

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

Orientador: Marcos Neves Pereira

**RESPOSTA DE VACAS A VARIAÇÃO NO PROCESSAMENTO DA SILAGEM
DE MILHO**

Nome: GILSON SEBASTIAO DIAS JUNIOR

RESPOSTA DE VACAS LEITEIRAS A VARIAÇÃO NO PROCESSAMENTO DA SILAGEM DE MILHO

Coordenador: Marcos Neves Pereira

Pesquisador(a) Epamig: Dr(a) Renata Apocalypse Nogueira Pereira

Doutorando: Gilson Sebastião Dias Júnior

INTRODUÇÃO

Na ensilagem do milho no Brasil é frequente o uso de colhedoras de uma linha, equipamentos de baixo custo e coerentes à baixa escala de produção das fazendas leiteiras e à topografia muitas vezes acidentada das áreas de cultivo. Neste tipo de colhedora, dano de grãos é normalmente obtido por redução no tamanho de corte.

O grau de dano dos grãos pode determinar o acesso microbiano e enzimático ao amido no rúmen (Hoffman et al., 2012), particularmente importante no Brasil, onde o milho cultivado tem endosperma duro, de baixa digestibilidade (Corrêa et al., 2002). Além de melhorar o desempenho produtivo animal, Bal et al. (2000) observaram um efeito positivo sobre o consumo (25,9 vs. 25,3 Kg de MS/dia) e sobre a produção das vacas (46,0 vs. 44,8 Kg/dia) quando estas foram alimentadas com silagem de milho que apresentavam ou não os grãos danificados. Johnson et al. (1999), confrontando diversos estudos sobre presença de grãos danificados, mostraram que o aumento na produção pode variar de 0,2 a 2 kg de leite/vaca/dia.

Entretanto, a redução do tamanho de corte também reduz o tamanho de partícula da fibra na forragem. Silagens com baixa efetividade física requerem maior inclusão dietética de fibra longa, como fenos e pré-secados, o que normalmente aumenta o custo da dieta. Ausência de tamanho de partícula da silagem também pode deprimir o desempenho animal, especialmente a secreção láctea de gordura, e pode aumentar a incidência de distúrbios digestivos decorrentes de acidose ruminal, como timpanismo, problemas de casco e deslocamentos de abomaso.

Fatores negativos da picagem fina ficam por conta da menor intensidade de salivacão, com dificuldade de tamponamento do rúmen e em casos mais crônicos a incidência de acidose e queda do teor de gordura no leite (Mertens, 1997). Colhedoras de forragem que danificam os grãos, mas sem reduzir demasiadamente o tamanho de partícula da fibra, são desejáveis quando o intuito é formular dietas com alta inclusão de silagem de milho para vacas em lactação.

Avaliação prévia da colhedora Pecus 9004 com sistema Quebra-Grãos demonstrou que esta tecnologia associada ao uso de maior tamanho de corte (8,5 mm) pode resultar em silagem com maior dano de grãos e maior tamanho de partícula que corte de 3 mm sem o sistema Quebra-Grãos.

OBJETIVOS

Avaliar características da silagem de milho e o desempenho, a digestibilidade de nutrientes e a atividade mastigatória de vacas leiteiras alimentadas com dieta formulada com silagem colhida com 3 mm/Sem quebrador de grãos comparativamente a 8,5 mm/Com quebrador de grãos.

MÉTODOS

Dezesseis vacas Holandesas foram utilizadas. As vacas, em estágio de lactação superior a 60 dias pós-parto, foram alocadas a uma dieta de padronização por 21 dias e variáveis mensuradas na última semana foram utilizadas como covariável no modelo de análise estatística. Os animais foram então blocados em grupos de dois animais com base na ordem de parto e produção de leite. Dentro de cada bloco, os animais foram alocados aleatoriamente a um tratamento por um período de comparação de 9 semanas, em delineamento em blocos ao acaso ajustado para covariável e com estrutura de medidas repetidas no tempo. Os tratamentos serão: Partícula Longa vs. Partícula curta.

Os animais foram ordenhados duas vezes por dia e foram confinados em *tie stall* com camas de areia, o que propicia alimentação individualizada. Os alimentos foram fornecidos na forma de Dieta Completa, misturados em vagão estacionário duas vezes por dia e fornecidos em quantidade suficiente para obter no mínimo 10% do oferecido como sobra diária. A temperatura, a umidade e o THI (Índice de Temperatura e Umidade) foram mensurados com *data loggers*, a intervalos de 30 minutos, continuamente durante o período experimental.

VARIÁVEIS MENSURADAS:

1) CONSUMO DE MATÉRIA SECA, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE (PROTEÍNA, GORDURA, LACTOSE, CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS, SÓLIDOS TOTAIS E NITROGÊNIO URÉICO DO LEITE):

As vacas foram ordenhadas duas vezes por dia. Amostras de quatro ordenhas consecutivas foram obtidas formando uma amostra composta por semana do experimento. Essas foram utilizadas para a determinação do teor de proteína, gordura, lactose, ureia e contagem de células somáticas (Clínica do Leite, Piracicaba, SP).

A produção diária de leite e de sólidos durante o experimento foi utilizado para comparar tratamentos. A secreção diária de energia no leite foi calculada pela equação: $[(0,0929 \times \% \text{ gordura}) + (0,0547 \times \% \text{ de proteína}) + (0,0395 \times \% \text{ de lactose})] \times \text{kg de leite}$ (NRC, 2001). A CCS foi transformada em uma escala linear de 0 a 9 (CCS linear), sendo o ponto médio de cada score linear representado pelos seguintes valores de CCS ($\times 1.000$ células ml⁻¹): 12,5 para CCS linear 0; 25 para CCS linear 1; 50 para CCS linear 2; 100 para CCS linear 3; 200 para CCS linear 4; 400 para CCS linear 5; 800 para CCS linear 6; 1.600 para CCS linear 7; 3.200 para CCS linear 8 e 6.400 para CCS linear 9.

Tabela 1 Composição da dieta de vacas suplementadas com silagem de milho com partículas curtas (PC) ou longas (PL).

	PC	PL
Ingredientes	% da MS	
Silagem de milho PC	31,58	
Silagem de milho PL	-	31,67
Silagem de milho Padrão	17,16	17,12
Feno de Tifton	1,95	1,94
Optigen	0,50	0,50
Milho moído fino	11,12	11,09
Milho reidratado	7,10	7,12
Farelo de Soja	18,8	18,75
Polpa cítrica	9,27	9,30
Oxido de Magnésio	0,3	0,3
Bicarbonato de sódio	1,06	1,06
Sal	0,13	0,13
Calcário	0,68	0,68
Mistura mineral e vitamínica ¹	0,38	0,38
Nutrientes	% da MS	
FDN ²	31,93	32,6
PB ³	16,75	16,57
EE ⁴	4,22	3,93
Cinzas	6,12	6,21
CNF ⁵	40,86	40,80
Matéria seca, % do oferecido	48,13	48,36
Partículas³ >19mm, % do oferecido	4,6	6,6
Partículas³ >8, <19mm, % do oferecido	39,2	47,5
Partículas³ <8mm,% do oferecido	56,2	45,9

¹Mistura mineral e vitamínica: 18.5% de Ca, 15.0% de P, 3.0% de Mg, 3.0% de S, 240 mg de Co/kg, 3000 mg de Cu/kg, 8000 mg de Mn/kg, 12000 mg de Zn/kg, 90 mg de Se/kg, 180 mg de I/kg; 1.000.000 IU Vitamina A/kg; 250.000 IU. ²FDN: Fibra Detergente Neutro. ³PB: Proteína Bruta. ⁴EE: Extrato Etereo ⁵CNF= 100- (FDN+PB+EE+Cinzas)

2) DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES NO TRATO DIGESTIVO TOTAL (MS, MO, FDN, MO-NÃO FDN, AMIDO) NA NONA SEMANA:

A digestibilidade aparente no trato digestivo total da matéria seca, da matéria orgânica, da FDN e da matéria orgânica não-FDN foi determinada por mensuração da produção fecal por coleta total de fezes realizada por 8 horas ininterruptas nos dias 61 a 63 do experimento. A coleta de fezes em cada dia foi iniciada com 8 horas de atraso com relação ao dia anterior, visando obter uma amostragem representativa das 24 horas do dia, sem causar distúrbio no consumo de alimentos e na produção de leite dos animais. As fezes de cada

vaca foram congeladas após cada dia de coleta e formaram uma amostra composta ao final do experimento. Os compostos fecais foram desidratados e o teor de FDN e cinzas foram determinados como previamente descrito. O consumo diário de matéria orgânica digestível foi calculado multiplicando o consumo de matéria orgânica mensurado entre os dias 59 a 63 do experimento pela digestibilidade da matéria orgânica mensurada entre os dias 61 a 63. A eficiência alimentar foi calculada pela relação entre a produção de leite e o consumo de matéria seca (Eficiência 1). A eficiência de utilização energética foi avaliada dividindo a secreção diária de energia no leite pelos consumos diários de matéria seca (Eficiência 2) e de matéria orgânica digestível (Eficiência 3).

3) COMPORTAMENTO INGESTIVO, RUMINAÇÃO, INGESTÃO, TEMPO DA PRIMEIRA REFEIÇÃO, PROPORÇÃO DE INGESTÃO EM PERÍODOS DO DIA, NÚMERO DE REFEIÇÕES NA NONA SEMANA:

A atividade mastigatória por observação visual da atividade bucal de cada animal foi realizada a cada cinco minutos do dia por 24 horas contínuas. As atividades bucais foram consideradas como ingestão de alimento, de ingestão de água, de ruminação e de ócio. O tempo de mastigação em minutos por dia foi definido como a soma dos tempos de ingestão de alimento e de ruminação. Os tempos de mastigação, ingestão e ruminação por unidade de matéria seca consumida foram calculados utilizando-se o consumo de matéria seca mensurado no dia da determinação da atividade mastigatória.

4) TAMANHO DE PARTÍCULA DAS SILAGENS E SELETIVIDADE ALIMENTAR EM CADA SEMANA:

Foi avaliado no dia 5 de cada semana do experimento o tamanho de partícula da silagem e dieta. Para isso foram coletadas amostras das dietas oferecidas, das silagens de milho com diferentes tamanhos de partícula. Essas amostras foram colocadas num separador de partículas (conjunto de peneiras do tipo Penn State) com objetivo de se caracterizar a dieta.

Análise estatística:

Os dados obtidos ao longo do tempo foram analisados pelo Mixed do SAS com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + CV + B_i + e_{ij}$. Onde: μ = média geral, CV = covariável (medida da mesma variável no final da padronização), B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 15), T_j = efeito de tratamento ($j = 2$ mm/Sem quebrador, 8,5 mm/Com quebrador), TE_k = efeito de tempo ($j = 9$ semanas), e_{ijk} = erro residual

O quadrado médio para o efeito de vaca aninhada em tratamento foi utilizada como medida de erro para testar tratamento. A melhor estrutura de covariância foi definida pelo critério de informação de Akaike. Para variáveis mensuradas apenas durante o período de comparação, o mesmo modelo foi utilizado, mas sem os efeitos de covariável.

RESULTADOS:

Tabela 2: Desempenho de vacas leiteiras suplementadas com silagem de milho com partículas curtas (PC) ou longas (PL).

	PC	PL	EPM ¹	PTP ²
CMS³, kg/d	21,9	22,2	0,35	0,17
CMOD⁴, kg/d	14,7	15,3	0,31	0,14
Leite, kg/d	31,9	32,7	1,63	0,09
LCG4%⁵, kg/d	28,2	29,5	1,15	0,04
LCE⁶, kg/d	29,6	30,5	1,15	0,03
Gordura, %	3,33	3,46	0,127	0,04
Proteína, %	3,11	3,17	0,077	0,23
Lactose, %	4,64	4,60	0,079	0,32
Sólidos, %	12,07	12,04	0,203	0,56
Gordura, kg/d	1,013	1,108	0,0436	0,02
Proteína, kg/d	0,980	1,012	0,0378	0,11
Lactose, kg/d	1,466	1,480	0,0774	0,56
Sólidos, kg/d	3,819	3,874	0,1534	0,34
NUL⁷, mg/dL	16,9	17,2	0,52	0,51
Leite/CMS	1,47	1,49	0,089	0,50
LCE/CMS	1,37	1,41	0,066	0,21
Energia Leite/CMOD⁸, Mcal/kg	1,95	1,95	0,201	0,24

¹Erro padrão da média. ²Valor para efeito do tamanho de partícula. ³CMS: Consumo de matéria seca. ⁴CMOD: Consumo de matéria orgânica digestível. ⁵LCG4%: Leite corrigido para 4% de gordura. ⁶Leite corrigido para energia. ⁷Nitrogênio ureico no leite. ⁸Secreção de energia no leite (Mcal/d) dividido CMOD.

O consumo de matéria seca (CMS) e o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) foram numericamente superiores no tratamento com tamanho de partículas longo (PL) comparado ao curto (PC). Dados da literatura sugerem comportamento de consumo crescente quando o tamanho de partículas é menor. Entretanto, o aumento numérico observado no tratamento PL não possui suporte estatístico, que qualifica como aleatório os valores numéricos.

Os efeitos benéficos do aumento do tamanho de partículas e a sua relação com a produção de leite têm despertado o interesse de vários pesquisadores. Kononoff et al., 2003; Hendricks et al., 2005 demonstraram relação linear entre o tamanho de partículas e a produção de leite. A porcentagem de gordura decresceu de 3,07 para 2,90% quando o tamanho de partículas foi reduzido.

O aumento da produção de leite foi de 0,8 kg superiores no tratamento PL comparados ao PC. Outro aspecto relevante é o aumento da produção de leite corrigido para 4% de gordura e leite corrigido para energia do tratamento longo comparado com o curto. ($p= 0,04$ e $p= 0,03$). Esses dados sugerem que as dietas com partículas longas possibilitaram uma maior estabilidade do ambiente ruminal, possibilitando maior produção de acetato com relação a proporção de outros ácidos graxos voláteis e, conseqüentemente, maior quantidade de gordura no leite.

A produção de gordura no leite tanto em porcentagem ($p= 0,04$) como em produção Kg/dia foi afetada positivamente com o aumento do tamanho de partículas, sendo que a produção de gordura foi elevada em aproximadamente 21% no tratamento tamanho de Partícula longa (PL). Houve um aumento diário em Kg/dia na produção de proteína no leite, mas não foram verificados efeitos significativos, sendo considerados apenas os valores numericamente diferentes.

Tabela 3: Atividade mastigatória de vacas leiteiras suplementadas com silagem de milho com partículas curtas (PC) ou longas (PL).

	COG	LOG	EPM ¹	P TP ²
Ruminação, MB/bolo³	65	69	3,6	0,12
Tempo de primeira refeição, min	48,4	44,64	2,25	0,09
Ingestão, min/d	312	341,9	9,04	0,08
Ruminação, min/d	410	459	17,9	0,07
Mastigação, min/d	743	802,4	20,2	<0,01
Ingestão, min/CMS⁴	14,63	15,65	0,599	0,12
Ruminação, min/CMS⁴	19,57	21,2	0,835	0,10
Mastigação, min/CMS⁴	34,02	36,47	1,03	0,03

¹Erro padrão da média. ²Valor da probabilidade para efeito de tamanho de partículas.

³MB: Movimentos mastigatórios por bolo alimentar ruminado. ⁴CMS: Consumo de Matéria Seca.

O excesso de picagem da silagem de milho provoca distúrbios digestivos, pela redução do tempo de mastigação e ruminação, o que provoca menor salivação e queda na liberação de bicarbonato de sódio no rúmem, via saliva, resultando em queda no pH ruminal (acidose). Quanto maior o nível de produção de leite das vacas, mais crítico será o problema do excesso de picagem. A necessidade de fibras na dieta pode ser proporcional ao teor de carboidratos fermentáveis presente, vem como, o teor de fibra fisicamente efetivo disponível.

O efeito de pH ruminal pode refletir o status fermentativo ocorrente no rumen, assim como, a atividade ruminatória pode expressar o perfil comportamental ocorrente no rumen. Animais que receberam dietas com partículas de silagem de milho maiores gastaram mais tempo com atividade mastigatória. O tratamento PL promoveu aumento do número de movimentos mastigatórios por bolo comparado ao curta ($p=0,06$). Adicionalmente, houve um aumento do tempo de primeira refeição de 11% ($p=0,09$), aumento do tempo de Ingestão 13% ($p=0,08$) e tempo de ruminação em minutos de 17% ($p=0,07$) com o aumento de partícula, considerando o tratamento com partículas da silagem longa (tabela 3).

Vários trabalhos na literatura foram realizados com o intuito de avaliar o efeito do tamanho de partículas sobre a ingestão e ruminação. Entretanto, a avaliação do consumo associado a esses fatores é de grande importância e exerce maior precisão do comportamento ingestivo dos animais. Dietas que com maior tamanho de partículas sem a ocorrência de seleção de partículas ou queda no consumo, propiciam um melhor perfil fermentativo ruminal.

Dados desse experimento sugerem que o tratamento com tamanho de partículas de 8,5 mm com quebrador de grãos (PL) foi efetivo nesse sentido. Houve aumento significativo do tempo de mastigação ($p<0,01$) no tratamento PL comparado ao PC. Esse fator é de grande representatividade da fisiologia ruminal, uma vez que é definido como o somatório do tempo de ingestão e ruminação.

Houve tendência no aumento do tempo de ingestão/CMS ($p=0,12$) e no tempo de ruminação/CMS ($p=0,10$) no tratamento com tamanho de partícula longa (PL) comparado com o curta (PC). Houve aumento significativo no tempo de mastigação/CMS das vacas pertencentes ao tratamento de tamanho de partícula longo comparado com as vacas do tratamento de partícula longo ($p=0,03$)(tabela 3).

Tabela 4: Grãos de milho ingeridos, grãos visíveis nas fezes, produção fecal, pH das fezes e consistência das fezes de vacas leiteiras suplementadas com silagem de milho com partículas curtas (PC), ou longas (PL)

	PC	PL	EPM ¹	P TP ²
Grão intacto, N/d	98,5	97,45	3,04	0,72
Grão danificado, N/d	327	324	8,8	0,77
Grão intacto, % do ingerido	0,45	0,45	0,018	0,49
Grão danificado, % do ingerido	1,50	1,49	0,057	0,56
Grão intacto nas fezes, N/d	59	62	13,4	0,65
Grão danificado nas fezes, N/d	161	273	36,3	0,42
Fezes MN, kg/d	57,4	54,7	1,67	0,06
Fezes MS, kg/d	6,49	6,35	0,257	0,16
pH fezes	6,31	6,44	0,14	0,24
Consistência das fezes, cP³	57,4	79,3	3,685	<0,01
Matéria seca das fezes, % MN⁴	11,2	11,5	0,22	0,56

¹Erro padrão da média. ²Valor de probabilidade para efeito do tamanho de partícula.

³cP:centipoise: unidade de viscosidade, onde uma unidade é equivalente a um milipascal por segundo (mPa·s) em unidades SI. ⁴MN: Matéria Natural

Um aspecto importante a ser considerado é que a houve uma alteração considerável no padrão das fezes dos animais ao longo dos tratamentos. A diminuição da consistência das fezes pode ser relacionada ao poder higroscópico que agentes fermentantes podem exercer sobre o gradiente osmótico do intestino. Embora o teor de matéria seca das fezes seja relativamente baixo, pode refletir a atividade fisiológica de passagem e absorção ocorrente no sistema digestório.

O tratamento PL foi eficiente em manter maior a consistência das fezes, assim como menor produção de fezes e maior teor de umidade, aspectos esses que são reflexo da boa fermentação ruminal com mínimos fragmentos de carboidratos disponíveis para fermentação no intestino grosso. Houve tendência no aumento de fezes em matéria natural em kg/dia das vacas do tratamento partícula de silagem curta PC ($p=0,06$) e aumento significativo da consistência das fezes das vacas do tratamento tamanho de partícula longo PL ($p<0,01$).

CONCLUSÃO:

O aumento no tamanho de partículas da silagem de milho atuou positivamente sobre o desempenho de vacas leiteiras, especialmente sobre a produção de leite corrigido para 4% gordura e produção total de gordura.

A silagem de milho colhida com tamanho médio de partículas de 8,5 mm com quebrador de grãos (PL) contribuiu para melhoria função ruminal.

Referências Bibliográficas

BAL, M.A.; SHAVER, R.D.; JIROVEC, A.G.; SHINNERS, K.J; COORS, J.G. Crop processing and chop length of corn silage: effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 8, 1264-1273, 2000.

CHEN, X. B.; GOMES, J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – An overview of the technical details. International Feed Resources Unit. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK. 1995.

CORREA, C.E.S., SHAVER, R.D., PEREIRA, M.N., LAUER, J.G., KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dairy Sci.*, 85(11): 3008-3012, 2002.

HEINRICHS, J., KONONOFF, P. Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. The Pennsylvania State University, University Park, EUA. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. DAS 02-42. 15p. 2009.

HOFFMAN, P.C., MERTENS, D.R., LARSON, J., COBLENTZ, W.K., SHAVER, R.D. A query for effective mean particle size in dry and high-moisture corns. *J. Dairy Sci.*, 95(6): 3467-3477, 2012.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting fiber requirements of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1463-1482, 1997.

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L.; TROUTT J.R., H. F.; LESCH, T. N. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 65, p. 495-501, Marco 1982.