

## Seleção de partículas da dieta de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas

*Feed sorting of beef cattle in a feedlot fed different forages and housed in individual or collective pens*

Sergio Antonio Schwartz Custodio ▪ Flavio Lopes Claudio ▪  
Estenio Moreira Alves ▪ Guido Calgaro Júnior ▪  
Tiago do Prado Paim ▪ Eduardo Rodrigues de Carvalho

### SAS Custodio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
(IF Goiano), Campus Rio Verde.  
email: eduardo.carvalho@ifgoiano.edu.br

FL Claudio ▪ EM Alves ▪ G Calgaro Júnior ▪ TP Paim ▪  
ER Carvalho (Autor para correspondência)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
(IF Goiano), Campus Iporá.

Recebido: 11 de Março, 2016 ▪ Revisado: 01 de Abril, 2016 ▪ Aceito: 01 de Abril, 2016

**Resumo** O consumo seletivo de partículas da ração é um hábito natural dos bovinos que pode resultar em inconsistências no valor nutricional da dieta. Vinte e quatro machos não castrados F1 Red Norte × Nelore com peso vivo médio inicial de  $439,8 \pm 59,6$  kg e  $21,7 \pm 2,7$  meses de idade foram distribuídos em três grupos experimentais e alojados em baias individuais (12 animais) ou coletivas (12 animais em três baias) no Setor de Bovinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Campus Iporá). O experimento teve duração de 84 dias (14 dias para adaptação e 70 para coleta de dados). Os animais receberam dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* (CI), silagem de cana (SC) ou silagem de milho (SM) como fontes de forragem. Avaliou-se o consumo seletivo de partículas da ração a cada 14 dias às 4, 10 e 24 horas pós-alimentação, utilizando-se um conjunto com três peneiras e um fundo liso ("Penn State Particle Separator") para determinar partículas longas (>19 mm), médias (<19, >8 mm), curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm). Não houve efeito ( $P>0,05$ ) de fonte de forragem sobre o consumo seletivo de partículas longas, médias e curtas. A SM aumentou ( $P<0,05$ ) a rejeição pelas partículas muito curtas, em comparação com a CI e a SC. Não houve resposta ( $P>0,05$ ) de alojamento sobre a seleção de partículas. As fontes de forragem avaliadas nesse estudo determinaram consumo preferencial das partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm), o que pode ser benéfico para a saúde do rúmen.

**Palavras chave:** cana-de-açúcar, comportamento ingestivo, preferência alimentar, Red Norte, silagem de milho, tamanho de partícula

**Abstract** Feed sorting is a natural behavior of cattle that can result in inconsistencies in the nutritive value of the diet. Twenty-four non-castrated F1 Red Norte × Nelore males with an average initial body weight of  $439.8 \pm 59.6$  kg and  $21.7 \pm 2.7$  months of age were distributed in three experimental groups, and housed either in individual (12 animals) or collective pens (12 animals in three collective pens) at the Cattle Research and Education Center of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Campus Iporá). The experiment lasted 84 days (14 days of adaptation and 70 days for data collection). Animals were fed diets containing sugar cane *in natura* (CI), sugar cane silage (SC) or corn silage (CS) as sources of forage. Feed sorting was determined every 14 days at 4, 10, and 24 hours post-feeding using a three-screen and a bottom pan (Penn State Particle Separator) to yield long (>19 mm), medium (<19, >8 mm), short (<8, >1.18 mm) and fine (<1.18 mm) particles. There was no effect ( $P>0.05$ ) of source of forage on feed sorting for long, medium, and short particles. CS increased ( $P<0.05$ ) sorting against fine particles compared with CI and SC. There was no response ( $P>0.05$ ) of type of housing on feed sorting. The sources of forage evaluated in this study resulted in preferential consumption for long and medium particles, which may be beneficial for rumen health.

**Keywords:** corn silage, feeding behavior, feeding preference, particle size, Red Norte, sugar cane

## Introdução

Os bovinos possuem habilidade intrínseca de selecionar ou consumir nutrientes necessários e específicos quando os alimentos são oferecidos separadamente. (Stricklin e Kautz-Scanavy 1984). A alimentação na forma de ração total é uma prática comum em confinamentos de bovinos de corte, consistindo em misturar a fração volumosa e concentrada da dieta e fornecê-las em conjunto. Entretanto, uma preocupação sobre esse tipo de alimentação é a habilidade dos animais selecionarem a favor ou contra determinados componentes da dieta conforme o tamanho da partícula. Estudos sobre o consumo seletivo de partículas da ração em bovinos de corte em confinamento são escassos, mas há relatos consistentes na literatura indicando que vacas leiteiras manifestam a preferência pelo concentrado, rejeitando a forragem da dieta (Leonardi e Armentano 2003). Este comportamento resulta em um consumo de alimentos que não atende a necessidade nutricional diária do animal ou ocasiona uma fermentação ruminal inadequada (DeVries et al 2007, 2008).

Quando vacas leiteiras dominantes e subordinadas foram alojadas coletivamente, o consumo seletivo de partículas realizado pelos animais dominantes impactou o valor nutricional dos alimentos disponíveis às outras vacas no mesmo lote, tendo reduzido o valor nutritivo da ração total (Krause e Oetzel 2006). Da mesma forma, o consumo seletivo de partículas da ração aumentou à medida que o intervalo de tempo pós-alimentação também se estendeu, criando um desvio entre a formulação original da ração tanto no valor nutricional quanto no tamanho médio das partículas (DeVries et al 2005).

Portanto, compreender os mecanismos que influenciam a seleção de partículas da dieta de bovinos de corte confinados pode ser útil para otimizar o desempenho destes animais, sendo fundamental a escolha correta da fonte de forragem aliada à melhor estratégia de alimentação.

Objetivou-se no presente trabalho determinar o efeito da alimentação com cana-de-açúcar *in natura* (CI), silagem de cana (SC) ou silagem de milho (SM) sobre o consumo seletivo de partículas da ração de 24 machos não-castrados F1 Red Norte × Nelore em confinamento, alojados em baias individuais ou coletivas. Testou-se a hipótese de que bovinos de corte em confinamento alimentados com três fontes de forragem (CI, SC ou SM) incluídas em diferentes proporções na matéria seca (MS) da ração para obtenção de níveis nutricionais equivalentes entre as dietas, e alojados em baias individuais ou coletivas, podem apresentar comportamentos distintos quanto ao consumo seletivo de partículas da ração.

## Material e Métodos

Conduziu-se o experimento no Setor de Bovinocultura da Fazenda-Escola do IF Goiano (Campus Iporá), entre 30 de junho a 15 de setembro de 2014, com duração de 84 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas experimentais e instalações, e 70 dias para coleta dos dados. Fez-se uso de 24 bovinos machos não castrados F1 Red Norte × Nelore com peso vivo (PV) médio inicial de  $439,8 \pm 26,2$  kg e idade média de  $21,7 \pm 2,7$  meses.

No dia 30 de junho de 2014 os animais receberam endectocida à base de Fenbendazole a 10% por via oral (5 mg de Fenbendazole/kg de PV) para prevenção de nematódeos gastrintestinais (incluindo as *Taenia* spp) e ectoparasiticida à base de 5% de Cipermetrina, 2,5% de Clorpirifós e 1% de Butóxido de Piperonila ao longo da espinha dorsal (10 mL/100 kg PV) para o controle de bernes (*Dermatobia hominis*), carrapatos (*Rhipicephalus micropilus*) e mosca dos chifres (*Haematobia irritans*). Após estas aplicações, os animais foram classificados quanto ao PV, distribuídos em três grupos experimentais conforme a fonte de forragem (CI, SC ou SM) e alojados em baias individuais (doze animais) ou em três baias coletivas (quatro animais/baia). As baias individuais mediam dois metros de largura por cinco metros de comprimento (10 m<sup>2</sup>/animal) com fornecimento de sombra por telhas de zinco, enquanto que as baias coletivas mediam cinco metros de largura por dez metros de comprimento (12,5 m<sup>2</sup>/animal) sem disponibilidade de sombra. A capacidade volumétrica dos comedouros nas baias individuais e coletivas era de 0,35 e 1,05 m<sup>3</sup>, respectivamente. O comprimento dos comedouros em cada baia coletiva era de 3,8 m, disponibilizando 0,95 m<sup>3</sup>/animal.

Os animais foram alimentados *ad libitum* uma vez ao dia entre 05:00 e 07:00 horas, em quantidades ajustadas diariamente para obtenção de 10 a 15% de sobras, a fim de garantir o máximo consumo voluntário de MS. As três rações experimentais foram constituídas por CI, SC ou SM como fontes de forragem, além de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), milho grão triturado, farelo de soja, ureia e núcleo mineral/vitamínico (Tabela 1).

Adicionou-se inoculante bacteriano (2 g de produto comercial/ton. de matéria natural) à base de *Lactobacillus plantarum* (cepas CH6072 e L286) durante a ensilagem da cana-de-açúcar para redução na produção de etanol durante o processo fermentativo (Zopollatto et al 2009).

As três dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas e isofibrosas, e balanceadas para atender as exigências nutricionais diárias de bovinos de corte em confinamento com ganho de peso esperado de 1,8 kg/dia (NRC 2000). Todos os protocolos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do IF Goiano (parecer nº 1/2014).

Amostras de CI, SC e SM foram coletadas semanalmente e levadas a uma estufa de ventilação forçada a

65°C durante 72 horas para determinação do teor de MS (AOAC 2000), a fim de se manter constante o teor de nutrientes das dietas durante todo o período experimental. Posteriormente, as amostras de forragens foram moídas em moinho tipo Wiley dotado com peneira de 1 mm (Wiley Mill; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA), e analisadas para determinação de proteína bruta (PB), cinzas (AOAC 2000) e fibra em detergente neutro (FDN) (Goering e Van Soest 1970). Os resíduos de FDN foram sequencialmente analisados quanto ao teor de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Goering e Van Soest 1970). Determinou-se a concentração de celulose pela diferença entre FDA - lignina, ao passo que a concentração de hemicelulose foi calculada pela diferença entre FDN - FDA (Tabela 2).

Amostras do oferecido das dietas experimentais foram coletadas a cada 14 dias e congeladas a -4°C. Após o término

do experimento, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, reunidas para formar uma amostra composta de cada tratamento/14 dias, e levadas a uma estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas para determinação do teor de MS (AOAC 2000). Em seguida, as amostras do oferecido foram moídas em moinho tipo Wiley dotado com peneira de 1 mm (Wiley Mill; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA), e analisadas para determinação de PB, cinzas (AOAC 2000), e FDN (Goering e Van Soest 1970). Os resíduos de FDN foram sequencialmente analisados quanto ao teor de FDA e lignina (Goering e Van Soest 1970). Determinou-se a concentração de celulose pela diferença entre FDA - lignina, enquanto que o teor de hemicelulose foi calculado pela diferença entre FDN - FDA (Tabela 1).

**Tabela 1** Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais<sup>a</sup>

Ingredientes, % na MS	CI	SC	SM
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> (CI)	22,0	-	-
Silagem de cana (SC)	-	22,0	-
Silagem de milho (SM)	-	-	32,0
MDPS <sup>b</sup>	24,0	24,0	26,0
Milho triturado	40,5	40,5	29,5
Farelo de soja	10,0	10,0	9,0
Ureia protegida <sup>c</sup>	1,0	1,0	1,0
Núcleo mineral/vitâmico <sup>d</sup>	2,5	2,5	2,5
Composição nutricional			
MS, %	67,60 ± 3,28	63,88 ± 1,71	57,20 ± 1,97
PB <sup>e</sup> , % da MS	13,46 ± 1,06	14,75 ± 0,87	13,86 ± 0,33
FDN <sup>f</sup> , % da MS	38,71 ± 2,43	38,77 ± 2,88	39,98 ± 2,32
FDA <sup>g</sup> , % da MS	12,33 ± 1,19	12,29 ± 1,44	12,64 ± 1,79
Celulose <sup>h</sup> , % da MS	2,93 ± 0,44	1,66 ± 0,25	2,10 ± 0,51
Hemicelulose <sup>i</sup> , % da MS	26,38 ± 1,65	26,49 ± 1,94	27,35 ± 1,79
Lignina, % da MS	9,40 ± 0,86	10,63 ± 1,27	10,47 ± 2,12
Cinzas, % da MS	4,94 ± 0,65	5,15 ± 0,66	6,11 ± 0,55

<sup>a</sup>Médias (n = 5) e desvio padrão das análises nutricionais das dietas experimentais

<sup>b</sup>Milho desintegrado com palha e sabugo; <sup>c</sup>256,25% equivalente proteína; <sup>d</sup>18% Ca, 20 g/k P, 17g/kg Mg, 26,7g/kg S, 66,7 g/kg Na, 25,2 mg/kg Co, 416 mg/kg Cu, 490 mg/kg Fe, 25,2 mg/kg I, 832 mg/kg Mn, 7 mg/kg Se, 2.000 mg/kg Zn, 833,5 mg/kg Monenzina, 83.200 UI/kg vitamina A, 10.400 UI/kg vitamina D, 240 UI/kg vitamina E; <sup>e</sup>Proteína bruta; <sup>f</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>g</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>h</sup>Celulose = FDA - lignina; <sup>i</sup>Hemicelulose = FDN - FDA

Amostras de 1,4 L das rações experimentais foram coletadas a cada 14 dias para determinação do tamanho de partículas no momento da alimentação (tempo zero), quatro, dez e 24 horas pós-alimentação, e congeladas a -4°C. Ao término do experimento, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e separadas por meio do “Penn State Particle Separator” (PSPS, Nasco, Fort Atkinson, WI) dotado com três peneiras (19, 8 e 1,18 mm) e um fundo liso

para originar partículas longas (>19 mm), médias (<19, >8 mm), curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm), conforme Lammers et al (1996) e Kononoff et al (2003).

Os materiais pós-separados foram acondicionados em recipientes de alumínio, identificados de acordo com os dias de avaliação (14, 28, 42, 56 e 70) e horas pós-alimentação (zero, quatro, dez e 24), e em seguida levados a uma estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas para

determinação de MS (AOAC 2000). Posteriormente, as amostras foram em moídas em moinho tipo Wiley dotado com peneira de 1 mm (Wiley Mill; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA), gerando um total de 1.920 amostras (24 animais × cinco dias de avaliação × quatro horas pós-alimentação × quatro tamanhos de partículas), as quais foram analisadas para determinação de FDN (Goering e Van Soest 1970).

O índice de seleção ou consumo seletivo de partículas das rações experimentais foi determinado pelo consumo real de cada tamanho de partícula consumido entre 0-4, 4-10 e 10-24 horas pós-alimentação, sendo expresso como uma porcentagem do consumo predito ou teórico do respectivo tamanho de partícula, conforme as equações descritas abaixo (Leonardi e Armentano 2003):

$$CPT_p = CMS_t \text{ ou } CFDN_t + DTP_{t0}$$

$$CRT_p = CMS_t \text{ ou } CFDN_t + DTP_{t4, t10, t24}$$

$$IS (\% \text{ MS ou } \% \text{ FDN}) = \frac{CRT_p + 100}{CPT_p}$$

CPT<sub>p</sub> = consumo predito ou teórico por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >1,18 mm; <1,18 mm).

CRT<sub>p</sub> = consumo real por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >1,18 mm; <1,18 mm).

CMS<sub>t</sub> = consumo de MS entre 0-4, 4-10 e 10-24 horas pós-alimentação.

CFDN<sub>t</sub> = consumo de FDN entre 0-4, 4-10 e 10-24 horas pós-alimentação.

DTP<sub>t0</sub> = distribuição do tamanho de partículas no tempo zero.

DTP<sub>t4, t10, t24</sub> = distribuição do tamanho de partículas às quatro, dez e 24 horas pós-alimentação.

IS (% MS ou % FDN) = índice de seleção ou consumo seletivo de partículas.

Valores = 100% indicam ausência de seleção por tamanho de partículas, valores <100% indicam rejeição por tamanho de partículas e valores >100% indicam preferência por tamanho de partículas (Leonardi e Armentano 2003).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 × 2 (três fontes de forragem e dois tipos de alojamento). Analisaram-se os dados pelo software R (R Core Team 2014) em um modelo misto de medidas repetidas duplicadas no tempo, considerando-se a fonte de forragem e alojamento como efeitos fixos e animal como aleatório. No modelo incluiu-se os efeitos de fonte de forragem, alojamento, tempo (dias de avaliação ou horas pós-alimentação), e as interações entre fonte de forragem × tempo, e alojamento × tempo. Quando um efeito fixo foi significativo (P ≤ 0,05) ou houve tendência de significância (0,05 ≤ P ≤ 0,10), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os valores reportados nas tabelas de resultados correspondem às médias dos quadrados mínimos e erro padrão das médias (EPM).

**Tabela 2** Composição nutricional das fontes de forragem<sup>a</sup>

Item	CI <sup>g</sup>	SC <sup>h</sup>	SM <sup>i</sup>
MS, %	33,38 ± 3,06	29,06 ± 1,86	32,07 ± 1,90
PB <sup>b</sup> , % da MS	1,20 ± 0,15	1,81 ± 0,19	6,31 ± 0,51
FDN <sup>c</sup> , % da MS	59,24 ± 3,45	61,19 ± 6,53	56,78 ± 2,12
FDA <sup>d</sup> , % da MS	32,45 ± 2,00	34,17 ± 3,93	27,95 ± 1,70
Celulose <sup>e</sup> , % da MS	20,42 ± 2,42	21,89 ± 3,50	13,06 ± 1,90
Hemicelulose <sup>f</sup> , % da MS	26,80 ± 1,58	27,02 ± 2,82	28,83 ± 1,18
Lignina, % da MS	12,03 ± 1,30	12,22 ± 1,61	14,87 ± 2,01
Cinzas, % da MS	1,92 ± 0,29	3,86 ± 1,19	6,82 ± 1,47

<sup>a</sup>Médias (n = 10) e desvio padrão das análises nutricionais das fontes de forragem

<sup>b</sup>Proteína bruta; <sup>c</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>d</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>e</sup>Celulose = FDA - lignina; <sup>f</sup>Hemicelulose = FDN - FDA;

<sup>g</sup>Cana-de-açúcar *in natura*; <sup>h</sup>Silagem de cana; <sup>i</sup>Silagem de milho

## Resultados e Discussão

Houve efeito (P < 0,05) da fonte de forragem sobre a distribuição do tamanho de partículas das dietas oferecidas no momento da alimentação (Tabela 3). Ocorreu aumento (P < 0,05) das partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm) na dieta à base de SM, comparada às dietas CI e SC. Contrariamente, as dietas à base de CI e SC aumentaram

(P < 0,05) a % de partículas curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm).

No presente estudo, as dietas experimentais foram balanceadas para terem valores nutricionais semelhantes (Tabela 1), portanto, a SM foi incluída em maior proporção do que a CI e SC devido à sua maior concentração de nutrientes (Tabela 2). Assim, a variação na inclusão da CI, SC e SM em suas respectivas dietas explica a resposta

( $P < 0,05$ ) da fonte de forragem sobre a distribuição do tamanho de partículas longas ( $>19$  mm), médias ( $<19, >8$  mm), curtas ( $<8, >1,18$  mm) e muito curtas ( $<1,18$  mm), reportada na Tabela 3.

mm), curtas ( $<8, >1,18$  mm) e muito curtas ( $<1,18$  mm) reportada na Tabela 3.

**Tabela 3** Distribuição do tamanho de partículas das dietas oferecidas no momento da alimentação

Tamanho de partículas, % de MS retida na peneira	CI <sup>a</sup>	SC <sup>b</sup>	SM <sup>c</sup>	EPM <sup>d</sup>	P
Longas ( $>19$ mm)	3,16b	3,40b	6,48a	0,23	$<0,05$
Médias ( $<19, >8$ mm)	9,68c	12,16b	20,21a	0,34	$<0,05$
Curtas ( $<8, >1,18$ mm)	62,40a	59,85b	51,11c	0,37	$<0,05$
Muito curtas ( $<1,18$ mm)	24,76a	24,59a	22,20b	0,44	$<0,05$

<sup>a</sup>Cana-de-açúcar *in natura*; <sup>b</sup>Silagem de cana; <sup>c</sup>Silagem de milho; <sup>d</sup>Erro padrão da média; a, b, c: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste de Tukey

Os resultados do efeito da fonte de forragem e tipo de alojamento sobre o consumo seletivo de partículas longas ( $>19$  mm), médias ( $<19, >8$  mm), curtas ( $<8, >1,18$  mm) e muito curtas ( $<1,18$  mm) estão apresentados nas Tabelas quatro, cinco, seis e sete, respectivamente.

Na Tabela 4, verificou-se que houve tendência de aumento na preferência pelas partículas longas ( $>19$  mm) nos animais alimentados com SC e SM em comparação à CI, expresso tanto em % de MS ( $P = 0,08$ ) quanto em % de FDN na MS ( $P = 0,09$ ). Estes resultados confirmam parcialmente a hipótese testada de que bovinos de corte em confinamento alimentados com fontes de forragem (CI, SC ou SM) incluídas em diferentes proporções na MS da ração, porém com níveis nutricionais equivalentes entre as dietas, apresentaram variação quanto ao consumo seletivo de partículas longas ( $>19$  mm) da ração, uma vez que a inclusão na dieta à base de SM foi de 32% na MS total da ração, enquanto que a proporção de CI foi de 22% (Tabela 1). Por outro lado, os animais alimentados com SC tenderam a aumentar a preferência pelas partículas longas ( $>19$  mm) tanto em % de MS (210,1%;  $P = 0,08$ ) quanto em % de FDN na MS (227,4%;  $P = 0,09$ ) comparada à CI, ou seja, apesar da proporção de CI e SC ser a mesma em suas respectivas dietas (22% na MS total da ração, Tabela 1), houve tendência de variação sobre a seleção de partículas longas ( $>19$  mm) entre estas duas fontes de forragem (Tabela 4). Observou-se resposta da fonte de forragem  $\times$  tempo (dias da avaliação) sobre o índice de seleção das partículas longas ( $>19$  mm), em que os animais alimentados com SC aumentaram ( $P < 0,05$ ) a preferência por este tamanho de partícula aos 28 dias após o início do experimento, comparada com as rações à base de CI e SM, expresso tanto em % de MS (Figura 1a) quanto em % de FDN na MS (Figura 1b).

Em um estudo que mensurou o consumo seletivo de partículas em vacas leiteiras alimentadas com duas rações contendo diferentes proporções de forragem/concentrado, verificou-se que as vacas alimentadas com a ração de maior proporção diminuíram a rejeição pelas partículas longas e também diminuíram a preferência pelas partículas curtas, ao passo que as vacas alimentadas com a dieta de menor relação forragem/concentrado apresentaram comportamento oposto em relação aos mesmos tamanhos de partículas (DeVries et

al 2007). Os autores deste trabalho argumentaram que rações com maior inclusão de concentrado podem proporcionar maior possibilidade de rejeição pelas partículas longas e aumento da preferência pelas partículas curtas, simplesmente pelo fato do concentrado estar mais acessível aos animais (DeVries et al 2007). Entretanto, este tipo de argumentação não pode ser aplicado ao presente estudo, pois, independente da fonte de forragem, os animais selecionaram a favor ( $>100\%$ ) das partículas longas ( $>19$  mm), tanto na % de MS quanto na % de FDN na MS (Tabela 4), o que pode ser considerado um efeito benéfico para estimular a ruminação e manutenção da saúde ruminal de animais confinados.

O consumo seletivo de partículas médias ( $<19, >8$  mm) não foi alterado ( $P > 0,05$ ) pela fonte de forragem, tanto na % de MS quanto na % de FDN na MS (Tabela 5). Da mesma forma, não houve resposta ( $P > 0,05$ ) da fonte de forragem sobre o consumo seletivo de partículas curtas ( $<8, >1,18$  mm) expresso na % de MS (Tabela 6). Entretanto, houve aumento ( $P < 0,05$ ) na preferência destas partículas ( $<8, >1,18$  mm) nos animais alimentados com CI e SC, em relação à SM, expresso em % de FDN na MS (Tabela 6).

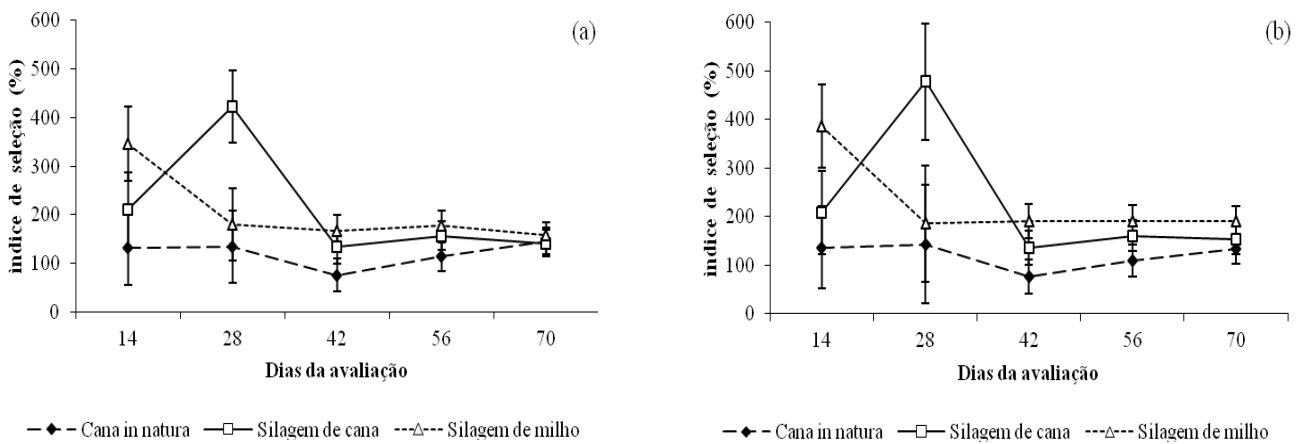
Na Tabela 7, registrou-se rejeição das partículas muito curtas ( $<1,18$  mm) nas três fontes de forragem (% de MS). Entretanto, a rejeição foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais alimentados com SM em comparação à CI e SC (% de MS e % de FDN na MS), confirmando, neste caso, a hipótese testada de que bovinos de corte em confinamento alimentados com fontes de forragem (CI, SC ou SM) incluídas em diferentes proporções na MS da ração alteraram ( $P < 0,05$ ) o consumo seletivo de partículas muito curtas ( $<1,18$  mm) da ração. Além disso, os resultados descritos na Tabela 7 remetem ao argumento de DeVries et al (2007) de que maiores inclusões de concentrado na dieta à disposição dos animais, como no caso das rações à base de CI e SC (Tabela 1), aumentam a preferência pelas partículas muito curtas ( $<1,18$  mm). Verificou-se efeito da fonte de forragem  $\times$  tempo (dias da avaliação) sobre o índice de seleção das partículas muito curtas ( $<1,18$  mm), sendo que os animais alimentados com a dieta à base de CI aumentaram ( $P < 0,05$ ) a preferência por esta classe de partículas aos 42 dias após o início da pesquisa, comparada com as rações SC e SM,



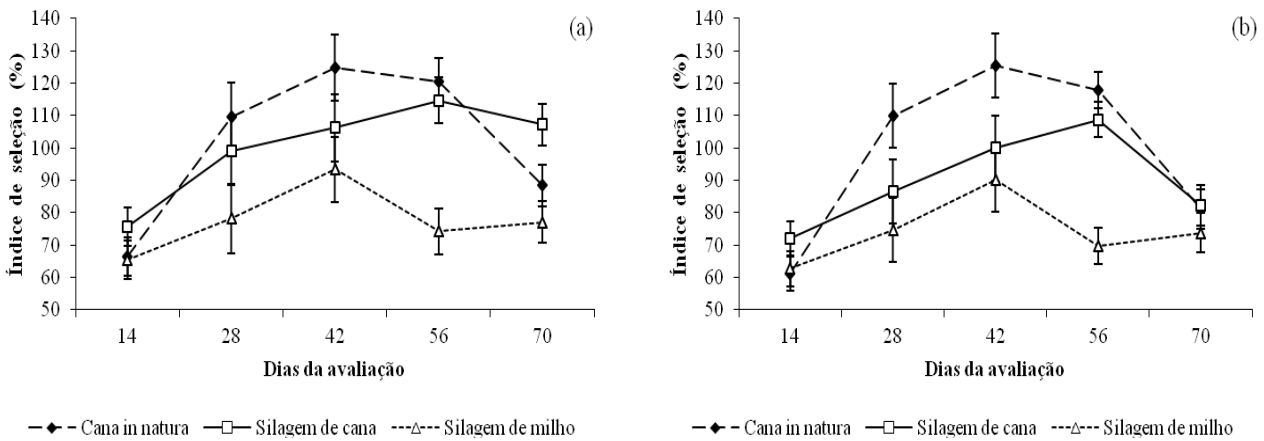
valores expressos tanto em % de MS (Figura 2a) quanto em % de FDN na MS (Figura 2b).

Diversos trabalhos norte-americanos e canadenses realizados com vacas leiteiras alojadas em sistemas estabulados, alimentadas com rações totais e com pouco ou nenhum acesso a pastagens reportaram consistentemente a preferência por partículas curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm), e rejeição por partículas longas (>19 mm) (Leonardi e Armentano 2003, 2007; Leonardi et al 2005a, 2005b; DeVries et al 2007; DeVries et al 2008; Hosseinkhani et al 2008; Miller e DeVries 2009; Felton e DeVries 2010),

ao contrário dos resultados do presente estudo em que os animais, independente da fonte de forragem, selecionaram a favor das partículas longas (>19 mm) durante todo o período experimental, à exceção dos animais alimentados com Ci aos 42 dias pós-incício da pesquisa, quando o índice de seleção foi de 76% na % de MS (Figura 1a) e de 77% na % de FDN na MS (Figura 1b). Além disso, nas três fontes de forragem houve rejeição pelas partículas muito curtas (<1,18 mm) na fase inicial do experimento e aumento gradativo pela preferência por estas partículas (<1,18 mm) no decorrer da pesquisa (Figuras 2a e 2b).



**Figura 1** Efeito da fonte de forragem e dias de avaliação (14, 28, 42, 56 e 70) sobre o índice de seleção de partículas longas (>19 mm) em % de MS (a) e % de FDN na MS (b).



**Figura 2** Efeito da fonte de forragem e dias de avaliação (14, 28, 42, 56 e 70) sobre o índice de seleção de partículas muito curtas (<1,18 mm) em % de MS (a) e % de FDN na MS (b).

No presente estudo, o fato dos bovinos de corte confinados terem selecionado a favor das partículas longas (>19 mm) e contra as muito curtas (<1,18 mm) parece estar relacionado ao período de transição do regime de pasto para o confinamento em resposta à queda no pH ruminal causado pela dieta com concentrado (Cooper et al 1996; Stone 2004, DeVries et al 2014). Portanto, os dados do presente estudo

sugerem que são necessárias futuras pesquisas com bovinos de corte suplementados com alimentos energéticos e/ou proteicos em diferentes níveis nas fases de cria e recria, e terminados em confinamento, a fim de corroborar os achados aqui reportados sobre a seleção de partículas e o seu impacto sobre o desempenho animal.

**Tabela 4** Efeito da fonte de forragem e tipo de alojamento sobre o consumo seletivo (%) de partículas longas (>19 mm) da ração

Longas (>19 mm)	Forragem	Índice de seleção (%)	EPM <sup>6</sup>	P					
				Forragem	Dias <sup>7</sup>	Horas <sup>8</sup>	Forragem × dias	Forragem × horas	Forragem × dias × horas
% de MS <sup>1</sup>	CI <sup>3</sup>	119,0	29,7	0,08	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	SC <sup>4</sup>	210,1							
	SM <sup>5</sup>	198,3							
% de FDN <sup>2</sup> na MS	CI	120,1	39,5	0,09	0,11	<0,05	0,38	<0,05	0,13
	SC	227,4							
	SM	229,2							

Longas (>19 mm)	Alojamento	Índice de seleção (%)	EPM	P					
				Alojamento	Dias	Horas	Alojamento × dias	Alojamento × horas	Alojamento × dias × horas
% de MS	Individual	180,7	24,2	0,78	0,06	<0,05	0,57	<0,05	0,45
	Coletivo	170,9							
% de FDN na MS	Individual	207,7	32,2	0,50	0,11	<0,05	0,45	0,15	0,72
	Coletivo	176,7							

<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>Fibra em detergente neutro, <sup>3</sup>Cana-de-açúcar *in natura*, <sup>4</sup>Silagem de cana, <sup>5</sup>Silagem de milho, <sup>6</sup>Erro padrão da média, <sup>7</sup>Dias da avaliação (14, 28, 42, 56 e 70), <sup>8</sup>Horas pós-alimentação (4, 10 e 24)

**Tabela 5** Efeito da fonte de forragem e tipo de alojamento sobre o consumo seletivo (%) de partículas médias (<19, >8 mm) da ração.

Médias (<19, >8 mm)	Forragem	Índice de seleção (%)	EPM <sup>6</sup>	P					
				Forragem	Dias <sup>7</sup>	Horas <sup>8</sup>	Forragem × dias	Forragem × horas	Forragem × dias × horas
% de MS <sup>1</sup>	CI <sup>3</sup>	126,9	10,8	0,70	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,22
	SC <sup>4</sup>	125,6							
	SM <sup>5</sup>	137,4							
% de FDN <sup>2</sup> na MS	CI	128,1	12,1	0,38	<0,05	<0,05	0,14	<0,05	0,35
	SC	132,1							
	SM	150,9							

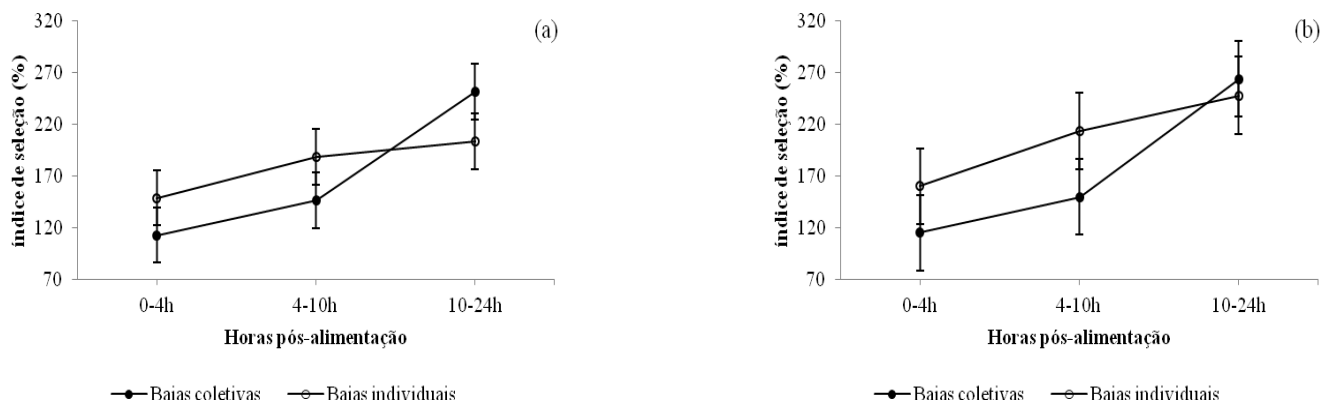
  

Médias (<19, >8 mm)	Alojamento	Índice de seleção (%)	EPM	P					
				Alojamento	Dias	Horas	Alojamento × dias	Alojamento × horas	Alojamento × dias × horas
% de MS	Individual	124,5	8,8	0,39	<0,05	0,05	0,23	0,08	0,12
	Coletivo	135,4							
% de FDN na MS	Individual	128,7	9,9	0,25	<0,05	<0,05	0,47	<0,05	0,09
	Coletivo	145,3							

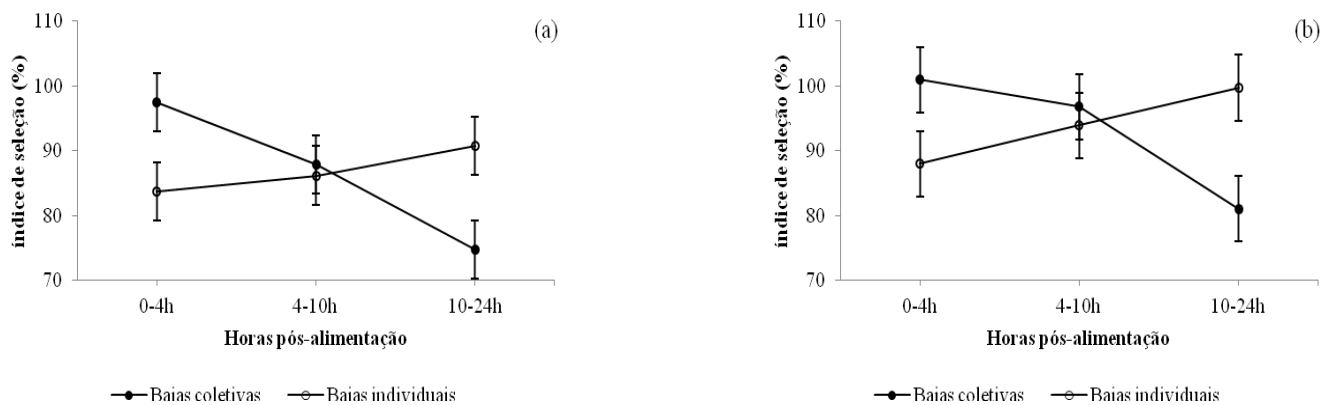
<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>Fibra em detergente neutro, <sup>3</sup>Cana-de-açúcar *in natura*, <sup>4</sup>Silagem de cana, <sup>5</sup>Silagem de milho, <sup>6</sup>Erro padrão da média, <sup>7</sup>Dias da avaliação (14, 28, 42, 56 e 70), <sup>8</sup>Horas pós-alimentação (4, 10 e 24)

O consumo seletivo de partículas não foi alterado ( $P>0,05$ ) pelo tipo de alojamento, tanto na % de MS quanto na % de FDN na MS (Tabelas 4, 5, 6 e 7). No entanto, houve efeito de alojamento  $\times$  tempo (horas pós-alimentação) sobre as partículas longas ( $>19$  mm, Figuras 3a e 3b) e muito curtas ( $<1,18$  mm, Figuras 4a e 4b), afetando a maneira como a seleção destas duas classes de partículas ocorreu após o fornecimento da alimentação. Houve maior variação ( $P<0,05$ ) na seleção de partículas longas ( $>19$  mm) ao longo do dia nos animais alojados coletivamente do que nas baias individuais, tanto em % da MS (Figura 3a) quanto na % de FDN na MS (Figura 3b). Em relação às partículas muito

curtas ( $<1,18$  mm), observou-se diminuição ( $P<0,05$ ) pela rejeição destas partículas entre 0-4 horas pós-alimentação nos animais alojados nas baias coletivas, tanto em % de MS (Figura 4a), quanto em % de FDN na MS (Figura 4b), comparado ao alojamento individual, enquanto que houve um comportamento seletivo oposto entre 10-24 horas pós-alimentação, ou seja, o índice de seleção dos animais alojados nas baias individuais para as partículas muito curtas ( $<1,18$  mm) aumentou ( $P<0,05$ ) ao longo do dia, enquanto que nas baias coletivas ocorreu o inverso, tanto em % de MS quanto em % de FDN na MS (Figuras 4a e 4b).



**Figura 3** Efeito do tipo de alojamento e horas pós-alimentação (0-4, 4-10 e 10-24) sobre o índice de seleção de partículas longas ( $>19$  mm) em % de MS (a) e % de FDN na MS (b).



**Figura 4** Efeito do tipo de alojamento e horas pós-alimentação (0-4, 4-10 e 10-24) sobre o índice de seleção de partículas muito curtas ( $<1,18$  mm) em % de MS (a) e % de FDN na MS (b).

Vacas em lactação alojadas coletivamente aumentaram o índice de seleção contra partículas longas e a favor de partículas curtas do que aquelas alojadas individualmente, sendo que as relações hierárquicas inerentes aos bovinos foram apontadas como a principal causa desse comportamento (Leonardi e Armentano 2007). No presente estudo, os animais alojados individualmente não competiram pelo alimento, selecionando de forma mais constante as partículas muito curtas ( $<1,18$  mm) ao longo do dia, enquanto que houve maior variação na seleção por estas

partículas ( $<1,18$  mm) nos animais alojados coletivamente (Figuras 4a e 4b). Estes resultados sugerem que a adoção de medidas que diminuam a competição entre animais confinados podem ser adotadas para garantir uma menor variação entre a dieta formulada e a efetivamente consumida, podendo trazer resultados positivos ao desempenho destes animais.



**Tabela 6** Efeito da fonte de forragem e tipo de alojamento sobre o consumo seletivo (%) de partículas curtas (<8, >1,18 mm) da ração

Curtas (<8, >1,18 mm)	Forragem	Índice de seleção (%)	EPM <sup>6</sup>	P					
				Forragem	Dias <sup>7</sup>	Horas <sup>8</sup>	Forragem × dias	Forragem × horas	Forragem × dias × horas
% de MS <sup>1</sup>	CI <sup>3</sup>	101,1	3,8	0,22	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	SC <sup>4</sup>	97,0							
	SM <sup>5</sup>	91,2							
% de FDN <sup>2</sup> na MS	CI	108,0a	2,6	<0,05	<0,05	0,44	<0,05	<0,05	0,38
	SC	108,4a							
	SM	97,5b							

Curtas (<8, >1,18 mm)	Alojamento	Índice de seleção (%)	EPM	P					
				Alojamento	Dias	Horas	Alojamento × dias	Alojamento × horas	Alojamento × dias × horas
% de MS	Individual	97,0	3,1	0,79	<0,05	<0,05	0,25	<0,05	<0,05
	Coletivo	95,8							
% de FDN na MS	Individual	103,4	2,1	0,43	<0,05	0,44	0,17	<0,05	0,81
	Coletivo	105,9							

<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>Fibra em detergente neutro, <sup>3</sup>Cana-de-açúcar *in natura*, <sup>4</sup>Silagem de cana, <sup>5</sup>Silagem de milho, <sup>6</sup>Erro padrão da média, <sup>7</sup>Dias da avaliação (14, 28, 42, 56 e 70), <sup>8</sup>Horas pós-alimentação (4, 10 e 24)

**Tabela 7** Efeito da fonte de forragem e tipo de alojamento sobre o consumo seletivo (%) de partículas muito curtas (<1,18 mm) da ração.

Muito curtas (<1,18 mm)	Forragem	Índice de seleção (%)	EPM <sup>6</sup>	P					
				Forragem	Dias <sup>7</sup>	Horas <sup>8</sup>	Forragem × dias	Forragem × horas	Forragem × dias × horas
% de MS <sup>1</sup>	CI <sup>3</sup>	98,7a	5,0	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	SC <sup>4</sup>	88,8a							
	SM <sup>5</sup>	73,0b							
% de FDN <sup>2</sup> na MS	CI	102,0a	5,4	<0,05	<0,05	0,23	<0,05	<0,05	<0,05
	SC	100,6a							
	SM	77,7b							

Muito curtas (<1,18 mm)	Alojamento	Índice de seleção (%)	EPM	P					
				Alojamento	Dias	Horas	Alojamento × dias	Alojamento × horas	Alojamento × dias × horas
% de MS	Individual	86,9	4,1	0,97	<0,05	<0,05	0,16	<0,05	<0,05
	Coletivo	86,7							
% de FDN na MS	Individual	93,9	4,4	0,88	<0,05	0,23	0,08	<0,05	<0,05
	Coletivo	92,9							

<sup>1</sup>Matéria seca, <sup>2</sup>Fibra em detergente neutro, <sup>3</sup>Cana-de-açúcar *in natura*, <sup>4</sup>Silagem de cana, <sup>5</sup>Silagem de milho, <sup>6</sup>Erro padrão da média, <sup>7</sup>Dias da avaliação (14, 28, 42, 56 e 70), <sup>8</sup>Horas pós-alimentação (4, 10 e 24)

## Conclusões

As três fontes de forragem avaliadas (Ci, SC e SM) resultaram no consumo preferencial de partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm) da ração, o que pode ser considerado um aspecto positivo para o funcionamento adequado das funções ruminais. Portanto, as três fontes de forragem podem ser recomendadas na alimentação de bovinos de corte confinados.

Os dados aqui reportados sugerem que são necessárias mais pesquisas com animais terminados em confinamento e suplementados em diferentes níveis nas fases de cria e recria, a fim de corroborar os achados deste trabalho sobre a discrepância do comportamento seletivo de partículas entre vacas leiteiras e bovinos de corte confinados.

## Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao médico pecuarista Dr. Esmar Gonçalves da Cunha pelo empréstimo dos 24 animais utilizados neste experimento, assim como à PROCRIA Saúde e Nutrição Animal pela mistura dos ingredientes da ração concentrada.

## Referências

- Association Of Official Analytical Chemists – AOAC (2000) Official methods of analysis. 17<sup>th</sup> ed. AOAC International.
- Cooper SDB, Kyriazakis I, Oldham JD (1996) The effects of physical form of feed, carbohydrate source, and inclusion of sodium bicarbonate on the diet selections of sheep. *Journal of Animal Science*. doi: /1996.7461240x
- DeVries TJ, Beauchemin KA, von Keyserlingk MAG (2007) Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2007-0370
- DeVries TJ, Dohme F, Beauchemin KA (2008) Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feed sorting. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2008-1347
- DeVries TJ, von Keyserlingk MAG, Beauchemin KA (2005) Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73040-X
- DeVries TJ, Schwaiger T, Beauchemin KA et al (2014) The duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects feed sorting behavior both before and after acute ruminal acidosis. *Journal of Animal Science*. doi:10.2527/jas2013-7252
- Felton CA, DeVries TJ (2010) Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2009-3009
- Goering HK, Van Soest PJ (1970) Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications) Agricultural Handbook n° 379. Agricultural Research Service – USDA, Washington, DC.
- Hosseinkhani A, DeVries TJ, Proudfoot, KL et al (2008) The effects of feed bunk competition on the feed sorting behavior of close-up dry cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2007-0679
- Kononoff PJ, Heinrichs AJ, Buckmaster DR (2003) Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73773-4
- Krause KM, Oetzel GR (2006) Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Animal Feed Science and Technology*. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004
- Lammers BP, Buckmaster DR, Heinrichs AJ (1996) A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.S0022-0302(96)76442-1
- Leonardi C, Armentano LE (2003) Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73634-0
- Leonardi C, Armentano LE (2007) Short communication: Feed selection by dairy cows fed individually in a tie-stall or as a group in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2006-537
- Leonardi C, Giannico F, Armentano LE (2005a) Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72772-7
- Leonardi C, Shinnors KJ, Armentano LE (2005b) Effect of different dietary geometric mean particle length and particle size distribution of oat silage on feeding behavior and productive performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72734-X
- Miller-Cushon EK, DeVries TJ (2009) Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2008-1772
- National Research Council – NRC (2000) Nutrient requirements of beef cattle. 7<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
- R Core Team (2014) A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acessado em 05 de outubro de 2015.
- Stone WC (2004) Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70057-0
- Stricklin WR, Kautz-Scanavy CC (1984) The role of behavior in cattle production: a review of research. *Applied Animal Ethology* 11:359-390.
- Zopollatto M, Daniel JLP, Nussio LG (2009) Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:170-189.