

# COMPORTAMENTO INGESTIVO E DE ATIVIDADES DE NOVILHOS CONFINADOS COM SILAGENS DE MILHO DE DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULA E ALTURAS DE COLHEITA

MIKAEL NEUMANN,<sup>1</sup> JOÃO RESTLE,<sup>2</sup> PAULO ROBERTO FRENZEL MÜHLBACH,<sup>3</sup> JOSÉ LAERTE NÖRNBERG,<sup>4</sup> MARCO AURÉLIO ROMANO<sup>5</sup> E SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA<sup>6</sup>

1. Engenheiro agrônomo, doutor, pesquisador do NUPRAN (Núcleo de Produção Animal), professor do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Unicentro, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 3, CEP: 85.040-080, Guarapuava, PR. E-mail: mikaelneumann@hotmail.com
2. Engenheiro agrônomo, Ph.D., professor do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFG. E-mail: jorestle@terra.com.br
4. Engenheiro agrônomo, doutor Sc., professor do Departamento de Zootecnia da UFRGS. E-mail: muhlbach@orion.ufrgs.br
3. Médico veterinário, doutor, professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFSM. E-mail: jlnornbergi@bol.com.br
5. Médico veterinário, doutor, professor do Departamento de Medicina Veterinária da UNICENTRO. E-mail: mromano@unicentro.br
6. Engenheiro agrônomo, doutor, professor do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. E-mail: slustosa@unicentro.com.br

## RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do tamanho de partícula (pequena: entre 0,2 e 0,6 cm ou grande: entre 1 e 2 cm) e da altura de corte de plantas de milho colhidas para ensilagem (baixo: 15,2 cm ou alto: 38,6 cm), sobre o comportamento ingestivo e das atividades de novilhos confinados, constituindo-se os tratamentos: TPB – silagem de partícula pequena com altura de corte baixo; TGB – silagem de partícula grande com altura de corte baixo; TPA – silagem de partícula pequena com altura de corte alto; e TGA – silagem de partícula grande com altura de corte alto. A relação volumoso:concentrado

foi de 62,7%:37,3%. Não se detectou diferença significativa entre os tratamentos no tempo gasto pelos animais na atividade de consumo alimentar (4,19; 4,03; 4,13 e 4,01 h, respectivamente). Houve interação significativa entre altura de colheita e tamanho de partículas para a atividade de ruminação. Nas silagens de corte alto o tempo gasto com ruminação foi significativamente maior para partículas grandes (9,47 h) em relação às partículas pequenas (7,98 h), porém, no corte baixo, a diferença entre partículas grandes (9,04 h) e pequenas (8,73 h) não foi significativa.

**PALAVRAS-CHAVES:** Capacidade de seleção, comportamento animal, separador de partículas, tempo de ruminação, tempo de ócio.

## ABSTRACT

### INTAKE AND ACTIVITY BEHAVIOR OF STEERS FINISHED IN FEEDLOT WITH CORN SILAGES OF DIFFERENT PARTICLE SIZES AND CUTTING HEIGHTS

The experiment was conducted at the Núcleo de Produção Animal (Nupran) of the Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná (Unicentro). The trial aimed to evaluate the effect of particle size (small: between 0.2 and 0.6 cm or large: between 1 and 2 cm) and cutting height (low cut: 15.2 cm or high cut: 38.6 cm) of corn plant for silage on the behavior of confined steers. The treatments were: TPB –

small particle size with low cut height; TGB – large particle size with low cut height; TPA – small particle size with high cut height; and TGA – large particle size with high cut height. The roughage:concentrate ratio was 62.7%:37.3%. No significant difference was detected among treatments for the time spent by the animals on feed consumption activity (4.19; 4.03; 4.13 and 4.01 h, respectively). Significant interaction

between cutting height and particle size was observed for the time spent with rumination. For the silage with high cutting the time spent with rumination was significantly higher for the large particle size (9.47 h) in relation to the

small particle size (7.98 h), however, for the low cutting the difference between the large particle size (9.04 h) and the small particle size (8.73 h) was not significant.

**KEY WORDS:** Animal behavior, free time, particle separator, rumination time, selectivity.

## INTRODUÇÃO

No meio técnico e produtivo do Sul do Brasil há consenso de que a utilização de silagem de qualidade na dieta de bovinos de corte e de leite tem contribuído significativamente para incrementos nos índices produtivos e na redução dos custos de produção. Em relação à cultura do milho são vários os aspectos que causam variações na qualidade da silagem, como a escolha do híbrido, estágio de maturação na colheita, além de aspectos agrônômicos relacionados ao tipo de solo, clima, entre outros (IGARASI, 2002). Na confecção das silagens, aspectos técnicos ligados ao tamanho das partículas e altura de colheita das plantas ensiladas afetam o grau de compactação (quanto menor a partícula e maior a altura de colheita, melhor a compactação) e, por consequência, a condição alcançada de anaerobiose que é decisiva no processo de conservação (NEUMANN et al., 2005). Contudo, na prática, busca-se também maior rapidez no processo, o que é facilitado quando a ensiladeira é regulada para um maior tamanho de picagem do material e maior altura de corte.

Segundo MARQUES et al. (2006), a avaliação do comportamento ingestivo de animais submetidos a ambientes controlados faz-se necessária por propiciar o entendimento das respostas animais e possibilitar ajustes de manejo alimentar para obtenção do melhor desempenho produtivo. VAN SOEST (1994) relata que a ruminação é a atividade que mais se altera perante modificações da dieta, sejam estas químicas e/ou físicas, resultando em variadas situações modificações no desempenho animal.

O consumo de silagem pode ser aumentado pelo procedimento de corte da forragem na colheita, visando melhorar a fermentação no silo e incrementar a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal (NUSSIO, 1995). Revisão de lite-

ratura realizada por FORBES (1995) indicou que bezerras de corte desmamadas alimentadas com silagens com tamanho de partículas diferenciado tiveram aumento de 66% no consumo diário de silagem quando o tamanho de partícula era de 8 mm comparado ao de 33 mm. Ainda segundo FORBES (1995), silagens de partículas longas, quando oferecidas a ovinos, resultam em menores consumos, enquanto que silagens de partículas curtas reduzem o tempo de alimentação e o tempo de ruminação e/ou determinam comportamento de pseudorruminação, visto que partículas pequenas podem não ser regurgitadas ao longo do processo digestivo, não interferindo, no entanto, sobre o tempo de retenção no trato digestivo. Conforme SHAIN et al. (1999), considera-se que os bovinos preferem silagens com partículas de maior tamanho por determinar maior volume de matéria seca ingerida por bocado. VAN SOEST (1994) infere, ainda, que o tempo despendido à atividade de ruminação é proporcional ao teor de parede celular da dieta, a qual é dependente da relação volumoso:concentrado.

De maneira geral, segundo ALLEN (1997), a redução do tamanho das partículas da forragem aumenta o consumo de matéria seca, porém reduz a digestibilidade e o tempo de retenção de sólidos, diminuindo a eficiência de colonização e a degradação dos alimentos pelos microorganismos ruminais. No entanto, além do tamanho de partículas da forragem, a variação no conteúdo de fibra em detergente neutro da dieta, por exemplo, determinada pela altura de corte das plantas de milho para silagem, associa-se à digestibilidade e ao controle de pH ruminal. Assim, é de grande interesse prático uma avaliação metódica e científica dos efeitos do processamento de ensilagem sobre o comportamento ingestivo de ruminantes.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito associativo do tamanho de

partícula e da altura de corte das plantas de milho para silagem sobre o comportamento ingestivo de bovinos confinados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas instalações do Núcleo de Produção Animal (Nupran) do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Unicentro, em Guarapuava, PR. O clima da região de Guarapuava, PR, é o Cfb (subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado conforme a classificação de Köppen, em altitude de aproximadamente 1.100 m, precipitação média anual de 1.944 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa do ar de 77,9%.

Produziram-se as silagens a partir do híbrido de milho P-30S40, de caráter silageiro de porte alto, em uma área de dois hectares, subdivida em doze faixas de 1.700 m<sup>2</sup>. A lavoura foi implantada em 22 de outubro de 2004, em sistema de plantio direto. No plantio, utilizou-se espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de cinco sementes por metro linear.

Utilizou-se adubação de base de 350 kg/ha com o fertilizante 08-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), conforme Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (RECOMENDAÇÕES DA COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 1995). Após 35 dias do plantio, realizou-se adubação em cobertura com 120 kg/ha de N, na forma de ureia. No manejo da cultura até trinta dias após a emergência das plantas, foram aplicados herbicida (Produto comercial Atrasina: 4 l/ha) + óleo mineral (Produto comercial Assist: 1 l/ha) e defensivo para controle da lagarta do cartucho (produto comercial Karate: 150 ml/ha).

A colheita das plantas de milho, no estágio de grão pastoso, ocorreu com o auxílio de ensiladeira marca JF-Z10. Colheram-se, de forma alternada, seis faixas de cultivo de milho com regulagem em tamanho de partícula entre 0,2 a 0,6 cm (pequena), porém o tamanho real observado médio das partículas pequenas foi 0,74 cm e seis

faixas com regulagem em tamanho de partícula entre 1 e 2 cm (grande). O tamanho real observado médio das partículas grandes foi 1,12 cm, variando, a cada três faixas, a altura de corte em baixa (15,2 cm) ou alta (38,6 cm).

O material colhido de cada faixa de cultivo foi transportado, depositado em um local previamente nivelado e bem drenado, compactado com auxílio de um trator, em silos do tipo “semitrincheira” com as dimensões de 1,6 m de largura, 10 m de comprimento e 0,8 m de altura, sendo completamente vedados e protegidos com lona de polietileno de três camadas (200 µ). Desse modo, em função dos tratamentos avaliados, confeccionaram-se doze silos com capacidade aproximada de 8.000 kg cada.

Para as variáveis relativas ao comportamento ingestivo, durante o período de utilização das silagens de milho, foram avaliados os efeitos de dois tamanhos de picagem (partícula pequena ou partícula grande) e duas alturas de corte das plantas para ensilagem (corte baixo ou corte alto), num esquema fatorial 2 x 2: TPB – silagem de partícula pequena com altura de corte baixo; TGB – silagem de partícula grande com altura de corte baixo; TPA – silagem de partícula pequena com altura de corte alto; e TGA – silagem de partícula grande com altura de corte alto.

O experimento teve a duração de 77 dias, sendo quatorze dias para a adaptação dos animais às dietas e instalações experimentais e, sequencialmente, três períodos de 21 dias de avaliação. Os animais foram confinados na fase de terminação, recebendo alimentação *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 6:00 e às 17:30 horas. Constituiu-se a dieta pelas silagens dos quatro tratamentos (62,7%) e concentrado (37,3%). A mistura concentrada, na forma peletizada, foi elaborada em fábrica de rações comerciais. Na preparação do concentrado empregaram-se farelo de soja, casca de soja, radícula de cevada, grão de milho moído, calcário calcítico, fosfato bicálcico e sal comum. O concentrado comercial, com base na matéria seca, constou de teores médios de 16,29% de proteína bruta, 93,02% de matéria orgânica, 13,05% de fibra em detergente neutro e 2,908 Mcal/kg de MS de energia digestível. As dietas foram isoproteicas, na matéria seca oferecida, com teores médios de

11,5% de proteína bruta, 2,3% de extrato etéreo, 0,55% de Ca e 0,35% de P e 0,19% de Na, ajustadas conforme as recomendações do NRC (1996), visto que os teores de proteína bruta das silagens obtidas permaneceram constantes.

Controlou-se o consumo voluntário da dieta diariamente através da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior, considerando uma sobra de 5% da matéria seca oferecida em relação à consumida, ao passo que a quantidade de concentrado oferecida aos animais foi ajustada em função do nível de consumo do volumoso e peso dos animais, visando manter constante a relação volumoso:concentrado de 62,7%:37,3%.

Constituíram-se as instalações de doze baias semicobertas (50% de área de sombra) para o confinamento dos animais, com área de 15 m<sup>2</sup> cada (2,5 x 6,0 m) para cada três animais, com comedouro de concreto, medindo 2,30 m de comprimento, 0,60 m de largura e 0,35 m de altura, além de um bebedouro metálico, regulado por boia automática. Utilizaram-se 36 novilhos inteiros, da raça Charolês, provenientes do mesmo rebanho, com idade média de doze meses e peso vivo médio inicial de 355 kg, vermifugados e selecionados por peso e condição corporal para cada baia.

As observações do comportamento ingestivo dos animais de cada baia foram realizadas em período contínuo de 72 horas, em intervalos de 21 dias, com início às 12 horas no primeiro dia e término às 12 horas no quarto dia de avaliação. Procedeu-se às observações por doze observadores, durante 72 horas com revezamento a cada seis horas, registrando-se as leituras a intervalos regulares de três minutos. Os doze observadores foram treinados, visando à padronização das observações do comportamento animal, representado pelas atividades de consumo, ruminação em pé ou deitado, ócio em pé ou deitado e ingestão de água, para redução de variação entre registros, sendo essas atividades expressas em horas por dia. Efetuaram-se as análises comportamentais sempre após adaptação prévia à iluminação artificial noturna de sete noites.

A estimativa do tamanho das partículas e da capacidade dos animais em selecionar a dieta nos diferentes tratamentos, levando em conta o

peso e a contagem das partículas, foi embasada na metodologia da separação de partículas por peneiras utilizando o equipamento *Penn State Particle Size Separator*, definindo a proporção de material retido com diâmetro superior a 1,905 cm, intermediário a 1,905 e 0,787 cm e inferior a 0,787 cm. Fez-se a estimativa do tamanho das partículas das silagens oferecidas e das sobras de alimentos consecutivamente nos três dias de observação dos animais em cada período de avaliação (primeiro período = 24/8 a 14/9, segundo período = 15/9 a 5/10 e terceiro período = 6/10 a 26/10) para avaliação da seleção dos componentes da dieta. A estimativa do tamanho das partículas foi expressa em porcentagem de partículas retidas nas diferentes peneiras, com base no peso da matéria verde ou na contagem do número de partículas, a partir de amostras homogêneas de silagem de 300 g.

Desenvolveu-se o experimento segundo delineamento de blocos inteiramente casualizados com três repetições utilizando-se parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo dois tamanhos de partículas (pequena e grande), duas alturas de colheita (baixa e alta) e três períodos de avaliação durante a desensilagem: primeiro (entre 24 de agosto e 14 de setembro), segundo (entre 15 de setembro e 5 de outubro) e terceiro (6 de outubro e 26 de outubro), de forma que o efeito do tamanho de partículas foi alocado nas parcelas principais referente à altura de colheita (baixa e alta), estando as baias organizadas em blocos e os períodos de avaliação (três tempos) nas subparcelas, sendo estas designadas sistematicamente dentro das parcelas principais. Submeteram-se os dados coletados para cada variável à análise de variância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), e analisaram-se as diferenças entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A análise de cada variável seguiu o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + TP_i + AC_j + (TP*AC)_{ij} + R_l(TP*AC)_{ij} + P_k + (TP*P)_{ik} + (AC*P)_{ik} + (TP*AC*D*)_{ijk} + E_{ijkl}$ ; em que:  $Y_{ijkl}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média geral de todas as observações;  $TP_i$  = efeito do tamanho da partícula da silagem de ordem "i", sendo 1 = pequena e 2 = grande;  $AC_j$  = efeito da altura de colheita de ordem

“j”, sendo 1 = baixa e 2 = alta;  $(TP*AC)_{ij}$  = Efeito da interação entre a i-ésima tamanho de partícula com a j-ésima altura de colheita;  $R_i(TP*AC)_{ij}$  = efeito aleatório baseado na repetição dentro da combinação  $(TP*AC)_{ij}$  (Erro a);  $P_k$  = efeito do período de avaliação de ordem “k”, sendo 1 = primeiro período, 2 = segundo período e 3 = terceiro período;  $(TP*P)_{ik}$  = efeito da interação entre a i-ésima tamanho de partícula com o k-ésima período de avaliação;  $(AC*P)_{jk}$  = efeito da interação entre a j-ésima altura de colheita com o k-ésima período de avaliação;  $(TP*AC*P)_{ijk}$  = efeito da interação entre i-ésima tamanho de partícula, com a j-ésima altura de colheita e com o k-ésima período de de avaliação; e  $E_{ijk}$  = Efeito aleatório residual (Erro b).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre altura de colheita e tamanho de partículas para as atividades de ruminação e ócio (Tabela 1), enquanto que nas atividades de ingestão de água e consumo alimentar não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ). A atividade de ruminação foi superior para os animais que receberam silagem com tamanho de partícula grande em comparação à pequena quando a altura de corte foi de 38,6 cm (corte alto). Entretanto, o tamanho de partícula não influenciou o tempo de ruminação quando se utilizou o corte baixo (15,2 cm). A silagem de partícula grande, em função do maior percentual de tamanho de partículas retidas na peneira de 1,905 cm (Tabela 3), pode ter implicado maior efetividade da fibra em detergente neutro, despendendo maior tempo à atividade de ruminação (Tabela 1) e menor tempo de passagem. Por outro lado, a maior distribuição de partículas abaixo de 0,787 cm na silagem de partículas pequenas pode ter promovido alterações na eficiência de mastigação e, consequentemente, na produção de saliva e estabilidade do pH ruminal, fatores estes de comprometimento à degradação bacteriana (PEREIRA et al., 2003). Tais fatores, sob efeitos associativos à constante relação volumoso:concentrado de 62,7%:37,3% das dietas experimentais, podem justificar a si-

milaridade de resposta animal observada entre os tratamentos testados (NEUMANN et al., 2007). Segundo esses autores, os valores médios de ingestão de matéria seca (IMS) por animal (kg/dia) e por 100 kg de peso vivo (% PV), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) dos novilhos alimentados com silagens de milho, em função da altura de colheita e tamanho de partículas, não foram afetados considerando-se os efeitos individuais ou combinados ( $P > 0,05$ ) de altura de colheita e tamanho de partícula, alcançando valores médios de 8,58 kg/dia, de 2,14% PV, de 1,508 kg/dia e de 5,78 kg de MS/kg de ganho de peso, respectivamente.

O comportamento animal, expresso nas atividades de ingestão de água e consumo alimentar, não sofreu interferência referente ao processo de preparo das silagens, seja em altura de colheita ou tamanho de partícula.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre período e tamanho de partícula para atividade de ruminação (Tabela 2). Já para atividade de ócio verificou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre período e tamanho de partícula e entre período e altura de colheita. Não houve diferença entre períodos para as atividades de ingestão de água ou consumo alimentar. Animais cuja dieta tiveram como volumoso silagens com tamanho de partículas grandes apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) tempo de ruminação no primeiro (9,43 horas/dia), segundo (9,32 horas/dia) e terceiro (9,00 horas/dia) períodos de confinamento em relação às silagens com tamanho de partícula pequena (primeiro = 8,47 horas/dia, segundo = 8,21 horas/dia e terceiro período = 8,37 horas/dia).

O maior ( $P < 0,05$ ) tempo em ócio dos animais foi observado no segundo período (11,57 horas/dia) na dieta com silagem de partículas pequenas diferindo estatisticamente ( $P < 0,05$ ) do primeiro (11,19 horas/dia) e terceiro (11,28 horas/dia) períodos de confinamento. Já o tempo em ócio dos animais que tiveram silagens de partículas grandes inclusas em suas dietas manifestou menor ociosidade no primeiro (10,17 horas/dia) e segundo (10,38 horas/dia) período de avaliação.

**TABELA 1.** Comportamento animal, expresso em horas diárias de ruminação, ócio, consumo alimentar e ingestão de água, dos novilhos confinados alimentados com silagens de milho, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita

Silagem	Altura de colheita		Média
	Corte baixo	Corte alto	
	Ruminação, horas/dia		
Partícula pequena	8,73 b	7,98 c	8,35
Partícula grande	9,04 ab	9,47 a	9,25
Média	8,88	8,72	
	Ócio, horas/dia		
Partícula pequena	10,95 b	11,75 a	11,35
Partícula grande	10,80 b	10,37 b	10,58
Média	10,87	11,06	
	Consumo alimentar, horas/dia		
Partícula pequena	4,19	4,13	4,16 A
Partícula grande	4,03	4,01	4,02 A
Média	4,11 A	4,07 A	
	Ingestão de água, horas/dia		
Partícula pequena	0,14	0,15	0,14 A
Partícula grande	0,14	0,15	0,14 A
Média	0,14 A	0,15 A	

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, conforme comportamento animal, divergem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Médias, na linha ou na coluna, seguidas por letras maiúsculas diferentes, para cada variável, divergem ( $P < 0,05$ ) pelo Teste "F".

KONONOFF et al. (2003) observaram que a redução do tamanho de partícula da silagem de milho determinou aumentos lineares no consumo de matéria seca de vacas em lactação sem causar redução do pH ruminal e da digestibilidade da matéria seca, indicando que o tamanho da partícula do volumoso também afeta essas variáveis. Os mesmos autores também relataram que o aumento do tamanho da partícula ( $> 1,9$  cm) da silagem de milho, apesar de reduzir o consumo de matéria seca, não reduziu a produção de leite, por possibilitar maior capacidade de seleção da dieta pelo animal e determinar maior tempo à atividade de consumo de alimentos e de ruminação, sem, no entanto, afetar a efetividade física da fibra em detergente neutro.

Quanto ao comportamento de ociosidade (Tabela 2), silagens colhidas à altura de 38,6 cm no primeiro período (10,57 horas/dia) e silagens colhidas à altura de 15,2 cm no primeiro e segundo períodos (10,71 e 10,70 horas/dia, respectivamente) determinaram menor ociosidade comparativamente às demais associações de períodos e alturas de colheita.

Conforme dados da Tabela 3, verifica-se que não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre altura

de colheita e tamanho de partícula na análise das partículas com tamanho superior a 1,905 cm, entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm, tanto para a silagem oferecida como para a sobra de silagem do dia anterior, com base no peso das partículas retidas por peneira, demonstrando que o procedimento de alimentação baseado em 5% de sobras de alimentos, na base seca, entre refeições de um dia para outro e relação volumoso:concentrado 62,7%:37,3%, associado à altura de colheita e tamanho de partícula, não alterou o comportamento de ingestão dos animais sob aspectos de capacidade de seleção das partículas fornecidas no conjunto da dieta.

O processo de altura de colheita das plantas não afetou ( $P > 0,05$ ) a distribuição das partículas nas diferentes peneiras, tanto para a silagem oferecida como para as sobras de silagem do dia anterior. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na distribuição das partículas em porcentagem no material amostrado por peneira em função da regulagem da ensiladeira para tamanho de partícula tanto para a silagem oferecida como para a sobra de silagem do dia anterior.

A silagem, quando colhida com ensiladeira regulada para tamanho de partícula entre 0,2 a

0,6 cm, mostrou diferenças ( $P < 0,05$ ) na distribuição das partículas nas peneiras 1,905 cm (5,27 contra 19,28%), 0,787 a 1,905 cm (42,64 contra 55,78%)

e inferior a 0,787 cm (52,08 contra 24,94%) em relação à silagem colhida com ensiladeira regulada para tamanho de partícula entre 1 a 2 cm.

**TABELA 2.** Comportamento animal, expresso em horas diárias de ruminção, ócio, consumo alimentar e ingestão de água, dos novilhos confinados alimentados com silagens de milho, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita, conforme período de avaliação

Silagem		Períodos		
Tamanho de partícula	Altura de colheita	24/8 a 14/9	15/9 a 5/10	6/10 a 26/10
Ruminação, horas/dia				
Pequena	Baixa	8,53	8,71	8,94
Grande	Baixa	9,13	9,37	8,62
Pequena	Alta	8,41	7,72	7,81
Grande	Alta	9,73	9,27	9,39
Média da partícula pequena		8,47 c	8,21 c	8,37 c
Média da partícula grande		9,43 a	9,32 ab	9,00 b
Ócio, horas/dia				
Pequena	Baixa	10,87	11,09	10,88
Grande	Baixa	10,71	10,31	11,37
Média do corte baixo		10,71 ab	10,70 b	11,12 a
Média do corte alto		10,57 b	11,25 a	11,02 a
Pequena	Alta	11,51	12,05	11,68
Grande	Alta	9,63	10,46	10,37
Média da partícula pequena		11,19 bc	11,57 a	11,28 b
Média da partícula grande		10,17 d	10,38 cd	10,87 bc
Consumo alimentar, horas/dia				
Pequena	Baixa	4,51	4,09	3,96
Grande	Baixa	4,02	4,17	3,90
Pequena	Alta	3,95	4,08	4,36
Grande	Alta	4,48	4,10	3,46
Média geral		4,24 A	4,11 A	3,92 A
Ingestão de água, horas/dia				
Pequena	Baixa	0,09	0,11	0,22
Grande	Baixa	0,14	0,14	0,12
Pequena	Alta	0,13	0,16	0,16
Grande	Alta	0,16	0,17	0,13
Média geral		0,13 A	0,14 A	0,16 A

Médias, seguidas por letras minúsculas diferentes, divergem entre si na comparação de médias entre período e sistema de ensilagem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, divergem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste "Tukey".

Sob análise conjunta dos dados do presente trabalho, comparando-se as especificações técnicas da ensiladeira por meio da combinação de engrenagens para regulagem visando à obtenção de silagens com tamanho médio de picado entre 0,2 e 0,6 cm (partícula pequena) e entre 1 e 2 cm (partícula grande), constatou-se pelo *Penn State Particle Size Separator* (Tabela 3), até então não utilizado para medir eficiência de trabalho e

precisão de colhedoras de forragens comerciais, com base em seu peso *in natura* das silagens, que a porcentagem de partículas retidas nas peneiras com malha superior a 0,787 cm foi de 47,92% nas silagens de partícula pequena e de 72,91% nas silagens de partícula grande. Esse resultado pode justificar a baixa precisão da colhedora utilizada na regulagem proposta para predição do tamanho de partículas, uma vez que apenas 52,08% das

partículas na regulagem para picado pequeno estiveram abaixo do tamanho de 0,787 cm. Tal fato justifica, de maneira geral, a inexpressão do efeito do tamanho de partícula relativo aos dados de comportamento animal.

**TABELA 3.** Distribuição percentual por peneira das partículas (base no peso *in natura*) da silagem oferecida e da sobra de silagem do dia anterior e número total e distribuição percentual por peneira de partículas (base no número das partículas) da silagem oferecida, dos novilhos confinados alimentados com silagens de milho, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita

Silagem	Altura de colheita		Média
	Corte baixo	Corte alto	
Silagem oferecida (peneira > 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	4,99	5,55	5,27 B
Partícula grande	18,77	19,79	19,28 A
Média	11,87	12,67	12,27 a
Silagem sobras (peneira > 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	6,75	5,54	6,20 B
Partícula grande	21,35	15,91	18,63 A
Média	14,05	10,77	12,42 a
Silagem oferecida (peneira 0,787 a 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	41,91	43,37	42,64 B
Partícula grande	55,84	55,72	55,78 A
Média	48,88	49,55	49,21 a
Silagem sobras (peneira 0,787 a 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	35,49	38,95	37,22 B
Partícula grande	51,95	55,31	53,63 A
Média	43,72	47,13	45,43 a
Silagem oferecida (peneira < 0,787 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	53,09	51,08	52,08 A
Partícula grande	25,39	24,48	24,94 B
Média	39,24	37,78	38,51 a
Silagem sobras (peneira < 0,787 cm), % peso <i>in natura</i>			
Partícula pequena	57,76	55,40	56,58 A
Partícula grande	26,70	28,78	27,74 B
Média	42,23	42,09	42,16 a
Número total de partículas em 300 g de silagem oferecida			
Partícula pequena	27.167	32.760	29.963 A
Partícula grande	11.493	15.270	13.382 B
Média	19.330 B	24.015 A	
Silagem oferecida (peneira > 1,905 cm), % do nº das partículas			
Partícula pequena	0,38	0,31	0,34 B
Partícula grande	5,95	6,22	6,09 A
Média	3,16	3,26	
Silagem oferecida (peneira 0,787 a 1,905 cm), % do nº das partículas			
Partícula pequena	20,89	16,46	18,67 B
Partícula grande	30,56	31,01	30,78 A
Média	25,72	23,73	
Silagem oferecida (peneira < 0,787 cm), % do nº das partículas			
Partícula pequena	78,72	83,24	80,98 A
Partícula grande	63,50	62,77	63,13 B
Média	71,11	73,00	

Médias, na linha ou na coluna, seguidas por letras maiúsculas diferentes, para cada variável, divergem ( $P < 0,05$ ) pelo Teste "F".

Médias, na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes, na comparação entre silagem *versus* sobras de alimento, divergem ( $P < 0,05$ ) pelo teste "F".

Na comparação de dieta oferecida *versus* sobra de alimentos do dia anterior, conforme retenção das partículas por peneiras, com base em seus pesos, observaram-se, respectivamente, valores médios de 12,27 e 12,42% das partículas retidas na peneira superior a 1,905 cm, de 49,21 e 45,43% das partículas retidas entre peneira de 1,905 a 0,787 cm, e de 38,51 e 42,16% das partículas retidas na peneira inferior a 0,787 cm.

Já com base na contagem do número das partículas retidas por peneira, observou-se que não houve interação ( $P>0,05$ ) entre altura de colheita e tamanho de partícula na análise das partículas com tamanho superior a 1,905 cm, entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm, para a silagem oferecida (Tabela 3). De maneira geral, o corte alto possibilitou na colheita maior ( $P<0,05$ ) eficiência na segmentação das plantas de milho na colheita (24.015 contra 19.330 partículas por 300 g de MV) em relação ao corte baixo, assim como o corte pequeno em relação ao corte grande (29.963 contra 13.382 partículas por 300 g de MV).

Em valores percentuais, a distribuição com base na contagem de partículas nas diferentes peneiras para silagem oferecida não foi afetada ( $P>0,05$ ) pelo processo de colheita das plantas às alturas de 15,2 e 38,6 cm, enquanto que em função da regulagem da ensiladeira para tamanho de picado houve diferença ( $P<0,05$ ). A silagem, quando colhida com ensiladeira regulada para tamanho de partícula entre 0,2 a 0,6 cm, mostrou diferenças percentuais ( $P<0,05$ ) na distribuição das partículas com base na contagem das partículas retidas nas peneiras 1,905 cm (0,34 contra 6,09%), 0,787 a 1,905 cm (18,67 contra 30,78%) e inferior a 0,787 cm (80,98 contra 63,13%) em relação à silagem colhida com ensiladeira regulada para tamanho de partícula entre 1 a 2 cm.

HEINRICHS & KONONOFF (2002) indicam que, durante o processo de colheita das plantas de milho para silagem, podem ocorrer variações consideráveis no tamanho das partículas, interferindo na qualidade física da dieta totalmente misturada. Tais autores sugerem que a qualidade física da silagem de milho (tamanho

de partícula) seja monitorada pelo equipamento *Penn State Particle Size Separator*, durante a colheita das plantas, visando ajustes na regulagem da ensiladeira para que se obtenha, com base no peso *in natura*, de 3% a 8% das partículas retidas na peneira superior, de 45% a 65% na peneira mediana e de 30% a 40% na peneira inferior. Com isso, haverá melhor condição de compactação da massa ensilada, pela melhor acomodação das partículas no silo e conseqüente melhora do perfil de fermentação na conservação.

Já em manejo alimentar de dieta totalmente misturada para bovinos de aptidão leiteira, HEINRICHS & KONONOFF (2002) sugerem que a distribuição das partículas seja de 2% a 8% das partículas retidas na peneira superior, de 30% a 50% na peneira mediana e de 45% a 65% na peneira inferior, sendo dependente da relação volumoso:concentrado e da meta da produção animal, para que se otimize o funcionamento ruminal e previnam problemas nutricionais de paraqueratoze ruminal, laminite e acidose ruminal em função de deficiências do teor de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre altura de colheita, tamanho de partícula e período na análise das partículas com tamanho superior a 1,905 cm, entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm, tanto para a silagem oferecida como para a sobra de silagem do dia anterior (Tabela 4). Houve diferença entre períodos de avaliação na granulometria das partículas com tamanho superior a 1,905 cm, entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm, tanto para silagem oferecida como para as sobras de silagem do dia anterior. As silagens utilizadas no primeiro período apresentaram ( $P<0,05$ ), respectivamente, maior participação de partículas com tamanho superior a 1,905 cm (15,0 contra 10,06%) e inferior a 0,787 cm (39,3 contra 36,8%) em relação ao terceiro período de utilização de silagem no confinamento, o que demonstra também que a colhedora, trabalhando sob mesma regulagem, promove variações significativas no tamanho do picado ao longo do enchimento do silo.

**TABELA 4.** Distribuição percentual por peneira das partículas (base no peso *in natura*) da silagem oferecida e da sobra de silagem do dia anterior e distribuição percentual por peneira (base no número das partículas) da silagem oferecida, dos novilhos confinados, em função do tamanho de partícula e da altura de colheita, conforme período de avaliação

Silagem		Períodos		
Tamanho de partícula	Altura de colheita	24/08 a 14/09	15/09 a 05/10	06/10 a 26/10
Silagem oferecida (peneira > 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	5,9	4,9	4,2
Grande	Baixa	23,4	16,7	16,3
Pequena	Alta	7,2	4,4	5,0
Grande	Alta	23,5	18,9	17,0
Média		15,0 A	11,2 B	10,6 B
Silagem: sobras (peneira > 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	8,6	3,7	8,0
Grande	Baixa	19,7	23,9	20,5
Pequena	Alta	5,2	6,6	5,1
Grande	Alta	16,4	15,6	15,6
Média		12,5 A	12,4 A	12,3 A
Silagem oferecida (peneira 0,787 a 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	40,8	41,0	43,9
Grande	Baixa	52,0	55,8	59,7
Pequena	Alta	38,7	44,7	46,8
Grande	Alta	51,4	56,1	59,7
Média		45,7 C	49,4 B	52,5 A
Silagem: sobras (peneira 0,787 a 1,905 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	29,8	39,3	37,4
Grande	Baixa	51,9	50,3	53,6
Pequena	Alta	31,7	42,3	42,8
Grande	Alta	49,9	58,2	57,8
Média		40,8 B	47,5 A	47,9 A
Silagem oferecida (peneira < 0,787 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	53,3	54,1	51,9
Grande	Baixa	24,6	27,5	24,1
Pequena	Alta	54,1	50,9	48,2
Grande	Alta	25,2	25,0	23,2
Média		39,3 A	39,4 A	36,8 B
Silagem: sobras (peneira < 0,787 cm), % peso <i>in natura</i>				
Pequena	Baixa	61,6	57,0	54,6
Grande	Baixa	28,4	25,8	25,9
Pequena	Alta	63,1	51,1	52,0
Grande	Alta	33,6	26,2	26,5
Média		46,7 A	40,0 B	39,7 B
Silagem oferecida (peneira > 1,905 cm), % do n° das partículas				
Pequena	Baixa	0,19	0,30	0,64
Grande	Baixa	5,99	6,39	5,46
Pequena	Alta	0,20	0,29	0,43
Grande	Alta	6,71	5,36	6,57
Média		3,27 A	3,08 A	3,28 A
Silagem oferecida (peneira 0,787 a 1,905 cm), % do n° das partículas				
Pequena	Baixa	18,37	21,35	22,95
Grande	Baixa	31,95	32,24	29,49
Pequena	Alta	16,00	15,89	17,48
Grande	Alta	32,57	30,54	31,92
Média		24,72 A	25,00 A	25,46 A
Silagem oferecida (peneira < 0,787 cm), % do n° das partículas				
Pequena	Baixa	81,44	78,35	76,38
Grande	Baixa	62,06	61,37	65,08
Pequena	Alta	83,80	83,83	82,09
Grande	Alta	60,71	64,10	61,51
Média		72,00 A	71,91 A	71,26 A

Médias, na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, divergem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste "Tukey".

As variações na granulometria das partículas das silagens, em função do período de utilização, não interagiram ( $P > 0,05$ ) com a granulometria das sobras de silagem no cocho em relação ao dia anterior ao seu fornecimento. As sobras de alimento, independentemente das variações das partículas com tamanho superior a 1,905 cm nos períodos de utilização das silagens, mantiveram participação similar ( $P > 0,05$ ) de partículas com tamanho superior a 1,905 cm (12,4%). Já na granulometria das partículas das sobras de alimento com tamanho entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm, menores (40,8% contra 47,9%) e maiores (46,7% contra 39,7%) valores ( $P < 0,05$ ) foram verificados na comparação do primeiro em relação ao terceiro período de utilização das silagens, fato este justificado pela variação natural das partículas, por peneira, obtidas nas silagens avaliadas.

Com base na contagem do número de partículas, não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre altura de colheita, tamanho de partícula e período na análise de distribuição das partículas com tamanho superior a 1,905 cm, entre 0,787 a 1,905 cm e inferior a 0,787 cm para a silagem oferecida (Tabela 4), assim como não houve diferença entre os períodos.

HEINRICHES & KONONOFF (2002) ponderam que, não somente a qualidade química dos volumosos utilizados na dieta de ruminantes, através da análise bromatológica (teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina), é a responsável pelo desempenho animal final, mas também a qualidade física deles. A distribuição apropriada do tamanho das partículas dos volumosos é importante para formulação das rações, pois estabelecem a distribuição das partículas da dieta completa (volumoso mais concentrado), as quais se relacionam diretamente com o grau de seleção da dieta, o tempo de ruminação, a estabilidade de pH ruminal, a taxa de passagem, o grau de degradação microbiana ruminal e a constância da produção animal, seja carne ou leite.

De maneira geral, o equipamento *Penn State Particle Size Separator* mostrou maior eficiência

de medição da precisão de colhedoras de forragens comerciais, sob aspectos de regulação do tamanho de partículas, com base na contagem de partículas em relação ao peso *in natura* das silagens retidas nas diferentes peneiras. Porém, sob rotina de campo, o produtor rural poderá condicionar o uso do equipamento nas condições naturais de fornecimento dos alimentos, ajustando-o às respostas de desempenho dos animais.

## CONCLUSÕES

A elevação da altura de colheita das plantas de milho e a redução do tamanho das partículas das silagens não modificaram o comportamento ingestivo e a capacidade de seleção da dieta pelos animais. A diminuição do tamanho das partículas para menos de 0,6 cm mostrou-se efetivo na redução no tempo gasto na atividade de ruminação apenas quando a altura de colheita das plantas de milho foi elevado (38,6 cm).

## REFERÊNCIAS

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 80, p.1447, 1997.

FORBES, J.M. The intake of fresh and conserved grass. In: FORBES, J.M. (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford, UK: CAB International, University of Leeds, 1995. p.354-383.

HEINRICHES J.; KONONOFF, P.J. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the new penn state forage particle separator**. Dairy & Animal Science, College of Agricultural Sciences – Cooperative Extension DA 2-42: Pennsylvania State University: 324 Henning Bulding, 2002. 14 p. Disponível em: [www.das.psu.edu/teamdairy](http://www.das.psu.edu/teamdairy)

IGARASI, M.S. **Perdas na ensilagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 2002.

KONONOFF, P.J.; HEINRICHES, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior,

- chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n.10, p.3343-3353, 2003.
- MARQUES, J.A.; ZAWADIZK, F.; NETO, S.F.C. Comportamento ingestivo de tourinhos Nelore e Mestiços com diferentes tipos de volumosos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, 2006. 17 p. CD-ROM.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals**. 7<sup>th</sup>.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 90 p.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; NORNBORG, J.L.; MELLO, R.O.; SOUZA, A.N.M.; PELLEGRINI, L.G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 224-242, 2005.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.1614-1623, 2007 (Suplemento).
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.). **Volumosos para bovinos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.75-177.
- PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; QUEIRÓZ, A.C.; KRAPP, A.; SYPPERRECK, M.A.; BARRRETO, J.C. Efeito de diferentes volumosos conservados na forma de silagem sobre a ingestão de alimentos e produção de leite de vacas em lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n.1, p.103-112, 2003.
- RECOMENDAÇÕES DA COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul: EMBRAPA-CNPT, 1995. 223 p.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide**: statistics, version 6. 4. ed. North Caroline, 1993. v. 2, 943 p.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENTEIN, T.J.; HEROLD, D.W. The effect of forage source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal metabolism. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 77, p. 1082-1092, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

---

Protocolado em: 18 dez. 2007. Aceito em: 14 ago. 2008.