

Estratégias de alimentação e manejo utilizadas para minimizar o consumo seletivo de bovinos de leite e corte

Matheus Silva Rodrigues^a, Jhonatan Lafaete Freitas Lourenço^a, Lorena Martins Oliveira^a, Mateus da Silva Maia^a, Rowberta Teixeira dos Santos^a, Tiago do Prado Paim^b,

Eduardo Rodrigues de Carvalho^c 

^aGraduandos em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Campus Iporá), Iporá, GO, Brasil.

^bMédico Veterinário do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Campus Iporá), Iporá, GO, Brasil, Doutorando em Ciências Animais pela Universidade de Brasília.

^cProfessor de Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Campus Iporá), Iporá, GO, Brasil.

RESUMO Os bovinos possuem a capacidade natural de selecionar contra ou a favor determinados ingredientes da ração de acordo com o tamanho das partículas, comportamento denominado de consumo seletivo de partículas da ração. Este comportamento alimentar pode resultar na diminuição da ingestão de nutrientes e não atender as necessidades nutricionais diárias dos animais subordinados que terão acesso ao comedouros em horários posteriores à oferta da ração fresca, ou, por outro lado, ocasionar a redução do pH ruminal e surgimento da acidose ruminal pelo consumo excessivo de carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen em animais dominantes. Existem vários fatores que influenciam o consumo seletivo de partículas da ração, desde a composição da dieta, qualidade da forragem e aspectos comportamentais inerentes ao animal. A metodologia para determinação do consumo seletivo de partículas da ração é simples e possibilita mensurar com acurácia a ingestão de cada classe de partículas realizada pelo animal. Neste contexto, objetiva-se nesta revisão abordar as principais estratégias de alimentação e manejo que podem ser utilizadas para minimizar o consumo seletivo de partículas de bovinos de leite e corte.

PALAVRAS-CHAVE: *dieta; partícula; preferência; ração; rejeição; seleção*

Recebido 18 de setembro de 2018 *Aceito* 22 de setembro de 2018 *Publicado online* 29 de setembro de 2018

Cite este artigo:

Rodrigues MS et al. (2018) Estratégias de alimentação e manejo utilizadas para minimizar o consumo seletivo de bovinos de leite e corte. *Multidisciplinary Reviews* 1: e2018013. DOI: 10.29327/multi.2018013

Feeding and management strategies utilized to minimize feed sorting of beef and dairy cattle

ABSTRACT Cattle have the natural capacity to sort for or against certain feed ingredients of the ration according to the particle size, a behavior known as feed sorting. Such feeding behavior may result in a reduced nutrient intake and may not meet the daily nutritional requirements of subordinate animals that will have access to the feed bunk at times subsequent to a new fresh feed has been offered, or, on the other hand, may drop ruminal pH and cause rumen acidosis by the excessive intake of highly fermentable carbohydrates in the rumen in dominant animals. There are several factors that influence feed sorting, such as dietary composition, forage quality and behavioral aspects inherent to the animal. The methodology to determine feed sorting is simple and allows to measure with accuracy the intake of each class of particle size consumed by the animal. In this context, the objective of this review is to address the main feeding and management strategies that can be utilized to minimize feed sorting by dairy and beef cattle.

KEYWORDS: diet; particle; preference; ration; rejection; sorting

Introdução

A alimentação na forma de dietas ou rações totais tem sido o sistema mais utilizado para bovinos de leite e corte, quando o volumoso, concentrado energético, concentrado proteico, concentrado fibroso, subprodutos agrícolas e industriais, minerais e vitaminas são misturados de forma homogênea e oferecidos ao animal.

O objetivo neste método de alimentação é oferecer aos animais uma dieta balanceada para atender as exigências nutricionais diárias, manutenção da saúde, e ainda maximizar o desempenho animal. Entretanto, apesar de todos os esforços dos nutricionistas de ruminantes ao redor do mundo em formular e balancear rações de forma adequada, a alimentação na forma de dietas ou rações totais predispõe a uma maior seletividade dos vários componentes da ração de acordo com o tamanho das partículas, fazendo com que a composição nutricional da ração seja alterada após um determinado período de tempo em relação à sua composição original (DeVries et al 2005).

A seleção de partículas da ração ocorre porque os bovinos possuem a capacidade natural de separar os alimentos no comedouro conforme a preferência por sabor, valor nutricional e tamanho de partículas, fenômeno denominado de consumo seletivo de partículas da ração. Em decorrência deste fenômeno, a dieta consumida por um animal é alterada, resultando no excesso de forragem e pouco concentrado no transcorrer do dia, podendo causar a queda no desempenho por não atender as necessidades nutricionais diárias do animal. Por outro lado, nas primeiras horas pós-alimentação, normalmente ocorre o consumo excessivo de carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen, caracterizadas pelas partículas de menor tamanho da ração, ocasionando a acidose subclínica ou clínica (DeVries et al 2008; DeVries et al 2014) e alteração da população ideal de microrganismos ruminais (van Cleef et al 2009).

As causas do comportamento natural dos bovinos em consumir seletivamente as partículas da ração são várias, dentre elas a qualidade da forragem, relação forragem/concentrado da dieta, tamanho médio de partículas da ração, características físicas e químicas dos alimentos que compõem a dieta e também a relação entre dominância/subordinação (hierarquia social) entre animais de um mesmo lote, porém todas estas causas estão ligadas à capacidade intrínseca dos bovinos em diferenciar os sabores dos alimentos a partir de uma resposta neurofisiológica, fazendo com que os animais tenham uma resposta de preferência, aversão ou indiferença quanto ao consumo dos alimentos (Nombekela et al 1994).

Neste contexto, vários estudos têm sido desenvolvidos abordando os fatores que interferem no consumo seletivo de partículas da ração. Desta forma, esta revisão de literatura visa abordar as estratégias de alimentação ou manejo utilizadas para minimizar o consumo seletivo de partículas de bovinos de leite e corte, uma vez que eliminar esse comportamento é inexecuível. Os resultados dos trabalhos citados nesta revisão estão compilados no Quadro 1.

Metodologia da separação do tamanho de partículas e cálculo do consumo seletivo

A metodologia da separação de partículas de forragens, volumosos e rações totais foi inicialmente proposta por Lammers et al (1996) e posteriormente por Kononoff et al (2003). Deve-se utilizar o conjunto separador de partículas Penn State Particle Separator (PSPS, Nasco, Fort Atkinson, WI), o qual foi desenvolvido na Universidade da Pensilvânia (EUA), dotado com três peneiras (19, 8 e 4 mm) e um fundo liso (Figura 1) para originar partículas longas (>19 mm), médias (<19, >8 mm), curtas (<8, >4 mm) e muito curtas (<4 mm). Ressalta-se que há aproximadamente três anos a Universidade da Pensilvânia (EUA) substituiu a peneira com crivos de 1,18 mm pela de 4 mm, por isso os trabalhos mais recentes têm reportado partículas curtas e muito curtas como <8, >4 mm e <4mm, respectivamente, enquanto que estudos anteriores há três anos reportam as partículas curtas e muito curtas como <8, >1,18 mm e <1,18 mm, respectivamente.

Em uma superfície lisa, o conjunto separador de partículas PSPS deve ser montado colocando-se na seguinte ordem de baixo para cima: fundo liso, peneira com crivos de 4 mm, peneira com crivos de 8 mm e por último a peneira com crivos de 19 mm. A seguir, deve-se colocar uma amostra contendo o volume de 1,4 L em cima da peneira com crivos de 19 mm e iniciar os movimentos de separação. Ao se escolher um determinado lado do conjunto separador de partículas, deverão ser realizados cinco movimentos de vai e vem em uma distância de 17 cm, daí o conjunto deve ser rotacionado em $\frac{1}{4}$ de volta com a repetição dos mesmos cinco movimentos, até que sejam feitos oito voltas em um total de 40 movimentos de vai e vem (Figura 2).

Os materiais pós-separados devem ser acondicionados em recipientes de alumínio, identificados de acordo com os tratamentos experimentais e em seguida levados a uma estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas para determinação do teor de matéria seca (MS) da amostra (AOAC 2000).

O índice de seleção ou consumo seletivo de partículas da amostra será determinado pelo consumo real de cada tamanho de partícula, sendo expresso como uma porcentagem do consumo predito ou teórico do respectivo tamanho de partícula, conforme as equações descritas abaixo (Leonardi e Armentano 2003):

$$CPT_p = CMS_{t...} * DTP_{t0}$$

$$CRT_p = CMS_{t...} * DTP_{t...}$$

$$IS (\% MS) = \frac{CRT_p * 100}{CPT_p}$$

CPT_p = consumo predito ou teórico por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >4 mm; <4 mm).

CRT_p = consumo real por tamanho de partículas (>19 mm; <19, >8 mm; <8, >4 mm; <4 mm).

$CMS_{t...}$ = consumo de MS em determinados intervalos pós-alimentação.

DTP_{t0} = distribuição do tamanho de partículas da dieta no tempo zero.

$DTP_{t...}$ = distribuição do tamanho de partículas da dieta em determinados intervalos pós-alimentação.

$IS (\% MS)$ = 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).



Figura 1. Montagem do separador de partículas Penn State Particle Separator (PSPS). De baixo para cima: fundo liso, peneira com crivos de 4 mm, peneira com crivos de 8 mm e peneira com crivos de 19 mm. Fonte: arquivo próprio.

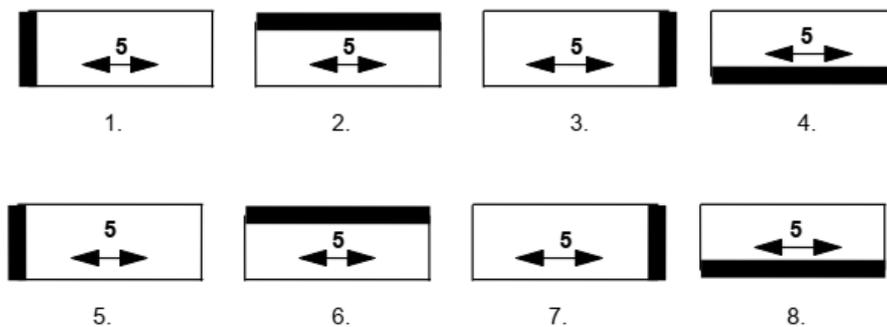


Figura 2. Sequência de movimentos do Penn State Particle Separator (PSPS) para separação de amostras. Cada movimento de vai e vem deve percorrer a distância de 17 cm. Após cinco movimentos o conjunto deve ser rotacionado em $\frac{1}{4}$ de volta até completar 40 movimentos. Fonte: Lammers et al (1996).

Nível de forragem/concentrado na dieta

A relação forragem/concentrado exerce grande influência sobre o consumo seletivo de partículas da ração de acordo com a fonte, qualidade e tamanho médio de partículas da forragem. DeVries et al (2007) avaliaram o consumo seletivo de partículas da ração de vacas alimentadas com uma dieta que continha 62,3% de forragem (24,4% de silagem de milho + 37,9% de silagem de capim) e 37,7% de concentrado (dieta de alta forragem) ou outra dieta constituída por 50,7% de forragem (19,8% de silagem de milho + 30,9% de silagem de capim) e 49,3% de concentrado (dieta de baixa forragem).

As vacas rejeitaram as partículas longas (>19 mm) nas duas dietas, mas tal comportamento se intensificou nas vacas alimentadas com a dieta de baixa forragem. DeVries et al (2007) também reportaram que as vacas aumentaram a preferência pelas partículas curtas (<8 mm) em ambas as dietas, porém com maior evidência na dieta de baixa forragem. Os autores relataram que estes resultados contradisseram a hipótese original da pesquisa de que as vacas aumentariam a seleção a favor das partículas curtas (<8 mm) na dieta de alta forragem pela menor disponibilidade de concentrado. Contudo, as vacas aumentaram a preferência pelas partículas curtas (<8 mm) na dieta de baixa forragem pela maior acessibilidade do concentrado nesta dieta.

Em outro estudo, DeVries et al (2008) desafiaram vacas leiteiras no início da lactação à acidose ruminal através da alimentação com duas dietas contendo diferentes níveis de forragem/concentrado. A dieta de alto risco para acidose ruminal continha 39,6% de silagem de cevada, 5,5% de feno de gramínea + leguminosa e 54,9% de concentrado, ao passo que a dieta de baixo risco para acidose era constituída por 52,7% de silagem de cevada, 7,4% de feno de gramínea + leguminosa e 39,9% de concentrado. DeVries et al (2008) demonstraram haver uma relação direta entre a seleção de partículas da ração e o pH ruminal. As vacas desafiadas pela dieta com alto risco de acidose ruminal diminuíram a rejeição pelas partículas longas (>19 mm), aumentaram a preferência pelas partículas médias (<19, >8 mm) e aumentaram a rejeição pelas partículas curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm) da ração numa tentativa de atenuar os efeitos da redução do pH ruminal, ou seja, houve uma mudança de comportamento no consumo seletivo de partículas das vacas no início da lactação para prevenir o surgimento da acidose ruminal quando alimentadas com uma dieta muito rica em concentrado.

Portanto, o balanceamento de dietas deve ser feito com muito critério em relação ao nível de forragem/concentrado com o objetivo de se atender as necessidades nutricionais dos animais e ainda minimizar os efeitos da seleção de partículas da ração.

Adição de glicerol na ração

O glicerol não refinado é um subproduto da indústria do biodiesel que tem sido produzido por uma reação de transesterificação que utiliza uma base catalisadora (NaOH ou KOH), a qual reage com óleos vegetais ou gordura animal na formação de ésteres de ácidos graxos do grupo metil e etil, enquanto que o glicerol não refinado é gerado como subproduto e separado do biodiesel por gravidade ou centrifugação (Ayoub e Abdullah 2012). Para cada 100 g de óleo de soja utilizados no início da reação, foram obtidos 12,25 g de glicerol não refinado (Thompson e He 2006).

O glicerol é conhecido desde a década de 1950 como precursor glucogênico no tratamento da cetose ou acetoneia em vacas leiteiras (Johnson 1955), sendo posteriormente confirmado ser tão eficiente quanto o propileno glicol no tratamento desta doença metabólica (Fisher et al 1971). Entretanto, vários pesquisadores têm demonstrado interesse em utilizar o glicerol como substituto de alimentos energéticos tradicionais (milho, sorgo e cevada) em rações de ruminantes, além do seu impacto em minimizar os efeitos do consumo seletivo de partículas da dieta.

A inclusão do glicerol refinado em 11,5 e 10,8% nos períodos pré e pós-parto, respectivamente, como substituto parcial do milho grão úmido em rações para vacas leiteiras no período de transição resultou no aumento da preferência pelas partículas longas (>19 mm) durante o pré-parto e no aumento da preferência pelas partículas médias (<19, >8 mm) no pós-parto (Carvalho et al 2012).

Em um estudo com bovinos de corte da raça Nelore terminados em confinamento e alimentados com uma ração que continha 15% de glicerol não refinado em substituição parcial ao sorgo grão, observou-se que os animais

alimentados com glicerol não refinado aumentaram a preferência pelas partículas longas (>19 mm), médias (<19, >8 mm) e curtas (<8, >4 mm) em relação à ração com sorgo grão (Dias et al 2018).

Em ambos os estudos ficou evidente a capacidade de adesão do glicerol às partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm) da ração devido à sua natureza viscosa (Beatriz et al 2011; Ayoub e Abdullah 2012).

O consumo preferencial de partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm) pela inclusão de glicerol na ração reportado nos trabalhos de Carvalho et al (2012) e Dias et al (2018) pode ser benéfico tanto para vacas leiteiras quanto bovinos de corte em confinamento alimentados com dietas ricas em carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen, pois o efeito adesivo do glicerol pode proporcionar no aumento do consumo de fibra efetiva, que por sua vez estimula a atividade de ruminação, produção de saliva e manutenção do pH ruminal em níveis adequados para prevenção da acidose ruminal (DeVries et al 2014).

Adição de água na ração

Adicionar água à dieta tem sido frequentemente sugerido para melhorar a palatabilidade devido à melhoria na textura ou diluição de sabores indesejáveis, assim como reduzir a seleção de partículas pelos animais por agregar as partículas curtas e muito curtas com as partículas longas e médias da ração. Por outro lado, dietas com níveis elevados de umidade são mais suscetíveis à fermentação e redução da estabilidade de cocho em condições de alto calor e umidade, podendo reduzir o consumo e desempenho dos animais.

Leonardi et al (2005) testaram a adição de 25% de água sobre uma dieta basal constituída por 10% de silagem de alfafa, 29,8% de feno, 44,8% de milho grão triturado, 13,3% de farelo de soja e 2,1% de premix mineral/vitamínico na alimentação de vacas leiteiras. Observou-se que nos dois tratamentos (dieta seca e úmida) as vacas selecionaram contra as partículas longas e a favor das partículas curtas e muito curtas. No entanto, a dieta com adição de 25% de água reduziu a intensidade da seleção contra as partículas longas, assim como também reduziu o consumo preferencial pelas partículas curtas e muito curtas, ou seja, a adição de água se mostrou benéfica na diminuição do consumo seletivo dos animais.

Por outro lado, Miller-Cushon e DeVries (2009) avaliaram a adição de 20% de água sobre uma ração basal constituída por 27,04% de silagem de milho, 27,04% de silagem de alfafa, 28,1% de milho grão úmido e 17,82% de concentrado peletizado em vacas leiteiras. Posteriormente, Felton e DeVries (2010) investigaram a adição de 20 ou 44% de água sobre uma dieta basal composta de 30,9% de silagem de milho, 30,3% de silagem de alfafa, 21,2% de milho grão úmido e 17,6% de concentrado peletizado. Ao contrário dos resultados obtidos por Leonardi et al (2005), Miller-Cushon e DeVries (2009) e Felton e DeVries (2010) reportaram em seus estudos que as dietas com adição de água intensificaram o consumo seletivo de partículas, fazendo com que as vacas aumentassem tanto a rejeição pelas partículas longas (>19 mm) quanto a preferência pelas partículas curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm) da ração, em comparação à dieta sem adição de água.

A razão pela discrepância dos resultados nos experimentos de Leonardi et al (2005), Miller-Cushon e DeVries (2009) e Felton e DeVries (2010) pode estar relacionada com a composição e o teor de MS entre as dietas basais. No trabalho de Leonardi et al (2005), a dieta seca (basal) continha 80,8% de MS devido à presença de 29,8% de feno, sendo que, após a adição de 25% de água, o teor de MS foi reduzido para 64,4%. Por outro lado, na pesquisa conduzida por Miller-Cushon e DeVries (2009), o teor de MS na dieta seca (basal) e úmida foi respectivamente de 57,6 e 47,9%, enquanto que no trabalho de Felton e DeVries (2010), o teor de MS na dieta seca (basal) e com adição de 20 ou 44% de água foi de respectivamente de 56,3, 50,8 e 44,1%. Tais resultados ocorreram pelo fato dos volumosos utilizados nos experimentos de Miller-Cushon e DeVries (2009) e Felton e DeVries (2010) terem sido a silagem de milho e silagem de alfafa, os quais são naturalmente mais úmidos. Assim, a adição de 25% de água em uma ração com alto teor de MS devido à presença de feno (Leonardi et al 2005) teve um efeito diferente sobre o grau de seleção de partículas em relação à adição de água em dietas com menor teor de MS tendo silagens como fonte de volumoso (Miller-Cushon e DeVries 2009; Felton e DeVries 2010).

De qualquer maneira, a utilização de água com o objetivo de promover a agregação das partículas curtas e muito curtas nas partículas longas e médias da ração em regiões tropicais como o Brasil deve ser vista com cautela, uma vez

que as altas temperaturas podem acelerar o processo de fermentação e diminuir a estabilidade de cocho, com impacto negativo sobre a palatabilidade, consumo de MS da ração, e consequentemente sobre o desempenho animal.

Quadro 1. Compilação das estratégias de alimentação e manejo utilizadas para minimizar o consumo seletivo de partículas de bovinos de leite e cote.

Autores	Categorial animal	Tratamentos	Resultados
DeVries et al (2007)	Seis vacas Holandesas no terço final da lactação (221 dias pós-parto).	Dieta de alta forragem (62,3% de forragem e 37,7% de concentrado) versus dieta de baixa forragem (50,7% de forragem e 49,3% de concentrado).	Aumento (P<0,05) na rejeição pelas partículas longas (>19 mm) na dieta de baixa forragem e aumento (P<0,05) na preferência pelas partículas curtas (<8 mm) na dieta de baixa forragem.
DeVries et al (2008)	Quatro vacas Holandesas no início da lactação (60 dias pós-parto) e quatro vacas Holandesas no terço médio da lactação (105 dias pós-parto).	Dieta de alto risco para acidose (45,1% de forragem e 54,9% de concentrado) para as vacas no início da lactação e dieta de baixo risco para acidose (60,1% de forragem e 39,9% de concentrado) para as vacas no terço médio da lactação.	Redução na rejeição pelas partículas longas (>19 mm), aumento (P<0,05) na preferência pelas partículas médias (<19, >8 mm) e redução (P<0,05) na rejeição pelas partículas curtas (<8, >1,18 mm) e muito curtas (<1,18 mm) na dieta de alto risco para acidose. Mudança de comportamento no consumo seletivo de partículas das vacas alimentadas com a dieta de alto risco de acidose para atenuar a queda do pH ruminal.
Carvalho et al (2012)	Vinte e seis vacas Holandesas no período de transição (-28 dias até a data prevista de parição até 56 dias em lactação).	Inclusão de 11,5 e 10,8% de glicerol refinado nas dietas pré e pós-parto, respectivamente, em substituição parcial ao milho grão úmido.	Aumento (P<0,05) na preferência pelas partículas longas (>19 mm) na ração com glicerol durante o pré-parto e aumento (P<0,05) na preferência pelas partículas médias (<19, >8 mm) na ração com glicerol durante o pós-parto devido ao efeito adesivo do glicerol.
Dias et al (2018)	Vinte e oito bovinos machos não castrados da raça Nelore em confinamento.	Inclusão de 15% de glicerol não refinado em substituição parcial ao sorgo grão.	Aumento (P<0,05) na preferência pelas partículas longas (>19 mm), médias (<19, >8 mm) e curtas (<8, >4 mm) na ração com glicerol em relação à ração com sorgo grão devido ao efeito aglutinante do glicerol.
Leonardi et al (2005)	Dezoito vacas Holandesas no início da lactação (88 dias pós-parto).	Adição de 25% de água sobre uma dieta basal constituída por 10% de silagem de alfafa, 29,8% de feno, 44,8% de milho grão triturado, 13,3% de farelo de soja e 2,1% de premix mineral/vitamínico.	Redução (P<0,05) na rejeição pelas partículas longas e médias. Redução (P<0,05) na preferência pelas partículas curtas e muito curtas na ração com 25% de água. Efeito benéfico da adição de água sobre o consumo seletivo de partículas.
Miller-Cushon e DeVries (2009)	Doze vacas Holandesas no terço médio da lactação (139 dias pós-parto).	Adição de 20% de água sobre uma ração basal constituída por 27,04% de silagem de milho, 27,04% de silagem de alfafa, 28,1% de milho grão úmido e 17,82% de concentrado peletizado.	Rejeição (P<0,05) pelas partículas longas (>19 mm) e preferência (P<0,05) pelas partículas curtas (<8, >1,18 mm) na ração com 20% de água. A adição da água intensificou o consumo seletivo de partículas da ração.
Felton e DeVries (2010)	Doze vacas Holandesas no terço médio da lactação (156 dias pós-parto).	Adição de 20 ou 44% de água sobre uma dieta basal composta de 30,9% de silagem de milho, 30,3% de silagem de alfafa, 21,2% de milho grão úmido e 17,6% de concentrado peletizado.	Aumento (P<0,05) na rejeição pelas partículas longas (>19 mm) nas rações com 20 e 44% de água. A adição da água intensificou a seleção contra as partículas longas (>19 mm).
Leonardi e Armentano (2007)	Sessenta vacas Holandesas no terço médio da lactação (102 dias pós-parto).	Alojamento em baias individuais versus coletivas (<i>free-stall</i>)	Aumento (P<0,05) na rejeição pelas partículas longas nas vacas alojadas no <i>free-stall</i> e aumento (P=0,06) na preferência pelas partículas curtas e muito curtas no <i>free-stall</i> .
Custodio et al (2016)	Vinte e quatro animais Red Norte × Nelore em confinamento.	Alimentação com diferentes fontes de forragem e alojamento em baias individuais ou coletivas.	Menor variação no consumo seletivo de partículas longas (>19 mm) e muito curtas (<1,18 mm) da ração nas baias individuais ao longo do dia.

Importância da mistura da ração total

No Brasil há basicamente três sistemas de mistura de rações totais: por tombamento, sistema de rotor e sistema por roscas horizontais, o que gera grande diferença em termos de homogeneidade na mistura dos alimentos que compõem a dieta.

Quando os ingredientes de uma dieta são bem misturados e homogeneizados, há uma menor possibilidade de aumento na seleção de partículas por parte dos animais.

A ordem de adição dos ingredientes em um vagão misturador pode influenciar tanto a eficiência de mistura quanto o grau de redução do consumo seletivo de partículas. A adição de ingredientes úmidos (silagens e subprodutos) ou de natureza viscosa (glicerol, melaço e óleos) irá reduzir a segregação das partículas curtas tanto durante a mistura quanto no comedouro. Como regra geral, é recomendado carregar o vagão misturador primeiro com os ingredientes de maior tamanho de partícula (volumosos) e em seguida com os alimentos de menor tamanho de partícula, tais como os concentrados, minerais/vitaminas e aditivos (Lazarini et al 2014).

O tempo de mistura dos ingredientes no vagão misturador é fundamental, pois a mistura incompleta resulta na maior possibilidade de seleção de partículas pelos animais, enquanto que a mistura excessiva pode causar a segregação de partículas de menor tamanho no comedouro. O tempo de mistura de quatro minutos foi o que resultou em um consumo de nutrientes mais próximos com a dieta formulada (11,48% de proteína bruta e 69,98% de nutrientes digestíveis totais) e que atendeu as exigências nutricionais dos animais no confinamento, minimizando assim o comportamento seletivo (Lazarini et al 2014).

Tipo de alojamento e influência da hierarquia social

Os bovinos são animais gregários, vivem em grupos, e embora a vida em grupo traga uma série de vantagens adaptativas (defesa contra predadores e facilidade para encontrar o parceiro sexual), essa particularidade acarreta no aumento pela competição por recursos naturais, principalmente quando escassos, resultando em interações competitivas ou até mesmo agressivas entre animais de um mesmo lote, as quais são determinantes na hierarquia social dos bovinos, principalmente no caso de bovinos de corte terminados em confinamento ou de vacas leiteiras estabuladas com pouco ou nenhum acesso a pastagens (Costa e Silva 2007).

É comum o estabelecimento de relações hierárquicas entre os animais, tais como a dominância, quando um indivíduo ou alguns indivíduos do mesmo lote têm prioridade no acesso ao comedouro, ou a subordinação ou submissão, quando os demais animais de um determinado lote se submetem aos dominantes (Stricklin e Kautz-Scanavy 1984). Desta forma, alguns estudos têm sido conduzidos com o objetivo de comparar o tipo de alojamento (individual versus coletivo) e as relações hierárquicas sobre o consumo seletivo de partículas.

Quando vacas leiteiras dominantes e subordinadas foram alojadas coletivamente em um estábulo tipo free-stall, as dominantes aumentaram tanto o tamanho quanto o tempo de cada refeição (DeVries et al 2004), assim como aumentaram o consumo de carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen e deixaram para as vacas subordinadas uma dieta com valor energético inferior ao inicialmente formulado como resultado da seleção de partículas (Krause e Oetzel 2006). Assim, a rejeição pelas partículas longas e preferência pelas partículas curtas e muito curtas da ração em vacas dominantes irá conseqüentemente diminuir tanto o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) quanto o consumo de FDN fisicamente efetiva, o que pode resultar no aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, inibição da atividade de ruminação e mastigação, redução na produção de saliva e aumento do risco de acidose subclínica (Cook et al 2004, Stone 2004). Além disso, as vacas subordinadas que não se aproximam do comedouro logo após a oferta de ração fresca por se sentirem intimidadas pelas vacas dominantes acabam consumindo uma ração com menor valor nutricional em relação à formulação original, principalmente com o avanço do tempo pós-alimentação (DeVries et al 2005). Nesta situação, as vacas subordinadas podem diminuir a produção de leite porque a redução no consumo de nutrientes não irá atender as suas necessidades diárias.

Ao se comparar o alojamento individual versus coletivo em vacas leiteiras, Leonardi e Armentano (2007) reportaram que as vacas alojadas coletivamente em um free-stall aumentaram a rejeição contra as partículas longas da

ração em relação às vacas alojadas em baias individuais, enquanto que o consumo seletivo de partículas curtas e muito curtas ocorreu de forma inversa, ou seja, houve aumento na preferência por essa classe de partículas nas vacas alojadas no free-stall em relação ao alojamento individual.

Resultados semelhantes aos de Leonardi e Armentano (2007) foram obtidos por Custodio et al (2016) ao avaliarem a seleção de partículas de 24 bovinos de corte não castrados Red Norte × Nelore alimentados com diferentes fontes de forragem e alojados em baias individuais ou coletivas. O consumo seletivo de partículas não foi alterado pelo tipo de alojamento (individual ou coletivo), porém ocorreu efeito do tipo de alojamento × horários pós-alimentação sobre as partículas longas (>19 mm) e muito curtas (<1,18 mm) da ração. Os animais alojados nas baias coletivas aumentaram a intensidade na seleção das partículas longas (>19 mm) da ração ao longo do dia em comparação aos animais alojados nas baias individuais. Verificou-se também uma redução na rejeição pelas partículas muito curtas (<1,18 mm) nas primeiras quatro horas pós-alimentação nos animais alojados nas baias coletivas em relação ao alojamento individual, enquanto que um comportamento inverso ocorreu nos últimos horários pós-alimentação, ou seja, o índice de seleção dos animais alojados nas baias individuais para as partículas muito curtas (<1,18 mm) aumentou ao longo do dia, enquanto que no alojamento coletivo diminuiu. De maneira geral, Custodio et al (2016) concluíram que os animais alojados nas baias individuais selecionaram de forma mais constante as partículas longas (>19 mm) e muito curtas (<1,18 mm) da ração ao longo do dia, ao passo que houve maior variação na seleção por estas mesmas classes de partículas nos animais alojados coletivamente.

Obviamente que não se pretende recomendar baias individuais em ambientes comerciais de produção de leite e carne, mas os resultados de Leonardi e Armentano (2007) e Custodio et al (2016) demonstram a importância da adoção de medidas de bem-estar animal que diminuam a hierarquia social entre animais de um mesmo lote para minimizar a variação entre a dieta formulada e a efetivamente consumida, podendo trazer resultados positivos no desempenho de animais dominantes e subordinados.

Considerações finais

O consumo seletivo de partículas da ração realizado por bovinos de leite e corte é um desafio para a nutrição animal. Portanto, alguns critérios devem ser seguidos para minimizar este comportamento natural e garantir que a dieta consumida ao longo do dia seja a mais próxima possível da dieta formulada e balanceada pelo nutricionista.

Considerando que os bovinos normalmente selecionam contra as partículas longas (>19 mm) da ração, o produtor rural deve se atentar para produzir silagens de alta qualidade, procurando atingir os seguintes valores de referência: 3 a 8% de partículas longas (>19 mm), 45 a 65% de partículas médias (<19, >8 mm), 30 a 40% de partículas curtas (<8, >4 mm) e <5% de partículas muito curtas (<4 mm), 30 a 35% de MS, 6 a 8% de ácido lático na MS da silagem, 0 a 0,1% de ácido butírico na MS da silagem, até 12,5% de N-NH₃ em relação ao nitrogênio total da silagem e pH entre 3,8 a 4,2 (Much 2010). Todos estes critérios de qualidade associados irão estimular o consumo da silagem e reduzir a rejeição pelas partículas longas (>19 mm) da ração.

Formular e balancear rações que atendam exatamente às necessidades nutricionais diárias dos animais. O excesso ou escassez de nutrientes favorece o consumo seletivo de partículas da ração.

Misturar os ingredientes da ração de forma homogênea de acordo com as recomendações do fabricante do misturador/vagão forrageiro.

Formar lotes homogêneos para diminuir o efeito da dominância e subordinação entre os animais. No caso de animais dominantes que impedem o acesso de animais subordinados ao comedouro, recomenda-se separar estes animais em outros lotes para minimizar os efeitos da hierarquia social.

A utilização do glicerol não refinado tem se mostrado eficiente na redução da seleção contra as partículas longas (>19 mm) e médias (<19, >8 mm) da ração devido à sua propriedade viscosa, porém deve-se levar em conta o custo de aquisição deste subproduto industrial, principalmente em propriedades rurais distantes das fábricas de biodiesel.

O aumento na frequência da oferta de ração fresca no transcorrer do dia é uma das estratégias de alimentação que mais contribui para a redução no consumo seletivo de partículas da ração.

Referências

- Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000) Official methods of analysis. 17th ed. AOAC International.
- Ayoub M, Abdullah AZ (2012) Critical review on the current scenario and significance of crude glycerol resulting from biodiesel industry towards more sustainable renewable energy industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. doi: 10.1016/j.rser.2012.01.054
- Beatriz A, Araújo YJK, Lima DP (2011) Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. *Química Nova*. doi: 0.1590/S0100-40422011000200025
- Carvalho ER, Schmelz-Roberts NS, White HM, Wilcox CS, Eicher SD, Donkin SS (2012) Feeding behaviors of transition dairy cows fed glycerol as a replacement for corn. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2010-3584
- van Cleef E, Patiño R, Neiva Jr A, Serafim R, Rego A, Gonçalves J (2009) Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. doi:10.24188/recia.v1.n2.2009.376
- Cook NB, Nordlund KV, Oetzel GR (2004) Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70059-4
- Costa MJRP, Silva EVC (2007) Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 31:172-176.
- Custodio SAS, Claudio FL, Alves EM, Calgato Júnior, G, Paim TP, Carvalho ER (2016) Seleção de partículas da dieta de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. doi: 10.14269/2318-1265/jabb.v4n2p55-64
- 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, von Keyserlingk MAG, Weary DM (2004) Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73293-2
- DeVries TJ, Schwaiger T, Beauchemin KA, Penner GB (2014) Impact of severity of ruminal acidosis on feed-sorting behaviour of beef cattle. *Animal Production Science*. doi: 10.1071/AN14227
- Dias KM, Oliveira LM, Rodrigues MS, Santos RT, Paim TP, Carvalho ER (2018) Behaviors of beef cattle fed crude glycerol as a replacement for sorghum grain. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. doi: 10.26667/2318-1265jabb.v6n4p90-96
- 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
- Fisher LJ, Erfle JD, Sauer FD (1971) Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. *Canadian Journal of Animal Science* 51:721-727.
- Johnson RB (1955) The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Veterinarian* 44:6-21.
- 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
- 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
- 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
- Lazarini VF, Gai VF, Fagundes RS (2014) Composição bromatológica da dieta em relação ao tempo de batida. *Cultivando o Saber* 7:102-110.
- 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 (2005) 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

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

Much RE. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*. doi: 10.1590/S1516-35982010001300021

Nombekela SW, Murphy MR, Gonyou HW, Marden JI (1994) Dietary preferences in early lactation cows as affected by primary tastes and some common feed flavors. *Journal of Dairy Science* 77:2393-2399.

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.

Thompson JC, He BB (2006) Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Applied Engineering in Agriculture* 22:261-265.