

# SORGO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

20

**GERALDO MARIA DA CRUZ<sup>1</sup>**  
**CARLA MARIS BITTAR NUCCIO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste  
Caixa Postal 339, CEP: 13560-970 - São Carlos, SP.  
E-mail: [geraldo@cnpse.embrapa.br](mailto:geraldo@cnpse.embrapa.br) e [carla@cnpse.embrapa.br](mailto:carla@cnpse.embrapa.br)

As fontes de amido mais utilizadas para a produção de leite e carne são o milho e o sorgo. Estes grãos apresentam teores muito próximos de amido, por volta de 72%, conforme citado por Huntington (1994). Entretanto, apresentam diferenças com relação a sua digestibilidade e taxa de degradação, o que confere ao sorgo um menor valor alimentar.

A identificação de híbridos com mais rápida ou mais extensa taxa de fermentação de amido tem sido uma área importante na pesquisa e desenvolvimento de novos cultivares de sorgo. Segundo Stock (1999), os híbridos de grão de sorgo apresentam maior variação em digestibilidade, *in vivo* e *in vitro*, e na taxa de fermentação de amido, do que híbridos de milho. Segundo este autor, essa variação se deve em grande parte às condições em que estes são desenvolvidos e avaliados: altas temperaturas e baixa disponibilidade de água.

A digestibilidade do amido é afetada por sua composição e forma física, interações entre amido e proteína, integridade celular do grânulo de amido, fatores antinutricionais como o tanino e forma física do alimento fornecido (Rooney & Pflugfelder, 1986). Além das diferenças de tamanho e forma do grão, as principais diferenças entre sorgo e milho se referem ao tipo e distribuição de proteínas que circundam o amido no endosperma. Segundo Rooney & Pflugfelder (1986) o sorgo apresenta, de maneira geral, maior proporção do chamado endosperma periférico, região densa e resistente a penetração de água. As células dessa região apresentam maior porcentagem de proteína e resistem a degradação enzimática ou física. Assim, o grão de sorgo, entre os cereais mais utilizados para alimentação de ruminantes, é o que mais responde aos métodos de processamento, principalmente aos métodos químico-físicos como a floculação (Theurer, 1986).

O melhoramento de variedades de sorgo tem procurado aumentar sua produtividade e qualidade, como ocorreu a partir da década de 60 com a introdução de características do endosperma amarelo, de resistência a seca, e

aumento de qualidade do grão (Miller, 1995). Variações entre genótipos quanto a digestibilidade do sorgo em ruminantes foram observadas em vários trabalhos de Streeter et al. (1990a, 1990b, 1993), devido a diferenças na composição do endosperma e no teor de tanino. Comparando híbridos de sorgo, Streeter et al. (1990a) observaram que a variedade heterozigota para endosperma amarelo e cobertura da semente branca, apresentou digestibilidade do amido e da proteína e a conversão alimentar (kg de alimento/kg de ganho de peso) similares aos observados para o milho.

Devido a sua menor digestibilidade, o sorgo é o grão mais responsivo aos métodos de processamento, o que pode resultar em aumentos significativos em seu valor alimentar e resposta em desempenho animal. O termo processamento de grãos se refere a métodos de preparação destes para a alimentação animal. A moagem grosseira, a quebra ou a laminação do grão são formas menos intensas de processamento; enquanto que a floculação, a extrusão e a reconstituição são métodos mais intensos.

O principal efeito do processamento de grãos é a mudança no sítio de digestão de amido do intestino delgado para o rúmen, com concomitante aumento nas porcentagens degradadas em ambos compartimentos. A digestão do amido ocorrendo preferencialmente no rúmen resulta em duplo benefício. Primeiro, ocorre maior produção de ácidos graxos voláteis e proteína microbiana; segundo, o amido que chega ao intestino tem maior digestibilidade quando o grão é processado intensamente. O resultado final é maior suprimento de energia e proteína metabolizável para o animal e portanto, melhor desempenho (Huntington, 1997).

### Grão de Sorgo para Bovinos Leiteiros

Já em 1976, Nordim & Campling, citado por NRC (2001) observaram a baixa digestibilidade do sorgo inteiro em dietas para vacas leiteiras. Inúmeros trabalhos tem demonstrado a importância do processamento de sorgo como ferramenta para aumentar sua digestibilidade e desempenho animal, como sumariado por Owens et al. (1997) para gado de corte e por Theurer et al. (1999) para gado de leite.

Os trabalhos realizados no Brasil sobre desempenho de vacas leiteiras recebendo grãos de sorgo na dieta são escassos e parecem ser uma boa oportunidade de pesquisa, principalmente com suplementação em sistemas de produção utilizando-se pastagem tropical. Por outro lado, são inúmeros os trabalhos com fornecimento e diferentes formas de processamento de sorgo em dietas de vacas de alta produção, realizados nos Estados Unidos, especialmente na Universidade do Arizona.

Fornecendo concentrados isoprotéicos e isoenergéticos contendo sorgo moído, raspa de mandioca ou milho moído com palha e sabugo, Mello et al. (1976) não observaram diferenças na produção de leite corrigida de animais recebendo sorgo, assim como na composição do leite. O peso vivo dos animais recebendo concentrado com sorgo foi inferior quando comparados com animais recebendo raspa de mandioca; mas não diferiu do peso de animais recebendo concentrado contendo milho. A análise econômica dos dados revelou que dietas com raspa de mandioca, apesar de resultarem em maior consumo, levaram a uma melhor relação custo alimento/produção de leite. O custo do alimento por litro de leite foi similar para dietas contendo milho ou sorgo no concentrado.

Em um dos poucos trabalhos de cinética de digestão realizados no Brasil com sorgo para vacas leiteiras, Moron et al. (1999) observaram menor potencial de degradação da matéria seca do sorgo quando comparado ao milho. Todos os métodos de processamento do sorgo aumentaram a degradabilidade ruminal da matéria seca dos grãos, sendo a extrusão o melhor método de processamento quando comparado a quebra, moagem ou autoclavagem.

Recentemente, Theurer e colaboradores (1999) sumariaram dados de pesquisa com grão de sorgo e milho processados em dietas para vacas de alta produção. A comparação entre sorgo laminado e floculado em 24 experimentos (Tabela 1), demonstrou que a floculação do sorgo não afetou o consumo de matéria seca (CMS) mas aumentou a produção de leite e a eficiência alimentar em 5%, a porcentagem de proteína (2%) e produção de proteína (7,5%), e reduziu a porcentagem de gordura em 5,6%, sem alterar a produção deste componente, através do aumento de 16% na digestão ruminal de amido.

Tabela 1. Comparação entre sorgo floculado e laminado a seco no desempenho produtivo e digestibilidade no trato total de vacas em lactação<sup>1</sup>.

	Laminado	Floculado	EPM	P< <sup>2</sup>
Comparações	24	24	....	....
Consumo MS, kg/d	25,6	25,1	0,2	0,23
Leite, kg/d	35,6	37,4	0,3	0,01
Proteína, %	2,95	3,02	0,01	0,01
Proteína, kg/d	1,06	1,14	0,01	0,01
Gordura, %	3,20	3,03	0,02	0,01
Gordura, kg/d	1,14	1,14	0,01	0,90
LCG/CMS <sup>3</sup>	1,39	1,46	0,02	0,01
Digestão de amido trato total <sup>4</sup> , %	83,7	97,1	1,0	0,01

Adaptado de Theurer et al. (1999).

<sup>1</sup> Médias de 24 comparações, utilizando-se 358 vacas alimentadas com 35 a 50% de feno de alfafa e 35 a 43% de grão, em 13 experimentos.

<sup>2</sup> Baseado em análise de variância com tratamentos e comparações como efeito principal.

<sup>3</sup> Leite corrigido para 3,5% de gordura / consumo de matéria seca.

<sup>4</sup> Determinado para 17 comparações, utilizando-se a técnica da relação de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

As respostas observadas com o fornecimento de grãos floculados de sorgo são semelhantes àquelas observadas com o fornecimento do milho (Tabela 2). Embora estes resultados tenham sido observados em sua maioria em dietas com feno de alfafa como volumoso, demonstram o potencial de inclusão deste cereal na dieta de vacas em lactação utilizando-se outros volumosos.

Tabela 2. Comparação entre sorgo e milho floculado no desempenho produtivo e digestibilidade no trato total de vacas em lactação<sup>1</sup>.

	Sorgo	Milho	EPM	P< <sup>2</sup>
Comparações	3	3	....	....
Consumo MS, kg/d	25,9	26,1	0,5	0,82
Leite corrigido 3,5% de gordura, kg/d	34,6	34,4	1,2	0,93
LCG/CMS <sup>3</sup>	1,35	1,33	0,03	0,69
Leite, kg/d	36,5	36,9	1,3	0,84
Proteína, %	2,96	3,00	0,04	0,58
Proteína, kg/d	1,08	1,10	0,05	0,71
Gordura, %	3,19	3,11	0,07	0,45
Gordura, kg/d	1,16	1,14	0,04	0,81
Digestão de amido trato total, %	98,6	97,9	1,0	0,86

Adaptado de Theurer et al. (1999).

<sup>1</sup> Médias de 3 comparações, utilizando-se 44 vacas alimentadas com 34 a 41% de feno de alfafa e 37 a 40% de grão.<sup>2</sup> Baseado em análise de variância com tratamentos e comparações como efeito principal.<sup>3</sup> Leite corrigido para 4% de gordura / consumo de matéria seca.

Chen et al. (1995) também demonstraram o potencial de inclusão de sorgo em dietas para vacas de alta produção. Estes autores testaram o efeito da substituição parcial de 15, 30 ou 45% de um concentrado contendo uma mistura de milho laminado a vapor, centeio, trigo e polpa de beterraba por sorgo floculado a 360 g/l, ou 15% de sorgo processado de forma mais intensa (283 g/l) na dieta de vacas no segundo terço da lactação. Houve tendência para aumento no consumo de matéria seca com o aumento de sorgo floculado a 360 g/l na dieta em substituição ao concentrado, o que não ocorreu com a substituição de 15% do sorgo processado mais intensamente. O aumento de sorgo floculado a 360 g/l na dieta em substituição ao concentrado resultou em aumento linear ( $P < 0,05$ ) na produção de leite, e na porcentagem e produção de proteína do leite. A produção de leite de vacas recebendo 15% da dieta como o sorgo floculado mais intensamente (283 g/l) foi similar a produção de vacas recebendo 30 ou 45% mas superior a vacas recebendo 15% do sorgo floculado a 360 g/l. Os autores concluem que o nível ótimo de substituição do concentrado por sorgo floculado está ao redor de 30 a 40% para sorgo floculado a 360 g/l e 15% para sorgo processado intensamente (283 g/l).

Comparando dietas para vacas recém paridas, contendo sorgo floculado ou milho laminado a vapor, com ou sem a aplicação de somatotropina (bST), Santos et al. (1999), não observaram efeito de tratamento no consumo de matéria seca durante todo o período experimental (90 dias). Entretanto, na primeira metade do período experimental, houve tendência para maior consumo de matéria seca em vacas alimentadas com sorgo floculado. Este resultado também foi observado por Chen et al. (1994) mas não por Oliveira et al. (1993) em trabalhos comparando sorgo floculado com milho laminado a vapor. Santos et al. (1999) não observaram efeito da fonte de amido na produção de leite ou de leite corrigida para gordura, mas observaram interação significativa do fornecimento de sorgo floculado e a administração de bST na produção de leite no período total ou na primeira metade do período experimental. Entretanto, o fornecimento de sorgo resultou em menor eficiência (LCG/CMS) quando comparado ao fornecimento de milho laminado a vapor. Vacas em início de

lactação responderam mais a administração de bST quando foram alimentadas com sorgo floculado.

Em experimento subsequente, Santos et al. (2000) demonstraram que o fornecimento de sorgo floculado, quando comparado com milho laminado a vapor, melhorou o status energético e afetou parâmetros sanguíneos de animais em início de lactação. Estes trabalhos demonstraram que, com o processamento, o sorgo tem potencial para melhorar o status energético e metabólico de vacas de alta produção em início de lactação, devido ao maior fornecimento de amido degradável no rúmen.

Comparando três densidades de floculação com a laminação a seco do grão de sorgo, Santos et al. (1997) observaram redução linear no consumo de matéria seca com a redução da densidade do floco de sorgo, sendo que o consumo de dietas com grão laminado foi superior ao consumo de dietas a base de sorgo floculado. A produção de leite de animais recebendo sorgo laminado foi similar a de animais recebendo sorgo floculado moderadamente (437 g/l); mas, houve redução linear na produção com a redução na densidade do floco. A alta porcentagem de amido degradável no rúmen em dietas a base de sorgo processado intensamente (283 g/l) pode ter resultado em acidose subclínica e portanto redução em consumo e produção de leite. A adição de tamponante na dieta reduziu as diferenças de consumo de matéria seca mas não corrigiu a redução na produção de leite. A porcentagem de gordura do leite também foi reduzida pelo fornecimento de sorgo processado intensamente.

Baseando-se nos resultados de desempenho de vacas em lactação, o sumário de Theurer e colaboradores (1999) mostrou que a densidade ideal do floco de sorgo parece estar entre 360 a 438 g/l. O fornecimento de sorgo intensamente floculado, com densidade inferior a 283 g/l, resultou em redução no consumo de matéria seca, produção de leite e produção de leite corrigida, e eficiência alimentar (Theurer et al., 1999). Dessa forma, apesar de haver necessidade de processamento do grão de sorgo para melhor utilização por ruminantes, o processamento intensivo pode reduzir seu valor nutricional.

O processamento de sorgo pelo método de floculação aumenta sua EL<sub>i</sub> em 13 a 20%, quando comparada a energia do grão laminado a seco (Tabela 3). O NRC de 1989 não apresentava valores de EL<sub>i</sub> para o sorgo floculado, sendo estes incluídos em sua última edição (2001). Entretanto, os valores apresentados nas tabelas ainda estão subestimados, de acordo com as sugestões feitas por Theurer et al. (1999). O NRC (2001) apresenta valores de NDT e de energia do sorgo entre 10 a 5% menores que os valores publicados para o milho, seja o grão laminado a seco ou floculado a vapor.

Tabela 3. Composição nutricional de sorgo e milho\*.

Grão	% NDT <sup>1</sup>	ED <sup>1</sup> Mcal/kg	EL <sub>1</sub> <sup>2</sup> Mcal/kg	EL <sub>m</sub> <sup>2</sup> Mcal/kg	EL <sub>g</sub> <sup>2</sup> Mcal/kg	Proteína Bruta, %
<b>Sorgo</b>						
Laminado a seco	80,6	3,53	1,80	1,95	1,30	11,6
Floculado	89,4	3,91	2,04	2,20	1,51	11,6
Theurer et al. (1999)			2,15			
<b>Milho</b>						
Laminado a seco	88,7	3,85	2,01	2,16	1,48	9,4
Floculado	91,7	3,97	2,09	2,24	1,55	9,4
Theurer et al. (1999)			2,17			

<sup>1</sup> Valores para 1 vez a manutenção.<sup>2</sup> Valores para 3 vezes a manutenção.

\*(Adaptado de NRC, 2001).

Dados de desempenho de animais em crescimento recebendo grãos de sorgo na mistura concentrada são restritos. Schuh et al. (1970a) testaram grãos floculados ou laminados para bezerros em aleitamento. A performance dos animais assim como o consumo de concentrado não foi diferente, mas houve tendência de melhor conversão alimentar em animais recebendo grão floculado. Em dois trabalhos subsequentes Schuh et al. (1970b) compararam o sorgo grão floculado com o grão cozido à pressão de vapor para bezerros recebendo feno de alfafa ou "pelete" do mesmo material *ad libitum* até 90 dias de vida; sendo que no segundo experimento os animais foram agrupados por tratamento após os 40 dias de vida. Em ambos os experimentos, o ganho de peso e o consumo de MS foram maiores nos animais recebendo grãos floculados. A eficiência alimentar não diferiu entre grãos floculados ou laminados.

Daniels et al. (1972) testaram a adição de grãos de sorgo processados no concentrado de bezerros antes e após a desmama. O processamento de sorgo juntamente com farelo ou com o grão de soja não resultou em maiores ganhos de peso ou consumo de matéria seca quando comparado com o grão de sorgo peletizado. O efeito do processamento também foi pequeno com relação a digestibilidade de proteína ou energia do concentrado.

Em um dos poucos trabalhos brasileiros com sorgo para bezerros leiteiros, Mello et al. (1981) compararam milho, sorgo ou mandioca dessecada como fonte energética em concentrado inicial. No tratamento que os animais consumiram leite integral não foram observadas diferenças quanto ao ganho de peso do animais; entretanto, com o fornecimento de leite desnatado os ganhos de peso de bezerros recebendo sorgo ou mandioca foram inferiores ( $P < 0,05$ ) ao ganho de bezerros recebendo milho na mistura inicial. O consumo de misturas contendo milho foi superior ao consumo de misturas contendo sorgo ou mandioca, tanto para animais aleitados com leite integral como com leite desnatado. Por outro lado, animais alimentados com milho ou mandioca apresentaram maior consumo quando aleitados com leite desnatado do que com leite integral, demonstrando compensação no consumo de energia, fato este que não ocorreu com animais recendo sorgo na mistura. Os autores sugerem que o sorgo apresentou menor palatabilidade que o milho ou a mandioca para

apresentar maior consumo de concentrado como no caso do fornecimento de leite com menor valor energético (desnatado).

Abdelgadir & Morrill (1995) realizaram vários trabalhos com o processo de conglomeração, o qual consiste na moagem dos grãos de sorgo, adição de água para a formação de "peletes" e posterior tostagem. Os bezerros receberam concentrado contendo sorgo moído, tostado ou conglomerado. A desmama foi realizada com base no consumo de concentrado e na premissa de idade mínima de 3 semanas de vida e peso vivo 4,5 kg maior do que o peso ao nascer do próprio animal. O tipo de processamento não afetou o ganho de peso, as medidas corporais ou a idade a desmama dos animais. Entretanto, o consumo total foi inferior para animais recebendo sorgo conglomerado.

### Grão de Sorgo para Bovinos de Corte

A utilização de sorgo em dietas para animais para produção de carne tem sido estudada largamente. A utilização de um cereal com alto potencial de produção em regiões áridas e que não apresente competição com o consumo humano se torna interessante para a redução no custo de produção de carne.

Vários trabalhos foram realizados para comparar o sorgo com outros ingredientes energéticos como o milho, melaço, mandioca, para formulação de dietas de bovinos de corte visando aumento na eficiência alimentar, sem redução na qualidade da carcaça.

O confinamento realizado na Embrapa Pecuária Sudeste com animais da raça Canchim e cruzados ½ Canchim + ½ Nelore (Esteves et al., 1993) demonstrou ganho de peso vivo similar para os bovinos nas dietas contendo 40% de cana-de-açúcar picada e 25% de grãos de milho ou de sorgo moídos (1,23 e 1,27 kg/dia), respectivamente. Os animais entraram em confinamento com 396 kg de peso vivo aos 22 meses de idade, apresentando consumo de 12,2 kg de matéria seca da dieta total e conversão alimentar de 7,6 kg para cada quilograma de ganho de peso. O rendimento de carcaça quente (56,3%) e as percentagens dos cortes da carcaça resfriada (47% traseiro especial, 40,1% dianteiro e 12,9% ponta de agulha) foram semelhantes para animais alimentados com as dietas corrigidas para 12,5% de proteína bruta e 66,3% de NDT, a base de 25% de grão de milho ou de grão de sorgo, na matéria seca.

Streeter et al. (1990a) compararam grão de milho com quatro variedades de sorgo quanto ao sítio e a extensão de digestão. Os autores demonstraram que o fornecimento do grão de milho levou a maior digestibilidade em todos os sítios de digestão (rúmen, intestino delgado e grosso, e trato total), e apresentou a melhor conversão alimentar que a maioria das variedades de sorgo. Entretanto, a variedade "cream" apresentou digestibilidade de amido e de nitrogênio, além de conversão alimentar, similares à do milho. Hill & Hanna (1990) também observaram menores valores de digestibilidade de nutrientes do sorgo quando comparado ao milho fornecidos em dietas para animais em confinamento.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, energia bruta e amido sofreram decréscimos lineares com o aumento do teor de tanino (0,55 a 2,90%) presente em diversas variedades/híbridos de sorgos graníferos nacionais (Euclides et al., 1977a). O

aparente da proteína bruta, tornando o balanço de nitrogênio negativo em carneiros que recebiam dieta com 80 % de sorgo e 19% de sabugo de milho. As rações contendo sorgo rico em tanino apresentaram maior proporção de digestão dos compostos energéticos no rúmen, ocorrendo o inverso com a proteína bruta (Euclides et al., 1977b). Streeter et al. (1990b) também encontraram um efeito negativo do tanino sobre a digestão da proteína bruta do sorgo tanto no rúmen quanto no intestino delgado. Houve também tendência para as variedades com alto teor de tanino para mudar o sítio de digestão do amido, sendo nestas variedades, maior digestão no rúmen e menor no intestino delgado em comparação com variedades com menor teor de tanino.

A substituição do milho por sorgo foi analisada por Ferreira et al. (1989) em experimento com dietas contendo como fonte de energia milho, sorgo, raspa de mandioca, mistura milho-sorgo e mistura milho-mandioca. Animais recebendo dieta contendo sorgo apresentaram menor ganho de peso ( $P<0,05$ ) que animais em dietas a base de milho ou da mistura milho-sorgo; mas, foram semelhantes aos tratamentos mandioca e milho-mandioca. Estes resultados não puderam ser explicados pelo consumo de matéria seca, uma vez que esta não foi afetada pela fonte energética da dieta. Diferenças na estrutura do amido e a presença de proteínas envolvendo o amido conferem a este cereal (sorgo) menor digestibilidade e menor eficiência de utilização. Os resultados observados com o fornecimento da mistura milho-sorgo devem estar associados a diferenças na taxas de liberação de amido no rúmen e no intestino, e demonstram o potencial da inclusão de sorgo para redução do custo com alimentação, sem prejuízos ao desempenho animal.

Peiris et al. (1998) forneceram sorgo em substituição crescente ao melaço (0, 33, 66 e 100%) em dietas para animais em confinamento. Animais recebendo a dieta sem a inclusão de melaço ou dietas contendo grão e melaço apresentaram maior consumo de matéria seca que aquela contendo somente melaço como fonte energética ( $P<0,05$ ). Observou-se aumento na digestibilidade da dieta com a inclusão de grão de sorgo na dieta ( $P<0,05$ ), entretanto maiores inclusões não resultaram em aumento significativo na digestibilidade. O ganho de peso diário aumentou de forma linear com o aumento da porcentagem de sorgo na dieta ( $P<0,05$ ). O aumento na inclusão de sorgo de 33 para 66% resultou em pequeno aumento na digestibilidade da matéria seca, sem aumento significativo no ganho de peso animal. Entretanto, quando grão foi fornecido sem melaço, a digestibilidade da matéria seca foi semelhante à observada com inclusões de 33 e 66%, mas o ganho de peso diário foi superior. Os resultados de Peiris et al. (1998) demonstram que a inclusão de grãos aumentou a disponibilidade de precursores de glicose (ácido propiônico) e amino ácidos resultando em melhor desempenho e eficiência de utilização de nitrogênio. A camada de gordura subcutânea aumentou com a inclusão de sorgo na dieta. Entretanto, a inclusão de sorgo não resultou em diferenças na proporção de ácidos graxos de cadeia longa na gordura subcutânea desses animais.

A comparação entre grão de milho e de sorgo laminados a seco e extrudados na terminação de novilhos em confinamento foi estudado por Gaebe et al. (1998). Os ganhos diários de peso vivo e eficiência de conversão alimentar foram 1,61 e 1,44 kg; 154 e 139 g de ganho de peso vivo/kg de matéria seca consumida, para as dietas contendo milho e sorgo laminados, respectivamente. O rendimento de carcaça quente, a classificação de carcaça, a espessura de gordura externa, a área de olho de lombo, e o rendimento de desossa foram semelhantes para as dietas contendo 78,6% de grão de milho ou de sorgo.

Substituindo milho floculado por sorgo floculado, Zinn (1991) observou redução de 6,1% ( $P<0,05$ ) no ganho de peso de novilhos e um aumento de 9,7% ( $P<0,01$ ) na relação CMS/GDP. A energia líquida de manutenção e ganho também foram reduzidas em 7 e 9,3%, respectivamente; mas, essa redução não pode ser explicada por diferenças na digestibilidade de amido no trato total.

Tem-se questionado o efeito da suplementação de grãos para animais em dietas a base de forragem quase que exclusivamente. A suplementação com sorgo moído aos animais a pasto com 0; 0,9 ou 1,82 kg/animal/dia foi realizada por Owensby et al. (1995), durante o período de primavera/verão no Estado de Kansas, EUA. Durante a época de rebrota do pasto a suplementação não afetou o ganho de peso dos animais. Entretanto, durante a última parte da estação de pastejo, o ganho de peso dos animais aumentou linearmente com o aumento da suplementação. A avaliação de todo o período apresentou tendência para efeito da suplementação no ganho de peso dos animais. O desempenho destes animais em período subsequente, quando foram colocados em confinamento, não foi afetado pelos tratamentos, ou seja não houve ganho de peso compensatório. Entretanto, o peso da carcaça quente e o rendimento de carcaça aumentaram linearmente com o nível de suplementação durante o período de pastejo. Embora, a suplementação com sorgo para animais em pasto de boa qualidade possa resultar em substituição de consumo, e conseqüente aumento no custo da alimentação, a suplementação tem o potencial de aumentar o ganho diário em sistemas de pastejo intensivo.

Em 1997, Owens et al., resumiram inúmeros trabalhos, resultando em 605 comparações de animais em confinamento com dietas contendo diferentes fontes e processamentos de grãos. A Tabela 4 apresenta médias de tipos de grãos, incluindo diferentes métodos de processamento, para dados de desempenho animal. Embora a média de consumo de matéria seca (CMS) tenha sido superior para animais em dietas com sorgo quando comparado ao milho, estes apresentaram ganho de peso diário (GDP) numericamente menor e portanto uma conversão significativamente menor.

Tabela 4. Médias para tipos de grãos, incluindo todos os métodos de processamento.

	Cevada	Milho	Sorgo	Trigo	EPM
GDP, kg/d	1,42	1,43	1,39	1,38	1,42
CMS, kg/d	8,77 <sup>b</sup>	8,93 <sup>b</sup>	9,43 <sup>a</sup>	8,65 <sup>ab</sup>	44,86
Consumo/Ganho	6,24 <sup>b</sup>	6,32 <sup>b</sup>	6,88 <sup>a</sup>	6,34 <sup>b</sup>	25,52

Owens et al. (1997).

Conforme já foi mencionado, o sorgo e o milho são os cereais mais responsivos ao processamento. A Tabela 5 apresenta médias dos valores de desempenho de animais em confinamento alimentados com dietas contendo milho ou sorgo processados por diferentes métodos. De maneira geral, métodos de processamento mais intensivos reduziram ganho de peso, principalmente devido a redução no consumo de matéria seca (Owens et al., 1997). Por outro lado, a eficiência de conversão melhorou com métodos de processamento mais intensivos (laminado a vapor), demonstrando aumento na eficiência energética de animais alimentados com sorgo processado. No caso do milho não houve melhoria na eficiência quando se compara o fornecimento de grão inteiro e laminado a vapor, sendo estes melhores que os resultados obtidos com o

fornecimento de laminado a seco. A vantagem do grão inteiro sobre o laminado a seco ocorreu em razão da menor porcentagem de volumoso fornecida em dietas com grãos inteiros. O cálculo da eficiência energética com base na EM somente do grão deve corrigir esta diferença observada para o milho.

Tabela 5. Médias de ganho de peso (GDP), consumo de matéria seca (CMS), eficiência alimentar (CMS/GDP) de animais alimentados com milho ou sorgo processado por vários métodos.

	GDP, kg/d	CMS, kg/d	CMS/GDP
<b>MILHO</b>			
Inteiro	1,45 <sup>a</sup>	8,56 <sup>bc</sup>	5,95 <sup>b</sup>
Laminado a seco	1,45 <sup>a</sup>	9,45 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>
Laminado a vapor	1,43 <sup>a</sup>	8,35 <sup>c</sup>	5,87 <sup>b</sup>
Alta umidade	1,37 <sup>b</sup>	8,72 <sup>b</sup>	6,43 <sup>a</sup>
<b>SORGO</b>			
Inteiro	--	--	--
Laminado a seco	1,43 <sup>a</sup>	10,47 <sup>a</sup>	7,43 <sup>a</sup>
Laminado a vapor	1,40 <sup>ab</sup>	8,68 <sup>c</sup>	6,33 <sup>c</sup>
Alta umidade	1,29 <sup>b</sup>	9,15 <sup>b</sup>	7,12 <sup>ab</sup>

Owens et al. (1997).

<sup>abc</sup> Para cada grão, médias na coluna com diferentes letras diferem ( $P < 0,05$ ).

O efeito negativo do aumento da extensão de processamento de grão no consumo de matéria seca também pode ser observado com a floclulação a diferentes densidades na Tabela 6. A redução na densidade do floculo (maior intensidade de processamento) geralmente reduz consumo de matéria seca, mas aumenta o valor energético do grão, com exceção do milho. Apesar do aumento do valor energético de grãos mais intensamente processados, a melhor conversão é geralmente observada com grão com densidade média, como demonstrou a revisão de Swingle (1992). Embora a floclulação seja o método mais adotado para o processamento de sorgo nos EUA, segundo Swingle, em 1992 ainda existiam dúvidas com relação ao grau de processamento necessário para otimização de desempenho animal. Depois que alguns trabalhos foram conduzidos (Xiong et al., 1991; Alio et al., 2000; Lozano et al., 2000), recomendou-se a densidade de floclulação de 280 g/l para animais em confinamento em dietas a base de sorgo.

Tabela 6. Médias de dados de performance de animais alimentados com grãos floclulados a diferentes densidades.

	Milho			Sorgo		
	<0,28	0,28 a 0,37	>0,37	<0,28	0,28 a 0,37	>0,37
GDP, kg/d	1,45	1,39	1,39	1,38	1,50	1,38
CMS, kg/d	7,85	7,31	7,40	8,35	8,81	8,76
CMS/GDP	5,40	5,20	5,30	6,0	5,9	6,0
EM, Mcal/kg MS	4,01	4,16	4,10	3,58	3,59	3,38

Owens et al. (1997).

Apesar dos bovinos apresentarem preferência por grãos inteiros não processados, segundo Ray & Drake, 1959, citados por Pritchard & Stalder, 1997, ocorreram interações entre tipo de grão e método de processamento. Os bovinos consumiram milho e aveia quebrados mais lentamente que milho e aveia inteiros, contudo permaneceram mais tempo consumindo os grãos quebrados de maneira que o consumo total foi semelhante. No caso do sorgo, consumo total de grãos quebrados foi inferior ao inteiro, mesmo com um tempo maior de consumo. Quando ocorreu aumento de processamento para moagem fina, peletização e peletizado e moído, o consumo total voluntário foi reduzido para milho e aveia na ordem citada, sendo que sorgo peletizado foi a forma preferida dos bovinos. O processamento de grãos altera as características de misturas de concentrados e de dietas, podendo ter efeito positivo ou negativo sobre o desempenho dos animais alimentados em grupos, uma vez que animais dominantes podem apresentar efeito seletivo.

### Conclusões e recomendações

Pequeno número de trabalhos de pesquisa foram realizados no Brasil com grão de sorgo na alimentação de bovinos, sendo uma área que necessita de adaptações em relação aos estudos realizados no exterior.

O uso de grão de sorgo, com fonte de proteína e amido, na alimentação de bovinos, requer um processamento mínimo (moagem).

O elevado teor de tanino de algumas variedades/híbridos pode reduzir drasticamente a digestibilidade da proteína bruta, principalmente no rúmen; por outro lado, é capaz de aumentar a proporção de amido digerido no rúmen em relação ao digerido no intestino delgado, em comparação com variedades de baixo teor de tanino.

Quando o processamento mais intensivo (extrusão, floclulação) for o indicado, recomenda-se utilizar grão de sorgo e não grão de milho como fonte de amido para os bovinos, em vista do custo do sorgo ser inferior ao milho e da melhor reposta ao processamento do sorgo.

Como processamento mais intensivo não é utilizado comercialmente (larga escala) no Brasil, recomenda-se o uso de misturas de milho e sorgo moídos ou laminados a seco, que apresentam desempenho similar ao milho e melhor custo benefício.

### Referências

- ABDELGADIR, I.E.O.; MORRILL, J.L. Effect of processing sorghum grain on dairy calf performance. *Journal of Dairy Science*, v. 78, n. 9, p. 2040-2046, 1995.
- ALIO, A.; THEURER, C.B.; LOZANO, O.; HUBER, J.T.; SWINGLE, R.S.; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; DeYOUNG, D.; WEEB Jr., K.E. Splanchnic nitrogen metabolism by growing beef steers fed diets containing sorghum grain flaked at different densities. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 1355-1363, 2000.

CHEN, K.H.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; SIMAS, J.M.; CHAN, S.C.; WU, Z.; SULLIVAN, J.L. Effects of steam-flaked corn and sorghum grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 4, p. 1038-1043, 1994.

CHEN, K.H.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; SIMAS, J.M.; SANTOS, F.; CHAN, S.C.; SWINGLE, R.S. Effect of substituting steam-flaked sorghum for concentrate on lactation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 2, p. 362-367, 1995.

DANIELS, L.B.; WINNINGHAM, R.M.; HORNSBY, Q.R. Expansion-extrusion processed sorghum grain and soybeans in diets of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 56, p. 932-934, 1972.

ESTEVEZ, S.N.; CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; FREITAS, A.R. Milho ou sorgo na alimentação de bovinos inteiros da raça Canchim e ½ Canchim + ½ Nelore em confinamento. I. Ganho de peso e características da carcaça. In; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993, p. 437.

EUCLIDES, V.P.B.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.F.C. Influência do nível de tanino sobre os coeficientes de digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 2, p. 262-272, 1977a.

EUCLIDES, V.P.B.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.F.C. Digestão de sorgo granífero com diferentes teores tânico, em carneiro com cânula duodenal reintrante. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 2, p. 273-288, 1977b.

FERREIRA, J.J.; MARQUES NETO, J.; MIRANDA, C.S. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 306-313, 1989.

GAEBE, R.J.; SANSON, D.W.; RUSH, I.G.; RILEY, M.L.; HIXON, D.L.; PAISLEY, S.I. Effects of extruded corn or grain sorghum on intake, digestibility, weight gain, and carcasses of finishing steers. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 2001-2007, 1998.

HILL, G.M.; HANNA, W.W. Nutritive characteristics of pearl millet grain in beef cattle diets. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 7, p. 2061-2066, 1990.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 852-867, 1997.

HUNTINGTON, G.B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, p. 16-18; 38-43, 6 de junho, 1994.

LOZANO, O.; THEURER, C.B.; ALIO, A.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; DeYOUNG, D.; SADIK, M.; SWINGLE, R.S. Net absorption and hepatic metabolism of glucose, L-lactate and volatile fatty acids by steers fed diets containing sorghum grain processed as dry-rolled or steam-flaked at different densities. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 5, p. 1364-1371, 2000.

MELLO, R.P.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F.; SAMPAIO, I.V.M. Milho desintegrado com palha e sabugo, raspa de mandioca e sementes de sorgo moidas, em concentrados para vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 5, p. 105-118, 1976.

MELLO, R.P.; MOREIRA, H.A.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F. Milho, sorgo ou mandioca dessecada como fontes energéticas em misturas iniciais para bezerras de rebanhos leiteiros. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 10, p. 612-630, 1981.

MILLER, F. Alternative marketing opportunities for sorghum. In: 19<sup>th</sup> Biennial grain sorghum research & utilization conference, Lubbock, Texas, 1995. **Proceedings**. Lubbock: NATIONAL GRAIN SORGHUM PRODUCERS, 1995. p. 120.

MORON, I.R.; TEIXEIRA, J.C.; OLIVEIRA, A.I.G.; PEREZ, J.R.O. OLIVEIRA, J.S. Cinética da digestão ruminal da matéria seca dos grãos de milho e sorgo submetidos a diferentes métodos de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 174-178, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle**. 6. ed. Washington : National Academy of Science, 1989. 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement in dairy cattle**. 7. ed. Washington : National Academy of Science, 2001. 381p.

OLIVEIRA, J.S.; HUBER, J.T.; BENGHEDALIA, D.; SWINGLE, R.S.; THEURER, C.B.; PESSARAKLI, M. Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy-cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 575-581, 1993.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, J.W., GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 868-879, 1997.

OWENSBY, C.E.; COCHRAN, R.C.; BRANDT JR., R.T.; VANZANT, E.S.; AUEN, L.S.; CLARY, E.M. Grain supplementation on bluestem range for intensive-early stocked steers. **Journal of Range Management**, v. 48, n. 3, p. 246-250, 1995.

PEIRIS, H.; ELLIOTT, R., NORTON, B.W. Substitution of sorghum grain for molasses increases the live weight gain of steers given molasses-based diets. **The Journal of Agricultural Science**, v. 130, n. 2, p. 199-204, 1998.

PRITCHARD, R.H.; STATELER, D.A. Grain processing: effects on mixing, prehension and other characteristics of feeds. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 880-884, 1997.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; SIMAS, J.M. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Animal Science**, v. 75, n.6, p.1681-1685, 1997.

SANTOS, J.E.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; NUSSIO, L.G.; NUSSIO, C.M.B.; TARAZON, M.; LIMA-FILHO, R.O. Performance and nutrient digestibility by dairy cows treated with bovine somatotropin and fed diets with steam-flaked sorghum or steam-rolled corn during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 2, p. 404-411, 1999.

SANTOS, J.E.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G.; TARAZON, M.; FISH, D. Effects of grain processing and bovine

somatotropin on metabolism and ovarian activity of dairy cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 1004-1015, 2000.

SCHUH, J.D.; HALE, W.H.; THEURER, C.B. Pressure cooking versus steam processing and flaking sorghum grain for dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.53, p.401, 1970b.

SCHUH, J.D.; LIMA, J.O.A.; HALE, W.H.; THEURER, C.B. Steam-processed flaked grains versus steam-rolled grains for dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.53, p.475, 1970a.

STOCK, R.A. Nutritional benefits of specialty grain hybrids in beef feedlot diets. **Journal of Animal Science**, v. 77, Suppl. 2, p. 208-212, 1999.

STREETER, M.N.; HILL, G.M.; WAGNER, D.G.; OWENS, F.N.; HIBBERD, C.A. Effect of bird-resistant and non-bird-resistant sorghum grain on amino acid digestion by beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 6, p. 1648-1656, 1993.

STREETER, M.N.; WAGNER, D.G.; HIBBERD, C.A.; OWENS, F.N. Comparisons of corn with sorghum grain hybrids: site and extent of digestion in steers. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 10, p. 3429-3440, 1990a.

STREETER, M.N.; WAGNER, D.G.; HIBBERD, C.A.; OWENS, F.N. The effect of sorghum grain variety on site and extent of digestion in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 4, p. 1121-1132, 1990b.

SWINGLE, R.S. Impact of sorghum grain flake density on feedlot performance. IN: **SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE**, Tucson, 1992, University of Arizona.

THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1694, 1986.

THEURER, C.B.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 9, p. 1950-1959, 1999.

XIONG, Y.; BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L. Density of steam-flaked sorghum grain, roughage level, and feeding regimen for feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p.1707-1718, 1991.

ZINN, R.A. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 3, p. 905-916, 1991.