

Comportamento ingestivo de novilhos terminados com casca do grão de soja e/ou grão de aveia branca

Ingestive behavior of steers finished with soybean hulls and/or white oat grain

Álisson Marian Callegaro^{1*} , Ivan Luiz Brondani¹ , Dari Celestino Alves Filho¹ , Luiz Ângelo Damian Pizzuti¹ , Ricardo Lima Azevedo Júnior¹ , Diego Soares Machado¹ , Lucas Braido Pereira¹ , Daniele Borchate¹ , Amanda Farias de Moura¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

*Correspondente- mcalisson@hotmail.com

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi mensurar o comportamento ingestivo de novilhos terminados exclusivamente com concentrado contendo casca do grão de soja (moída) e/ou grão de aveia branca. Foram utilizados 32 novilhos, com predominâncias raciais Charolês ou Nelore. Os animais foram distribuídos ao acaso nos tratamentos, bloqueados conforme predominância genética e alocados em baias individuais. As dietas foram isonitrogenadas, sendo os tratamentos: Casca do grão de soja; Grão de aveia branca e a Mistura (partes iguais), acrescidos de calcário calcítico e núcleo proteico. Os animais que receberam dieta à base de casca de soja permaneceram mais tempo em ócio, comparados aos que receberam a mistura; estes, por sua vez, permaneceram mais tempo em ócio em relação aos que tiveram acesso à dieta à base de aveia branca. Os novilhos que consumiram dieta à base de casca de soja ruminaram menos tempo que os da mistura e estes, por sua vez, menos tempo que os novilhos alimentados à base de aveia branca. Dietas exclusivamente com concentrado à base de casca de soja, embora apresentem elevado teor de fibra solúvel em detergente neutro, não são suficientes para promover adequado comportamento ingestivo de novilhos de predominância racial Charolês ou Nelore.

Palavras-chave: Dieta alto grão; Fibra efetiva; Fibra em detergente neutro; Ruminação

Abstract

The objective of this research was to measure the ingestive behavior of steers finished exclusively with concentrate containing soybean hulls (ground) and/or white oat grain. We used 32 steers with Charolais or Nelore predominance. The animals were randomly distributed in the treatments, blocked according to genetic predominance, and allocated in individual pens. Diets were isonitrogenous, being the treatments: Soybean hulls; White oat grain or the Mixture (equal parts), plus limestone and protein nucleus. Steers that received the diet based on soybean hulls remained more time in idle compared to the ones that received the mixture, and these remained more time in idle than the steers that

Seção: Zootecnia

Recebido

13 de julho de 2019.

Aceito

16 de setembro de 2019.

Publicação

5 de fevereiro de 2020

www.revistas.ufg.br/vet

Como citar - disponível no site, na página do artigo.

received the diet based on white oat grain. Steers that received the diet based on soybean hulls ruminated less time than the steers fed the mixture, and these less time than those fed white oat grain. Exclusively concentrate diets based on soybean hulls although presenting high soluble fiber content in neutral detergent, are not sufficient to promote an appropriate ingestive behavior of steers of Charolais or Nelore racial predominance.

Key words: Effective fiber; High grain diet; Neutral detergent fiber; Rumination

Introdução

A mensuração do comportamento ingestivo é uma ferramenta que preserva o bem-estar animal e serve para auxiliar no manejo nutricional a fim de melhorar a eficiência e o desempenho produtivo dos animais, sem prejuízos econômicos. A etologia ingestiva dos ruminantes é constituída por três atividades básicas: alimentação, ruminação e ócio.

Os ruminantes procuram adequar seu consumo de alimento de acordo com suas necessidades nutricionais. Segundo Van Soest⁽¹⁾, os animais despendem aproximadamente uma hora comendo alimentos energéticos e seis horas diárias para dietas de baixo valor energético. Nesse sentido, a proporção de concentrado na dieta pode interferir na quantidade de alimento ingerido e, dessa forma, no comportamento ingestivo. Segundo Missio et al.⁽²⁾, à medida que aumenta a participação de concentrado na dieta, ocorre diminuição no tempo despendido com alimentação. Os mesmos autores observaram uma correlação inversa ($r=-0,77$) entre nível de concentrado na dieta e tempo gasto na ingestão de alimento.

O advento da expansão da agricultura e, assim, o estreitamento das áreas para pecuária foram fatores que acabaram proporcionando intensificação da bovinocultura de corte e a implantação de novas técnicas, como o aumento da participação de concentrado na dieta de bovinos de corte. Essa técnica apresenta como característica a baixa participação de fibra longa, em consequência o baixo teor de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva e o consumo dessa fibra é altamente correlacionado com o tempo de ruminação e pH ruminal⁽³⁾.

Agregado a isso está à possibilidade de utilizar a casca do grão de soja e o grão de aveia branca por apresentarem alta disponibilidade na maior parte do Brasil e na região sul do país, respectivamente. Esses alimentos têm características bromatológicas que permitem seu uso na dieta de ruminantes.

Embora a casca do grão de soja tenha alto teor de fibra detergente neutro, parte de sua fração fibrosa é constituída por pectina, o que lhe confere alta digestibilidade⁽⁴⁾, dessa forma pode substituir volumosos de alta qualidade, como silagens de milho e sorgo. O grão de aveia branca, em função da sua composição nutricional satisfatória, pode ser utilizado na dieta de alto grão de ruminantes⁽⁵⁾, pois não compromete o desempenho dos animais, uma vez que esse cereal possui alto teor de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva, a qual é responsável por estimular a mastigação.

Diante disso, o objetivo da presente pesquisa foi mensurar o comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento exclusivamente com concentrado, tendo como base a casca do grão de soja e/ou grão de aveia branca.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 32 novilhos, com predominâncias raciais Charolês ou Nelore, com idade e peso médio no início do período experimental, de 20 meses e 275,09 kg de peso vivo, respectivamente, oriundos do rebanho experimental do Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de animais da Universidade Federal de Santa Maria (Protocolo N° 066/2012⁽²⁾).

A terminação dos animais foi realizada em confinamento coberto com boxes de 12 m² de área, pavimentados, providos de comedouros para o fornecimento de alimentos e bebedouros com água a vontade, regulada com torneira boia. Os tratamentos foram distribuídos ao acaso, sendo alocado um animal em cada box, distribuídos conforme predomínio genético e peso inicial. Antecedendo o período experimental, os animais foram adaptados às instalações e às dietas durante 16 dias. Nesse período, foi realizado o controle de endoparasitas, com aplicação via subcutânea de produto à base de sulfóxido de albendazole (concentração de 10%), em dosagem recomendada pelo fabricante.

A dieta foi calculada, segundo o NRC⁽⁶⁾, estimando-se um consumo de matéria seca (MS) de 2,54 kg /100 kg de peso vivo (PV) e estabelecendo uma dieta isonitrogenada (Tabela 1), conforme seguem os tratamentos: Casca do grão de soja – concentrado contendo como base, a casca do grão de soja moída; Grão de aveia branca – concentrado contendo como base, o grão de aveia branca; Mistura – concentrado contendo como base, em partes iguais, casca do grão de soja e grão de aveia branca (Tabela 1), todos acrescidos de calcário calcítico mais núcleo proteico.

Durante o período experimental, os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã às 8:30 horas e pela tarde às 14 horas. O núcleo proteico e o calcário calcítico foram fornecidos no comedouro sobre o ingrediente base a ser testado, e a homogeneização feita logo após. Diariamente, antes do primeiro fornecimento, eram coletadas as sobras do dia anterior e o valor anotado em planilha para fins de cálculo de consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro. A oferta de alimento foi pré-estabelecida entre 50 e 100 g/Kg superior ao consumo voluntário e foi regulada de acordo com o consumo dos animais no dia anterior.

Amostras dos ingredientes das dietas e das sobras da alimentação foram retiradas duas vezes por semana, sendo que estas foram bem homogeneizadas para melhor amostragem. Essas amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ar forçado a uma temperatura de 55 °C durante 72 horas e, após, foram moídas em moinho tipo “Wiley” com peneira de crivos de 1 mm e acondicionadas em embalagens plásticas para posteriores análises em laboratório.

A coleta de dados do comportamento ocorreu durante o período experimental (109 dias). Foram distribuídos em quatro momentos, sendo dois dias para cada um. As observações do comportamento ingestivo consistiram nos registros das informações dos tempos diários despendidos com alimentação, ruminação e ócio, em pé ou deitado (para direita ou esquerda), tomadas a cada cinco minutos por observadores treinados.

Tabela 1. Participação dos ingredientes (matéria natural) e composição bromatológica (matéria seca) das dietas

Ingredientes, g/kg concentrado (matéria natural)	Tratamentos		
	Casca do grão de soja	Mistura	Grão de aveia branca
Grão de aveia branca	-	418,0	840,0
Casca do grão de soja	834,0	418,0	-
Calcário calcítico	41,0	47,0	52,0
Núcleo proteico	125,0	117,0	108,0
Composição Bromatológica, g/kg matéria seca			
Matéria seca, g/kg matéria natural	901,18	906,49	911,75
Proteína bruta	154,35	154,32	154,16
Extrato etéreo	13,48	31,12	48,73
Matéria mineral	103,56	101,83	98,90
Fibra em detergente ácido	407,64	278,09	149,63
Fibra em detergente neutro	593,80	424,63	256,93
NIDA	5,11	2,97	0,86
NIDN	9,57	6,88	4,21
Hemicelulose	186,16	146,54	107,30
Celulose	355,11	221,15	88,22
Lignina	20,10	30,80	41,40
Nutrientes digestíveis totais	612,11	662,89	724,16
DIVMO	781,65	724,34	668,54

NIDA / N= nitrogênio insolúvel em detergente ácido / neutro; DIVMO= digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica após 72 de incubação

O comportamento foi realizado durante 48 horas consecutivas, sendo que, durante a noite, as instalações eram mantidas com iluminação artificial. O número de mastigações merícicas por bolo ruminal (NMMB) e o tempo despendido na mastigação merícica por bolo ruminal (TMMB) foram obtidos através de observações por animal em cada período de avaliação. Para registro do TMMB, utilizou-se um cronômetro digital. Os dados do comportamento ingestivo foram interpretados conforme Bürger et al.(7), no qual: ERMS=CMS/TRT; ERFDN=CFDN/TRT; TMT=TA+TRT; NBOLO=TRT/TMMB; NMMD=NMMB*NBOLO; TOT=TOE+TOD e TRT=TRE+TRD; em que:

ERMS = eficiência de ruminação de matéria seca, g MS/h; CMS = consumo de matéria seca, g MS/dia; ERFDN = eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro, g FDN/h; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, g FDN/dia; TMT = tempo de mastigação total, h/dia; TA = tempo de alimentação total, h/dia; tempo de ruminação total, h/dia; NBOLO = número de bolos mastigados por dia, n°/dia; TMMB = tempo de mastigação merícica por bolo ruminal, seg/bolo; NMMD = número de mastigadas merícicas por dia, n°/dia; TOT = tempo de ócio total, h/dia; TOE = tempo de ócio em pé, h/dia; TOD = tempo de ócio deitado (para esquerda ou direita), h/dia; TRT = tempo de ruminação total, h/dia; TRE = tempo de

ruminação em pé, h/dia; TRD = tempo de ruminação deitado (para direita ou esquerda).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (predominância racial), com três tratamentos e número variável de amostras por tratamento, totalizando onze animais no período de adaptação, já no período experimental dez animais para o tratamento casca do grão de soja e onze para os tratamentos grão de aveia branca e mistura, sendo o animal a unidade experimental. No decorrer do período experimental, um animal não consumiu mais e veio a óbito.

Os dados analisados de cada unidade experimental correspondem às médias das avaliações de cada animal nos dias de coleta de dados do comportamento ingestivo. As variáveis foram testadas quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, pelo PROC MIXED, e o critério para escolha da melhor estrutura de covariância foi o AIC, e, quando detectadas as diferenças entre as médias, estas foram comparadas pelo teste "t" em 5% de significância. O modelo matemático da análise de variância corresponde ao modelo linear geral:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau_i * \beta_j) + \epsilon_{ij}$$

Pelo modelo, Y_{ij} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; τ_i corresponde ao efeito dos tratamentos; β_j corresponde ao efeito das predominâncias raciais; $\tau_i * \beta_j$ corresponde ao efeito da interação entre o tratamento i com a predominância racial j (erro a); ϵ_{ij} corresponde ao erro experimental residual.

Também foi realizado teste de correlação de Pearson pelo procedimento PROC CORR.

Para análise dos dados de presença dos animais ao comedouro, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com fatorial 3 x 24 (3 tratamentos e 24 horas). De acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \omega_j + (\tau_i * \omega_j) + \epsilon_{ij}$$

Em que Y_{ij} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; τ_i corresponde ao efeito dos tratamentos; ω_j corresponde ao efeito das horas; $\tau_i * \omega_j$ corresponde ao efeito da interação entre tratamento i e hora j e ϵ_{ij} corresponde ao erro experimental residual. Os dados foram analisados com auxílio do pacote estatístico SAS⁽⁸⁾.

Resultados e discussão

Os novilhos pertencentes ao tratamento casca de soja gastaram maior tempo ingerindo alimento do que os animais que receberam mistura e, por sua vez, despenderam maior tempo que os animais que receberam grão de aveia branca ($P < 0,05$; Tabela 2). Esse resultado é consequência da densidade específica ($\text{kg (m}^3\text{)}^{-1}$) do ingrediente casca de soja (Tabela 1), que proporcionou menor taxa de bocado.

Os novilhos que consumiram dieta à base de casca de soja apresentaram menor ($P < 0,05$) tempo de ruminação total (69 min) em relação aos animais do tratamento mistura (217 min) e estes em comparação ao grão de aveia branca (343 min). Esses valores representam menos de 25% do tempo do dia envolvido com essa atividade. Fazendo um paralelo, Missio et al.⁽²⁾ verificaram valores de 37,33; 37,16; 30,26 e 25,50% do tempo do dia dos novilhos envolvidos com ruminação, recebendo dietas com 78, 60, 41 e 21% de volumoso e 22, 40,

59 e 79% de concentrado, respectivamente, e Neumann et al.⁽⁹⁾ observaram 37%, para dieta contendo 55% de concentrado e 45% de feno de aveia. Dessa forma, dietas que apresentam em sua composição volumoso tendem a necessitar de maior tempo de ruminação.

Tabela 2. Atividades comportamentais de novilhos alimentados com dietas exclusivamente com concentrado em confinamento

Atividade, minutos	Tratamento			P
	Casca do grão de soja	Mistura	Grão de aveia branca	
Tempo de alimentação	207,18 ±8,50a	159,51± 8,01b	123,07 ±8,01c	0,0001
Ruminação total	69,24±13,40c	217,19±12,58b	343,80±12,58a	0,0001
Ruminação deitado total	67,38±12,89c	207,45±12,10b	301,86±12,10a	0,0001
Ruminação deitado direita	23,88±7,34b	54,45±6,88b	145,72±6,88a	0,0001
Ruminação deitado esquerda	52,71±9,97b	138,35±9,36a	150,43±9,36a	0,0001
Ruminação em pé	1,90±4,84b	9,81±4,54b	41,97±4,54a	0,0003
Ócio total	1164,01±18,37a	1061,61±17,24b	971,61±17,24c	0,0001
Ócio deitado direita	452,52±23,93a	420,38±22,55a	302,25±22,55b	0,0002
Ócio deitado esquerda	425,97±17,57a	375,37±16,48b	287,98±16,48c	0,0001
Ócio deitado total	873,53±34,56a	797,33±32,56a	592,20±32,56b	0,0001
Ócio em pé	283,14±31,22b	264,90±29,47b	382,0±29,47a	0,0162

P = Probabilidade / a, b, c - médias com diferenças significativas (P<0,05) apresentam letras distintas na linha

O tempo dedicado à ruminação está relacionado à quantidade e qualidade da dieta consumida⁽¹⁰⁾. O menor tempo de ruminação total observado para os novilhos dos tratamentos casca de soja e mistura está relacionado ao teor de fibra fisicamente efetiva dessas dietas, pois embora tenham alto teor de fibra em detergente neutro, a fibra proporcionada pelo ingrediente casca de soja não é suficiente para promover a ruminação. Esse comportamento é decorrente do pequeno tamanho de partícula apresentado pelo ingrediente casca de soja⁽¹¹⁾. Segundo o NRC⁽⁶⁾, a fibra fisicamente efetiva é calculada de acordo com a percentagem de fibra em detergente neutro que fica retida na peneira de 1,18 mm após separação vertical. A ausência dessas partículas não estimula a ruminação, produção de bicarbonato pela saliva, o qual é um tamponante⁽¹²⁾, não estabelece uma estratificação bifásica do conteúdo ruminal e, assim, não contribui para formação de uma camada flutuante de partículas grandes, chamada de mat, sobre um pool de líquido e partículas pequenas⁽¹¹⁾.

A falta de fibra fisicamente efetiva no ingrediente casca de soja (2%), é observada ao

comparar com o grão de milho moído (alimento base de dietas de alto concentrado) que apresenta 4,3%⁽¹¹⁾, principal motivo que explica o menor tempo de ruminação total dos bovinos alimentados à base da casca de soja (Tabela 2).

Outro motivo que contribui para o comportamento dos animais do tratamento casca de soja apresentar menor tempo envolvido com a atividade de ruminação total (deitado para o lado direito e para o esquerdo) comparado ao tratamento aveia branca ($P < 0,05$) pode estar relacionado à alta digestibilidade da casca de soja. De modo geral, os bovinos não têm preferência por ruminar de um lado ou de outro; entretanto, no presente estudo foi observado que os bovinos optaram pelo lado direito. Esse fato pode estar relacionado ao timpanismo gasoso observado durante a avaliação visual do comportamento ingestivo, consequência da alta ingestão de concentrado e da alta produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que reduz o pH ruminal e facilita o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico⁽³⁾. Essas observações foram ratificadas durante a coleta de dados do comportamento ingestivo, em que foi observada a distensão da fossa paralombar esquerda, característico de timpanismo. Com o intuito de proporcionar expulsão do ar e facilitar a eructação, os bovinos dos tratamentos que incluem o ingrediente casca de soja demonstraram permanecer maior parte do tempo ruminando deitados para o lado esquerdo comparado ao lado direito.

A fibra fisicamente efetiva além da função de estimular a mastigação, ruminação e a salivagem também desencadeia a motilidade ruminal, importante para aumentar o contato do substrato com as enzimas extracelulares dos microrganismos do rúmen⁽¹³⁾. Kononoff⁽¹⁴⁾ descreve que a falta de fibra longa resulta na chamada síndrome, que é a falha ou ruminação diminuída, dificuldade em eructação, muitas vezes causando timpanismo ou inchaço, redução no consumo de alimentos e apetite deprimido.

As propriedades físicas das dietas para ruminantes são afetadas pelas proporções de volumosos e concentrados, tipo de forragem e concentrado, proporções de fontes de fibra de não forragem triturada, tamanho das partículas e processamento dos ingredientes das rações⁽¹¹⁾. As fontes de fibras que não são oriundas de forragens são subprodutos de plantas produzidos pela extração de amido, açúcar, lipídios, ou outros constituintes de valores não fibrosos. Esses subprodutos podem ter conteúdos de fibra em detergente neutro semelhante às forragens grosseiras, como do caso da casca de soja, porém, o tamanho das partículas é semelhante ao concentrado.

Os animais que receberam dieta à base de casca de soja mantiveram-se maior tempo em ócio (1164 min), comparados aos novilhos que receberam mistura (1061 min), estes por sua vez permaneceram maior tempo que os novilhos que tiveram acesso à dieta à base de grão de aveia branca (971 min) ($P < 0,05$; Tabela 2). Esse comportamento observado é reflexo das demais atividades (tempo de alimentação e ruminação total), pois o tempo de alimentação dos animais também apresentou mesmo comportamento que o tempo de ócio total, porém o tempo envolvido com ruminação demonstrou comportamento inverso às variáveis citadas anteriormente ($P < 0,05$), sendo o valor da correlação de -0,45 com o tempo de alimentação ($P < 0,001$). Carvalho et al.⁽¹⁵⁾ destacam que os animais submetidos a dietas de alto grão dispõem de alto período de tempo para realização de outras atividades.

Os novilhos submetidos aos tratamentos mistura e aveia branca mastigaram maior número de vezes e permaneceram maior tempo mastigando o bolo ruminal, comparados aos animais do tratamento casca de soja ($P < 0,05$), sendo o valor médio de 69,08 vs. 42,02 mastigadas;

74,68 vs. 47,05 segundos, respectivamente (Tabela 3). O tempo de mastigadas por bolo foi altamente correlacionado com o número de mastigadas por bolo ($r=0,96$; $P<0,0001$). Bürger et al.⁽⁷⁾ observaram 51,47 mastigadas por bolo ruminal regurgitado por novilho alimentado com dieta com 90% de concentrado. O tempo de mastigação tem sido das medidas mais estudadas para avaliar a efetividade da fibra⁽¹³⁾. Carvalho et al.⁽¹⁶⁾ verificaram que o tempo de ruminação e mastigação diminui de forma linear com a substituição crescente da casca do grão de soja pela silagem de sorgo.

Diante disso, quando a percentagem de FDN da dieta for inferior a 60%, a forragem dietética residual deve ter tamanho de partícula suficiente para promover a mastigação, porque a maioria das fontes de fibra de não forragem não estimula a mastigação tão efetivamente quanto a forragem longa⁽¹⁷⁾.

Os resultados obtidos ratificam a importância de estudar a efetividade da fibra, pois os tratamentos com maior teor de fibra em detergente neutro na dieta (59,38; 42,46 e 25,69%; casca de soja, mistura e aveia branca, respectivamente) não proporcionaram maior tempo de ruminação aos novilhos ($P>0,05$), demonstrando que a fibra em detergente neutro não é parâmetro para promover ruminação.

Fatores intrínsecos à casca de soja, como a rápida taxa de digestão e fatores extrínsecos, como pequeno tamanho de partícula e peso específico, podem ter contribuído para o menor tempo de mastigação (Tabela 3) e ruminação (Tabela 2). Por outro lado, o maior tamanho do grão de aveia branca, o qual foi fornecido de forma integral pode ter contribuído para o maior tempo de mastigação do bolo alimentar. Em consonância a isso, quase que a totalidade dos ingredientes (núcleo proteico e grão de aveia branca) da dieta, desse tratamento, apresentavam partículas superiores a 1,2 mm, as quais são responsáveis por promover a mastigação. De acordo com Berchielli et al.⁽³⁾, o consumo de cereais inteiros em vez de triturados pode aumentar o tempo destinado à mastigação durante seu consumo e ruminação. Nesse contexto, animais ruminantes podem reduzir a duração do tempo diário destinado à mastigação pelo aumento da eficiência na redução das partículas.

Aliado a isso, a casca de soja caracteriza-se por apresentar digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica semelhante à de alimentos nobres como o milho e o farelo de soja, além de ter na sua fração fibrosa a pectina que apresenta alta degradabilidade, o que contribui para maior digestibilidade da parece celular comparado aos alimentos citados⁽¹⁸⁾. Também está presente na parede celular vegetal, a celulose e a hemicelulose, que ocupam espaço no trato digestivo e exigem mastigação para redução no tamanho de partícula e a passagem através do trato digestório⁽³⁾. Embora a participação de hemicelulose na dieta tenha sido maior para os novilhos do tratamento à base de casca de grão de soja, não se refletiu na atividade de mastigação, fato que pode ter sido reflexo da presença de pectina.

Os novilhos alimentados com dieta exclusivamente com concentrado à base da casca de soja regurgitaram menor número de bolos e assim ruminaram menor número de bolos por dia em relação aos animais dos tratamentos mistura, que por sua vez foi menor que nos animais do tratamento aveia branca ($P<0,05$; Tabela 3). Esse resultado ocorreu em decorrência do menor teor de fibra fisicamente efetiva na dieta contendo casca de soja, o que promoveu menor repleção do conteúdo ruminal e assim menor ruminação. Essas informações são ratificadas pela teoria já mencionada, de que a casca de soja apresenta fibra altamente digestível e seu tamanho de partícula inferior pode ter favorecido a digestão

e passagem pelo rúmen-retículo.

Tabela 3. Atividades inerentes à ruminação de novilhos alimentados com dietas exclusivamente com concentrado em confinamento

Variável	Tratamento			P
	Casca do grão de soja	Mistura	Grão de aveia branca	
Número de mastigadas/bolo	42,02±4,05b	68,70±3,79a	69,46±3,79a	0,0001
Tempo de mastigadas/bolo, segundos	47,05±4,30b	73,27±4,04a	76,09±4,04a	0,0001
Número de bolos ruminados/dia	91,76±18,51c	186,94±17,30b	282,75±17,30a	0,0001
Número de mastigadas/minuto	53,30±1,07	56,37±1,00	54,95±1,00	0,1328
Número de mastigadas ruminativas/dia	3896,5±857c	12294,0±800,42b	18922,0±800,42a	0,0001

P = Probabilidade / a, b, c – médias com diferenças significativas (P<0,05) apresentam letras diferentes na linha

Era esperado que tivesse correlação entre o tempo de alimentação e consumo de matéria seca, fato que não ocorreu (P=0,1268), pois normalmente, quanto maior o tempo de alimentação, maior é o consumo de alimento. O consumo de matéria seca (kg/dia) não foi afetado pelos tratamentos (P>0,05; Tabela 4), sendo o valor médio observado de 7,87 kg/dia. Em contrapartida, o consumo de fibra em detergente neutro teve comportamento decorrente da composição bromatológica da dieta, na qual os animais alimentados com casca do grão de soja apresentaram maior (P<0,05) consumo de fibra em detergente neutro, sendo este consumo superior a 22,2 e 113,0%, respectivamente, em relação aos tratamentos com mistura e grão de aveia branca.

No presente estudo, o consumo de matéria seca esteve correlacionado positivamente com o consumo de fibra em detergente neutro (r=0,44; P<0,0001). Normalmente acontece o contrário, dietas com maior teor de fibra em detergente neutro proporcionam menor consumo de matéria seca. Conforme Mertens et al.⁽¹¹⁾, o consumo de fibra em detergente neutro acima de 12 g por kg de peso vivo limita o consumo de matéria seca. Aliado a isso, existe uma forte correlação positiva entre pH ruminal da forragem (r=0,63) ou de fibra fisicamente efetiva (r=0,71), pois indica que, quanto maior o consumo de fibra em detergente neutro ou fisicamente efetiva, maior é o pH ruminal⁽³⁾. Essa informação não se ratifica na presente pesquisa, pois a dieta mais fibrosa (casca do grão de soja), com maior teor de fibra em detergente neutro (59,38%), apresentou valor do pH ruminal verificado ao longo do dia, abaixo de 5,6, sendo mais um indicativo de falta de fibra fisicamente efetiva. Nesse caso, o pH baixo é decorrente de maior produção de ácido lático, que excede a capacidade de absorção do epitélio ruminal⁽¹⁹⁾, que leva a uma alteração no

equilíbrio ácido-base, conseqüentemente a uma acidose ruminal subaguda, conforme López et al.⁽²⁰⁾, é fruto do decréscimo brusco do pH de 5,5 para 5,0 e mantido por 111 a 180 minutos em 24 horas. A acidose ruminal subaguda é um problema comum de saúde e produção que ocorre em bovinos submetidos a dietas pobres em fibras⁽²¹⁾.

Tabela 4. Consumo e eficiência de ruminação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de novilhos terminados em confinamento com dietas exclusivamente com concentrado

Variáveis	Tratamento			P
	Casca do grão de soja	Mistura	Grão de aveia branca	
Consumo de matéria seca, kg/dia	7,35±0,362a	8,41±0,341a	7,87±0,341a	0,1231
Consumo de fibra em detergente neutro, kg/dia	4,90±0,18a	4,01±0,17b	2,30±0,17c	0,0001
Eficiência de ruminação da MS, g/h	10618±809a	2531±743b	1448±743b	0,0001
Eficiência de ruminação da FDN, g/h	7137±529a	1208±486b	428±486b	0,0001

P = Probabilidade / a, b, c - médias com diferenças significativas (P<0,05) apresentam letras distintas na linha

A eficiência de ruminação da dieta, expressa em g MS/h, aumentou com o acréscimo do teor de fibra em detergente neutro na ração (P<0,0001), apresentando o mesmo comportamento quando expressa em g FDN/h (Tabela 4). A eficiência de ruminação da FDN apresentou comportamento diretamente proporcional ao consumo de fibra em detergente neutro consumido, pois quando maior foi o teor dessa fração maior foi a eficiência de ruminação (r=0,35; P<0,0001). Outro fator que contribuiu para esse resultado foi o menor tempo de ruminação das dietas com maior teor de FDN (69,24; 217,19; 343,80 min para casca de soja, mistura e aveia branca, respectivamente). Normalmente acontece o contrário: dietas com maior participação de concentrado, logo, menor teor de FDN, tendem a proporcionar maior eficiência de ruminação da matéria seca e menor eficiência de ruminação de fibra em detergente neutro, de formas lineares^(2,7). Assim, à medida que aumenta a fração de concentrado, ocorre diminuição da participação de bactérias celulolíticas, aumentando as amilolíticas e, também, a participação do concentrado no bolo ruminal regurgitado, atribuindo melhor eficiência de ruminação da matéria seca.

O resultado da presente pesquisa, oposto à literatura, mostra que a maior eficiência de ruminação da FDN está relacionada ao consumo dos componentes da parede celular (hemicelulose e celulose), o qual foi maior para o tratamento casca de soja, intermediário para mistura e menor para a aveia branca. Embora a hemicelulose e a celulose precisem ser mastigadas para redução do tamanho de partículas e passagem através do trato digestivo, são frações potencialmente digestíveis, permitindo ao animal regurgitar menor

número de bolos, mastigar menor número de vezes por bolo, como também gastar menor tempo mastigando (Tabela 3).

Missio et al.⁽²⁾ averiguaram decrescentes relações de volumoso: concentrado na dieta de novilhos, com predominâncias raciais semelhantes à desta pesquisa. No nível mais alto de concentrado (79%), com teor de 16,5% de FDN, observaram eficiência de ruminação da matéria seca e da FDN, de 1110 g e 217 g/hora, respectivamente. Esses valores são mais próximos aos encontrados no tratamento com aveia branca, com 25,69% de FDN. Nesse sentido, Bürger et al.⁽⁷⁾ investigaram também diferentes relações de volumoso: concentrado, até o nível de 90% de concentrado na dieta. Logo a eficiência de ruminação da matéria seca aumentou com o aumento no nível de concentrado; entretanto, a eficiência de ruminação da FDN decresceu. Na relação mais alta de concentrado, observaram 1456,80 g de matéria seca ruminadas por hora e 298,15 g de FDN, ruminadas por hora, valores que estão de acordo com os verificados no tratamento com aveia branca.

Pelo resultado de análise de variância dos dados de presença dos novilhos ao comedouro, constatou-se a interação entre tratamento x hora ($P=0,0125$), sendo que, em alguns momentos, alternava-se (Figura 1).

Os animais alimentados com casca de soja ou mistura, nos intervalos entre as alimentações (8h30min às 14h), tiveram maior presença no comedouro em função do menor teor de energia dessas dietas, o que poderia justificar uma tentativa de maior consumo de matéria seca, porém, este aumento não foi observado.

Como comentado anteriormente, isso ocorreu em função do desequilíbrio no ambiente ruminal, porque os novilhos estavam com o potencial de hidrogenação (pH) abaixo de 5,6 ao longo do dia. Silva et al.⁽²²⁾ comentam que os animais tendem a fracionar a alimentação quando a dieta interfere na estabilidade do pH ruminal.

Tabela 4. Consumo e eficiência de ruminação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de novilhos terminados em confinamento com dietas exclusivamente com concentrado

Variáveis	Tratamento			P
	Casca do grão de soja	Mistura	Grão de aveia branca	
Consumo de matéria seca, kg/dia	7,35±0,362a	8,41±0,341a	7,87±0,341a	0,1231
Consumo de fibra em detergente neutro, kg/dia	4,90±0,18a	4,01±0,17b	2,30±0,17c	0,0001
Eficiência de ruminação da MS, g/h	10618±809a	2531±743b	1448±743b	0,0001
Eficiência de ruminação da FDN, g/h	7137±529a	1208±486b	428±486b	0,0001

P = Probabilidade / a, b, c - médias com diferenças significativas ($P<0,05$) apresentam letras distintas na linha

De modo geral, observou-se que quase que a totalidade dos animais no comedouro quando foi disponibilizada a alimentação (8h30 e às 14h), não ocorrendo diferença entre as médias dos tratamentos estudados ($P=0,6563$).

Conclusão

Dieta exclusivamente com ingrediente à base de casca de grão de soja tem elevado teor de fibra em detergente neutro, mas não é suficiente para promover adequado comportamento ingestivo de novilhos terminados em confinamento.

Dietas sem fonte de volumoso à base de grão de aveia branca e mistura não prejudicam o tempo de alimentação, ruminação e ócio de bovinos.

Agradecimentos

À equipe do Laboratório de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria pela dedicação na condução da pesquisa.

Referências

1. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1994. 476p. English.
2. Missio R.L, Brondani IL, Alves Filho DC, Silveira MF, Freitas LSF. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia. 2010;39(7):1571-1578. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700025>. Portuguese.
3. Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Nutrição de Ruminantes. 2º Ed. Jaboticabal: Funep; 2011. 616p. Portuguese.
4. Callegaro AM, Alves Filho DC, Pizzuti LÂD, Segabinazzi LR, Brondani IL, Martini APM. Comportamento ingestivo de novilhos mestiços terminados em confinamento alimentados com borra de soja. Ciência Animal Brasileira. 2018;19:1-12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v19e-28150>. Portuguese.
5. Bernardes GMC, Carvalho S, Pires CC, Motta JH, Teixeira WS, Borges LI, Fleig M, Pilecco VM, Farinha ET, Venturini RS. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com o uso de dietas de alto grão. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2015;67(6):1684-1692. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-7934>. Portuguese.
6. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. 7 rev. ed., Washington: National Academy Press. 2000. 242p. English.
7. Bürger PJ, Pereira JC, Queiroz AC, Silva JFC, Valadares Filho SC, Cecon PR, Casali ADP. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia. 2000;29(1):236-242. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>. Portuguese.
8. SAS Institute Incorporation. Statistical Analysis System: user guide [CD-ROM]. Version 6. Cary (NC): SAS Insitute Inc., 2001. English.
9. Neumann M, Figueira DN, Ueno RK, Mattos Leão GF, Heker Junior JC. Desempenho, digestibilidade da matéria seca e comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com diferentes dietas

- em confinamento. *Semina: Ciências Agrárias*. 2015;36(3):1623-1632. Available from: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1623>. Portuguese.
10. Mendes CQ, Turino VF, Susin I, Pires AV, Morais JB, Gentil RS. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010;39:594-600. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300019>. Portuguese.
11. Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Savoy. 1997; 80(7):1463-1481. English.
12. González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*. 2012;172:66-79. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>. English
13. Silva MRH, Neumann M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: Conceitos e importância na nutrição de ruminantes. *FAZU em Revista*. 2012;9:69-84. Available from: <http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewArticle/491>. Portuguese.
14. 9. Kononoff PJ. Understanding effective fiber in rations for dairy cattle. Published by university of Nebraska. 2005. Available from: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1458&context=extensionhist>. English.
15. Carvalho S, Bernardes GMC, Pires CC, Bianchi G, Pilecco VM, Venturini RS, Motta JH, Teixeira C. Efeito de dietas de alto grão sobre o comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento. *Zootecnia Tropical*. 2015;32(2):145-152. Spanish.
16. Carvalho S, Dias FD, Pires CC, Brutti DD, Lopes JF, Santos D, Barcelos RD, Macari S, Wommer TP, Griebler L. Comportamento ingestivo de cordeiros Texel e Ideal alimentados com casca de soja. *Archivos de Zootecnia*. 2014;63(241):55-64. Available from: <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000100006>. Spanish.
17. Grant RJ. Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*, Savoy. 1997;80(7):1438-1446. Available from: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76073-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76073-9). English.
18. Zambom MA, Santos GT, Modesto EC, Alcalde CR, Gonçalves GD, Silva DC, Silva KT, Faustino JO. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum*. 2001;23(4):937-943. Available from: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2648/0>. Portuguese.
19. Dijkstra J, Ellis JL, Kebreab E, Strathe AB, López S, France J, Bannink A. Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*. 2012;172:22-23. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.005>. English.
20. López EJ, Ortiz MFI, Mercado GP, Chavez JMC. Ruminant acidosis: strategies for its control. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 2017;49:139-148. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322017000300139>. English.
21. Zhao XH, Zhang T, Xu M, Yaho JH. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *Journal Dairy Science*. 2011;89:501-509. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3013>. English.
22. Silva VS, Alves Filho DC, Freitas LS, Brondani, IL, Restle J, Azevedo Junior RL, Teixeira, OS. Sources of carbohydrates in the ingestive behavior of feedlot steers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014;43(5):273-277. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000500008>. Portuguese.