encontró que la absorción y el rendimiento de la lactancia del maíz y el sorgo descascarados en vapor fueron semejantes. Así, a partir de los datos, la eficacia del maíz y el sorgo como fuente de almidón para dietas de vacas lecheras lactantes fue la misma.

Posteriormente, los investigadores (Theurer et al., 1999) examinaron el sitio y el grado de digestión del almidón. Al comparar el descascaramiento en vapor con el apisonado en seco,

observaron un aumento en la digestión ruminal del almidón del maíz y el sorgo. Esto es importante ya que la digestión ruminal del almidón aumenta la producción de proteína microbiana ruminal que puede aumentar la proteína disponible para la producción de leche.

Las principales ventajas del procesamiento térmico son el aumento en la digestión ruminal del almidón y la mejora resultante en la energía neta de lactancia. Se estima que en comparación con el sorgo apisonado en seco, los valores netos de energía deben aumentar en un 13-20% (Theurer et al., 1999).

AGREGAR VALOR AL GRANO DE SORGO A TRAVÉS DEL PROCESAMIENTO

Se debe procesar el grano de sorgo por molienda, apisonamiento, apisonamiento en vapor o descascaramiento en vapor a fin de alterar la matriz proteica alrededor de los gránulos de almidón y la desorganización de los gránulos de almidón. La mayor alteración de la matriz proteica y los gránulos de almidón se debe al descascaramiento en vapor en comparación con los demás métodos. Esto se debe a que combina la humedad, presión y calor en un proceso constante que produce una mayor proporción de almidón disponible para los microbios del rumen. El descascaramiento en vapor puede aumentar el valor energético del sorgo hasta en un 20%. Esta energía adicional se puede utilizar para una mayor producción de leche o, en el caso de las vacas en lactancia tardía, da como resultado una reducción de la cantidad de granos necesaria en la dieta. Se deben tomar en consideración muchos factores económicos, incluidos la disponibilidad local de granos, transporte, costos de procesamiento, instalaciones, etc. al determinar el valor de un procesamiento adicional en una lechería. Para los establos ubicados cerca de los corrales de engorda vacunos, es posible que el corral de engorda descascare en vapor el grano para la lechería. En muchos casos, el corral de engorda puede tener un exceso de capacidad de descascaramiento y esté dispuesto a descascarar el grano del productor lechero.

VENTAJAS NUTRICIONALES DEL GRANO DE SORGO EN DIETAS LÁCTEAS

El sorgo contiene más proteína cruda que el maíz. Con base en los valores reportados, cada libra de sorgo proporcionará 0.013 libras más de proteína cruda sobre el maíz. Si se alimentan 12 libras de grano al día, equivale a cerca de 0.15 libras de proteína cruda, que podría reemplazar a cerca de 0.3 libras de la pasta de soya. A \$ 350/ton para la pasta de soya, esto equivale a \$ 0.05/vaca al día. La calidad de los aminoácidos no es tan importante para los animales rumiantes ya que la mayoría de la proteína de sorgo se debe convertir en proteína microbiana en el rumen. El sorgo tiene un contenido de ceniza ligeramente mayor que el maíz, pero tendrá efectos mínimos en la administración de suplementos de las dietas lácteas. Así, la principal ventaja sería la posibilidad de reducir el nivel de suplemento de proteína cruda de la dieta si el sorgo sustituye al maíz.

FORRAJE DE SORGO

El sorgo también se puede cultivar como cosecha forrajera o retirar el rastrojo de después de la cosecha del grano. La ventaja de los sorgos sobre el maíz es que su temporada de crecimiento es más corta, tiene una alta producción de biomasa, necesita menos pesticidas, abarca más terreno y tiene múltiples oportunidades de cosecha. Bolsen et al. (1977) informó que el rastrojo de ensilaje se puede utilizar con éxito en las dietas de vaquillas y corderos en crecimiento. Hay más interés por el cultivo y la utilización de sorgo forrajero para el forraje. F.G. Owen (1967) sugirió que la producción, cosecha, almacenamiento y alimentación de podían influir en el valor nutricional del forraje. La selección de híbridos, fertilización, agua disponible y condiciones de cultivo puede afectar en gran medida el valor nutricional del cultivo. Sin embargo, la cosecha tardía, almacenamiento inadecuado o el manejo del alimento también pueden generar pérdidas adicionales y la reducción en la calidad del forraje. Los resultados obtenidos de un productor en particular para un determinado año tienen una gran influencia en las condiciones antes mencionadas. Una de las mayores influencias sobre el valor nutricional es el contenido de granos del forraje. Incluso sorgos forrajeros producen grano. Ward y Smith (1968) informaron que el forraje de sorgo sin semilla dio como resultado una menor producción de leche y crecimiento que el forraje conteniendo grano.

En las últimas dos décadas ha habido un mayor interés creciente en los genotipos de nervadura café que tienen una mayor digestibilidad de la fibra detergente neutro que los genotipos normales. Esto es importante porque el ensilaje de maíz por lo general contiene una mayor cantidad de nutrientes digestibles que el ensilaje de sorgo. La incorporación del genotipo de nervadura café puede reducir esta diferencia. Algunos estudios recientes han informado de la producción de leche similar de ensilajes de sorgo de nervadura café en comparación con el ensilaje de maíz (Aydin et al., 1999; Oliver et al., 2004). Dann et al. (2007) reportó sólidos semejantes a la leche corregida al alimentar con ensilaje sudán-sorgo de nervadura café en comparación con el ensilaje de maíz. Sin embargo, también reportaron una reducción en la absorción de materia seca cuando se alimenta el sorgo-sudán en comparación con el maíz. Se necesita más investigación para determinar plenamente el valor de los forrajes de nervadura café en las dietas de vacas lecheras y vaquillas.

UTILIZACIÓN DE LOS FORRAJES DE SORGO EN DIETAS LÁCTEAS

Se puede utilizar el sorgo forrajero para reemplazar totalmente el ensilaje de maíz en las dietas de lactantes. Algunos estudios han indicado una reducción en la producción de leche cuando se utilizan hierba de sorgo-sudán. Sin embargo, estudios más recientes en los que se utilizaron híbridos de nervadura café se han traducido en niveles similares de producción. Es probable que los resultados de un experimento determinado o un solo año en una granja lechera, no sea suficiente información para tomar decisiones definitivas debido a los problemas asociados a las influencias del clima, las condiciones de cultivo y prácticas de manejo del crecimiento mediante el alimento. Se necesita más investigación en esta área.

Muchas granjas comerciales utilizan ensilajes de sorgo en las dietas de vaquillas en seco y en crecimiento. Se ha demostrado que los híbridos de sorgo producen cantidades similares de la biomasa como ensilaje de maíz. Sin embargo, este ensilaje contiene menos energía y por tanto

es más adecuado para las necesidades nutricionales de los animales en seco y en crecimiento en comparación con el ensilaje de maíz. En las zonas que carecen de riego o con riego limitado, los forrajes de sorgo ofrecen una alternativa al ensilaje de maíz sin afectar negativamente el rendimiento de los animales.

VENTAJA NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE SORGO EN DIETAS LÁCTEAS

La principal ventaja de los forrajes de sorgo para dietas lácteas sería la reducción de agua necesaria para el cultivo y la temporada de crecimiento más corta. Esto podría permitir a los productores aumentar la producción de biomasa en el agua limitada o crear una situación de doble cultivo después de la cosecha de grano pequeño a principios de verano. En las zonas con recursos limitados para el ensilaje de maíz en crecimiento, los forrajes de sorgo ofrecen la ventaja de reducir el costo de la ración en comparación con el envío de forrajes de otras áreas. Los forrajes de sorgo también ofrecen un mejor control del aumento de peso en ganado en crecimiento y seco.

VALOR DE GRANOS DE DESTILERÍA DE SORGO EN DIETAS LÁCTEAS

Los granos de destilería es una buena fuente de proteína y energía para las vacas lecheras lactantes (Schingoethe et al. 2009). Muchas vacas lecheras lactantes son alimentadas con 5.3 libras de granos de destilería al día. También se utiliza en las dietas de terneras y vaquillas. La mayoría de los granos de destilería están hechos de maíz, pero en algunas zonas del Medio Oeste y el Suroeste, hay mayor disponibilidad de sorgo y es más rentable que el maíz. El alimento resultante es muy semejante excepto por el color debido a las diferencias en el color de la cubierta de la semilla y el contenido de la proteína. Como el grano de sorgo tiene una concentración ligeramente mayor de proteína cruda, los granos de destilería producidos a partir del sorgo pueden tener alrededor de 3 por ciento más de proteína cruda que los mismos granos de maíz. Un informe publicado indica que la producción de leche y digestibilidad fue ligeramente inferior con el alimento conteniendo los granos de destilería de sorgo con respecto de los granos de destilería de maíz (Al-Suwaiegh et al. 2002). El valor nutricional de los granos de destilería pueden variar debido a las diferencias en los métodos de procesamiento entre las plantas. Las comparaciones entre el maíz y el sorgo sólo serían válidas si los granos se procesan en la misma planta bajo los métodos de procesamiento semejantes. Sin embargo, la variación en la composición de nutrientes del maíz y el sorgo en una corrida de fermentación determinada o condiciones asociadas a una corrida individual podría afectar el valor nutritivo de los granos resultantes. Esta también es un área que debe investigarse además de establecer plenamente el valor de los granos de destilería de sorgo en las dietas de lácteos.

VENTAJA ECONÓMICA DEL SORGO EN DIETAS LÁCTEAS

Las principales ventajas económicas resultantes de la utilización del grano de sorgo y forraje en la dieta de lácteos es probable que el resultado de los ahorros en el costo de producción en comparación con el maíz. La mayor parte de estos ahorros será probablemente el resultado de la humedad limitada y la capacidad de crecer de sorgo en mucha menos agua que el maíz. Para

los productores de estos animales su propio forraje y / o granos, esto puede ser un ahorro significativo durante la compra de alimentos de los demás. Para los productores que compran alimentos, la pregunta es un poco más complicado. En zonas con escasas precipitaciones o el agua de riego, el sorgo ofrece esa ventaja de reducir los costos de transporte asociados con alimentos cultivados localmente. La investigación ha demostrado que cuando se procesa correctamente, el sorgo es igual a la de maíz para vacas a pastoreo. Por lo tanto se podría suponer que el grano de sorgo debe ser igual al valor del maíz en la misma región, ya sea localmente o transportados a otra zona. Sin embargo, la falta de conocimiento de productores y en algunos casos la falta de datos de investigación disponibles sigue a infravalorar grano de sorgo y forrajes en la alimentación láctea.

RESUMEN

La utilización de grano de sorgo en dietas de vacas lecheras lactantes da como resultado una producción de leche semejante a la del maíz. Esto se ha demostrado en muchos ensayos de investigación. El procesamiento es muy importante para lograr el uso máximo del sorgo. El descascamiento en vapor puede aumentar el valor energético del sorgo 13-20% y aumenta la utilización de sorgo en el rumen para producir la proteína microbiana. Estos incrementos se deben a la alteración de la matriz del almidón y la matriz de la proteína que cubre el almidón debido a la humedad, el calor y la presión asociados al descascamiento en vapor. Esto da como resultado una mayor producción de leche en comparación con el apisonado en seco. El sorgo descascarado en vapor resulta en una producción de leche semejante a la del maíz descascarado en vapor.

Los forrajes de sorgo también se puede utilizar con eficacia en la dieta láctea. Es probable que los híbridos de nervadura café ofrecen la mayor ventaja para las vacas lecheras lactantes debido a la mayor digestibilidad de la fibra. Los resultados de algunos estudios recientes indican que la producción de leche es semejante cuando se comparan los híbridos de nervadura café con el ensilaje de maíz. Se necesita investigación adicional en esta área para abordar plenamente cómo estos forrajes pueden utilizarse en dietas de vacas lecheras lactantes. Los sorgos de forraje o el ensilaje de hierba de sorgo-sudán puede reemplazar fácilmente al ensilaje de maíz en las dietas de vacas secas y vaquillas en desarrollo. Los ensilajes de sorgo ofrecen una ventaja sobre el ensilaje de maíz en estas dietas debido a la necesidad de controlar el aumento de peso. El ensilaje de maíz a menudo contiene demasiada energía y su uso es limitado debido a su contenido energético. Los ensilajes de sorgo por lo general no tienen este problema.

Tabla 1. Comparación de valores de nutrientes obtenidos de tres fuentes

Elemento	Grano	NRC ¹ vacuno	NRC ² lácteo	Dairy One ³
Proteína cruda, %	Sorgo	12.60	11.60	10.53
	Maíz	9.80	9.40	9.20
	Cebada	13.20	12.40	12.22
	Trigo	14.20	14.20	13.67
Fibra detergente ácido, %	Sorgo	6.38	5.90	7.90
	Maíz	3.30	3.40	3.63
	Cebada	5.77	7.20	7.62
	Trigo	4.17	4.40	4.72
NE _m ⁴ , Mcal/lb	Sorgo	0.91	0.88	0.96
	Maíz	1.02	0.93	1.00
	Cebada	0.93	0.92	0.89
	Trigo	0.99	0.98	0.93
NE _g ⁵ , Mcal/lb	Sorgo	0.61	0.59	0.65
	Maíz	0.70	0.63	0.69
	Cebada	0.63	0.62	0.60
	Trigo	0.68	0.67	0.63
NE _l ⁶ , Mcal/lb	Sorgo	-----	0.82	0.91
	Maíz	-----	0.87	0.94
	Cebada	-----	0.84	0.85
	Trigo	-----	0.90	0.88
Ceniza, %	Sorgo	1.87	2.00	1.92
	Maíz	1.46	1.50	1.55
	Cebada	2.40	2.90	2.93
	Trigo	2.01	2.00	1.97

¹Requisitos de nutrientes para ganado vacuno, 1996

²Requisitos de nutrientes para ganado lácteo, 2001

³Dairy One Forage Laboratory, 2010

⁴Energía neta de mantenimiento

⁵Energía neta de aumento

⁶Energía neta de lactancia

Tabla 2. Maíz descascarado en vapor comparado con apisonado en vapor en dietas de vacas lecheras lactantes.

Elemento	SR ¹	SF ²	<i>P</i> ≤
Ingesta de materia seca, lb/d	58.4	58.4	0.93
Leche, lb/d	78.9	83.8	0.02
Proteína, %	2.99	3.06	0.11
Proteína, kg	2.36	2.56	0.01
Grasa, %	3.11	2.98	0.02
Grasa, kg	2.47	2.49	0.44
Total de rastro de digestión de almidón, %	87.4	95.7	0.05

¹Apisonado en vapor para una densidad de 38 lb/bu.

²Descascarado en vapor para una densidad de 28lb/bu.

Adaptado de Threurer et al., 1999.

Tabla 3. Sorgo descascarado en vapor comparado con apisonado en vapor en dietas de vacas lecheras lactantes.

Elemento	SR ¹	SF ²	<i>P</i> ≤
Ingesta de materia seca, lb/d	56.4	55.3	0.23
Leche, lb/d	78.5	82.5	0.01
Proteína, %	2.95	3.02	0.01
Proteína, kg	2.34	2.51	0.01
Grasa, %	3.20	3.03	0.01
Grasa, kg	2.51	2.51	0.90
Total de rastro de digestión de almidón, %	83.7	97.1	0.01

¹Apisonado en vapor para una densidad de 38 lb/bu.

²Descascarado en vapor para una densidad de 28lb/bu.

Adaptado de Threurer et al., 1999.

Tabla 4. Sorgo en grano y maíz descascarado en vapor en dietas de vacas lecheras lactantes.

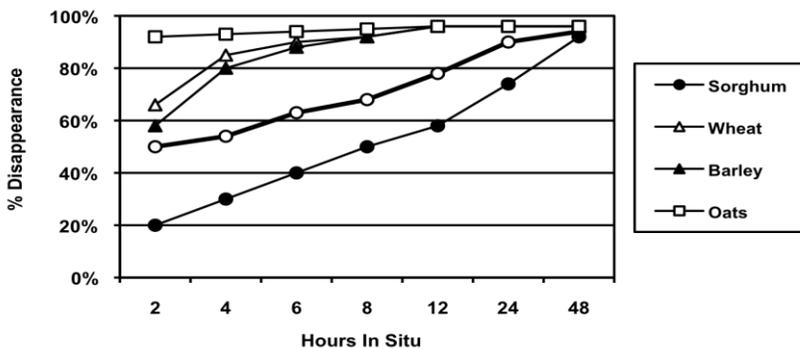
Elemento	SFS ¹	SFC ²	<i>P</i> ≤
Ingesta de materia seca, lb/d	57.1	57.6	0.82
Leche, lb/d	80.5	81.4	0.84
Proteína, %	2.96	3.00	0.58
Proteína, kg	2.38	2.43	0.71
Grasa, %	3.19	3.11	0.45
Grasa, kg	2.56	2.51	0.81
Total de rastro de digestión de almidón, %	98.6	97.9	0.86

¹Sorgo descascarado en vapor para una densidad de 28 lb/bu.

²Maíz descascarado en vapor para una densidad de 28lb/bu.

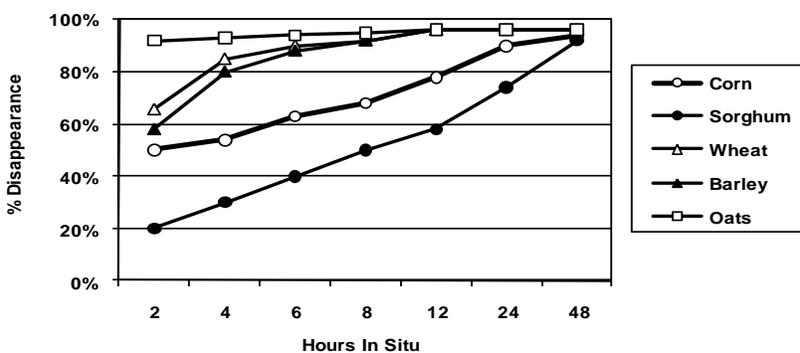
Adaptado de Threurer et al., 1999.

Figura 1. Desaparición de materia seca in situ de cinco granos.



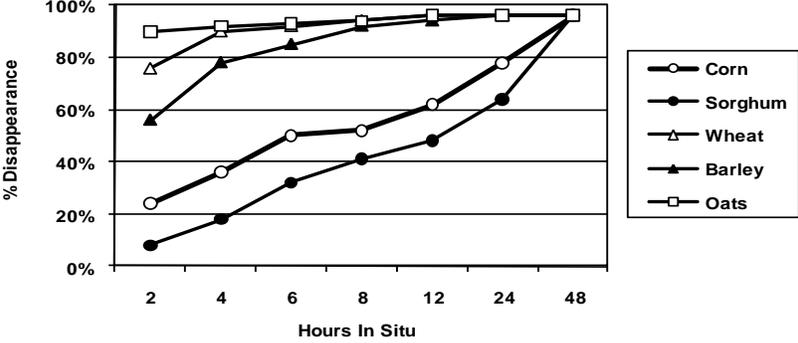
Adaptado de Herrera-Saldana et al., 1990.

Figura 2. Desaparición de proteína cruda in situ de cinco granos.



Adaptado de Herrera-Saldana et al., 1990.

Figura 3. Desaparición de almidón in situ de cinco granos.



Adaptado de Herrera-Saldana et al., 1990

EJEMPLO DE DIETAS

Ejemplo de dietas de vacas lactantes

Elemento	De maíz	De sorgo
	lb/dm por vaca	lb/dm por vaca
Heno de alfalfa	10.0	10.0
Ensilaje de alfalfa	5.0	5.0
Ensilaje de maíz	16.0	0
Ensilaje de sorgo	0	15.0
Maíz de grano	10.0	0
Sorgo de grano	0	10.0
Granos de destilería	3.0	3.0
Pasta de soya	6.5	5.5
Semilla de algodón entero	4.0	4.0
Minerales y vitaminas	1.5	1.5
Leche esperada, lb	85	85

Ejemplo de dietas de vacas secas

Elemento	De maíz	De sorgo
	lb/dm por vaca	lb/dm por vaca
Paja de trigo	15.0	15.0
Ensilaje de maíz	5.0	0
Ensilaje de sorgo	0	5.0
Maíz de grano	1.0	0
Sorgo de grano	0	1.0
Granos de destilerías	4.0	4.0
Minerales y vitaminas	1.0	1.0

REFERENCIAS

- Abdelgadir, I. E. O., y J. L. Morrill. 1995. Effect of processing sorghum grain on dairy calf performance. *J. Dairy Sci.* 78:2040-2046.
- Al-Suwaiegh, S., K. C. Fanning, R. J. Grant, C. T. Milton, y T. J. Klopfenstein. 2002. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1105-1111.
- Aydin, G. R., R. J. Grant, y J. O'Rear. 1999. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:2127-2135.
- Bolsen, K. K., C. Grimes, y J. G. Riley. 1977. Milo stover in rations for growing heifers and lambs. *J. Anim. Sci.* 45:377-384.
- Bush, L. J., B. J. Steevens, K. E. Rauch, y R. M. Alexander. 1972. Methods of processing sorghum grain for lactating cows. MP 87:146 *Anim. Sci. Res. Rep.*, Oklahoma Agric. Exp. Stn. Stillwater.
- Chen, K. H., J. T. Huber, C. B. Theurer, R. S. Swingle, J. Simas, S. C. Chan, Z. Wu, y J. L. Sullivan. 1994. Effect of steam flaking of corn and sorghum grain on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77:1038-1043.
- Base de datos de muestras de alimentos de Dairy One Forage Laboratory.
<http://www.dairyone.com/Forage/FeedComp/mainlibrary.asp> Accesado el 1 de mayo de 2010.
- Dann, H. M., R. J. Grant, K. W. Cotanch, E. D. Thomas, C. S. Ballard, y R. Rice. 2007. Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:663-672.
- Herrera-Saldana, R. E., J. T. Huber, y M. H. Poore. 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci.* 73:2386-2393.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, S. B. Park, K. S. Baek, J. K Ha, y Y. J. Choi. 2007. Starch source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, body weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 90:5259-5268.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, S. B. Park, K. S. Baek, J. K Ha, y Y. J. Choi. 2008. Starch source evaluation in calf starters: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 91:1140-1149.

- Larrain, R. E., D. M. Schaefer, S. C. Arp, J. R. Claus, y J. D. Reed. 2009. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 87:2089-2095.
- Maxson, W. E., R. L. Shirley, J. E. Bertrand, y A. Z. Palmer. 1973. Energy values of corn, bird-resistant, and non-bird-resistant sorghum grain in rations fed to steer. *J. Anim. Sci.* 37:1451-1457.
- National Research Council. 1996. Nutrient requirements of beef cattle (7th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle (7th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Klopfenstein, T., y F. G. Owen. 1981. Value and potential use of crop residues and by-products in dairy rations. *J. Dairy Sci.* 64:1250-1268.
- Mitzner, K. C., F. G. Owen, y R. J. Grant. 1994. Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:1044-1051.
- Oliver, A. L., R. J. Grant, J. F. Pederson, y J. O'Rear. 2004. Comparison of brown midrib-6 and -18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:637-644.
- Owen, F. G. 1967. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. *J. Dairy Sci.* 50:404-416.
- Rahnema, S. H., B. Theurer, J. A. Garcia, W. H. Hale y M. C. Young. 1987. Site of protein digestion in steers fed sorghum grain diets. II. Effect of grain processing methods. *J. Anim. Sci.* 64:1541-1547.
- Schingoethe, D. J., K. F. Kalscheur, A. R. Hippen, y A. D. Garcia. 2009. The use of distillers products in dairy cattle diets. *J. Dairy Sci.* 92:5802-5813.
- Theurer, C. B., 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1649-1662.
- Theurer, C. B., J. T. Huber, A. Delgado-Elorduy, y R. Wanderley. 1999. Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1950-1959.
- Titgemeyer, E. C. y J. E. Shirley. 1997. Effect of processed grain sorghum and expeller soybean meal on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80:714-721.

Ward, G. y E. F. Smith. 1968. Nutritive value of sorghum silage as influenced by grain content. J. Dairy Sci. 51:1471-1473.