

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE TOTAL DA SILAGEM DE MILHO PROCESSADA MECANICAMENTE¹

JOÃO PAULO FRANCO DA SILVEIRA², LAURA BRANCO TOSETI², VIVIAN LO TIERZO³, VERÔNICA FREITAS DE PAULA MELO², PEDRO PERSICHETTI JÚNIOR³, THIAGO FRANCO DA SILVEIRA⁴, ANTÔNIO FERNANDO BERGAMASCHINE², CINIRO COSTA³, PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES³

¹Recebido para publicação em 23/10/12. Aceito para publicação em 15/05/13.

²Departamento de Biologia e Zootecnia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Rua Moção, 226 - Zona Norte, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. Email: joaopaulo_franco@ig.com.br

³Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), UNESP, Distrito de Rubião Junior S/N, CEP 18618-970, Botucatu, SP, Brasil.

⁴Curso de Graduação em Gestão do Agronegócio, Faculdade de Tecnologia (FATEC), Av. José Italo Bacchi, s/n, Jardim Aeroporto, CEP 18606-855, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: O aumento no teor de matéria seca devido ao avanço do ponto de colheita e o híbrido utilizado podem afetar a digestibilidade total do amido e o consumo voluntário dos ruminantes. Portanto, o objetivo do presente estudo foi determinar o melhor híbrido e processamento para ensilagem de milho, além avaliar os possíveis efeitos sobre a digestibilidade do amido e o consumo voluntário de ovinos. Foram utilizadas 24 borregas da raça Santa Inês com idade média de três meses e peso médio inicial de 25,0 kg. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (híbridos dentados e duros; processamento esmagado e não esmagado). O processamento do híbrido dentado proporcionou menor consumo de massa seca (0,583 kg/dia) associado a maior digestibilidade total da massa seca e do amido, 68,21 e 95,33% respectivamente. Desta forma, o processamento das plantas de milho destinadas a ensilagem, deve ser realizado em híbridos com textura dentada por proporcionar melhor digestibilidade total da silagem aos ovinos.

Palavras -chaves: cordeiras, esmagamento, ponto de colheita, *Zea mays*.

MECHANICALLY PROCESSED CORN SILAGE DIGESTIBILITY AND INTAKE

ABSTRACT: The dry matter content increase due to the extension of the harvested period beginning and the kind of hybrid used can affect the starch digestibility and voluntary intake of ruminants. Therefore, this study aimed to determine the best corn hybrid and processing type of silage corn, and evaluate the possible effects on starch digestibility and voluntary intake of lambs. It was used 24 Santa Inês lambs with average age of three months and average initial weight of 25.0 kg. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial design (dent and flint hybrids; crushed and not crushed). The processing of the dent hybrid resulted in less dry matter intake (0.583 kg/day) associated to higher total digestibility of dry matter and starch, 68.21 and 95.33% respectively. Thus, the processing of corn plants used for silage should be performed on hybrids with the dent grain texture to provide the best digestibility of silage to lambs.

Key words: lambs, crushing, harvested period, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por carne ovina no Brasil, associado à dificuldade de manutenção do ganho animal durante o período desfavorável à produção de forrageiras tropicais, tem fomentado novas linhas de pesquisa destacando-se os aspectos nutricionais. OLIVEIRA *et al.* (2009) destacaram que a melhoria do sistema alimentar pode reduzir os custos de produção e aumentar assim a rentabilidade do sistema.

Dentre as estratégias de conservação, que objetivam minimizar os efeitos da sazonalidade de produção de forrageiras tropicais, a ensilagem é o método mais utilizado para suplementar a dieta de animais. Deve-se destacar que o milho e o sorgo são as culturas mais utilizadas neste processo.

A silagem de milho pode ser qualificada, nos sistemas de produção, como a fonte de volumoso estratégico no período de entressafra em grande parte do território brasileiro e no mundo, devido ao seu elevado valor nutritivo caracterizado pela alta digestibilidade (REIS e JOBIM, 2000).

No entanto, de acordo com CAETANO (2001), o ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem pode interferir em sua qualidade, por afetar diretamente o tipo de fermentação ocorrida dentro do silo, além de reduzir a produção de forragem por área quando colhida precocemente. Por outro lado, o atraso implica na colheita de grãos maduros fisiologicamente, fato que pode reduzir a digestibilidade do amido devido à barreira física formada pelo pericarpo, que segundo CORRÊA *et al.* (2003), pode ser agravado dependendo da textura do grão, pois híbridos que apresentam textura de grãos do tipo dura tendem a ter menor digestibilidade do amido.

Neste sentido, a utilização de técnicas de processamento da massa ensilada poderia ser efetiva no rompimento do pericarpo e exposição dos grânulos de amido, melhorando assim a digestibilidade do amido, além de causar fissuras na porção vegetativa e facilitar a digestão da fibra pela microbiota ruminal.

Desta forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do processamento da massa ensilada sobre o consumo de matéria seca e digestibilidade do amido, com ovinos, de diferentes texturas de grãos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Campus de Botucatu/SP. Situado a 22° 51' 55" S, 48° 27' 22" O e a 810 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico, Cwa, ou seja, subtropical úmido, região centro sul do Estado de São Paulo.

Foram utilizadas 24 cordeiras, da raça Santa Inês com idade entre três e quatro meses e peso médio inicial de 25,0 kg. Os animais foram pesados, desverminados e alojados, individualmente, em gaiolas metabólicas equipadas com bebedouro, comedouros e saleiro. O período experimental teve duração de 28 dias, sendo 14 dias para adaptação às instalações e dietas experimentais e 14 dias para a determinação do consumo e coleta de amostras.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial 2 x 2 (híbrido de textura dentada e dura versus processamento esmagado e não esmagado). As médias foram testadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A composição bromatológica e as percentagens do tamanho médio de partícula das dietas são apresentadas na (Tabela 1). Os híbridos utilizados para a confecção da silagem de planta inteira foram o AG 4051 de textura dentada (ciclo semi-precoc) e DAS 2B 710 de textura dura (ciclo precoc), cultivados sob sistema convencional, sem irrigação complementar com espaçamento entre linhas de 0,85m e 5,5 sementes por metro linear.

O processamento constituiu-se do esmagamento da massa colhida, utilizando-se máquina para ensilagem de grãos úmidos, (BOELTER, modelo OB 20). O ponto de regulação da máquina foi determinado para que não passasse nenhum grão inteiro pelos rolos. Após a colheita e processamento, o material foi ensilado em tambores de 100 litros os quais permaneceram vedados por 60 dias.

Após a abertura dos silos, foi feita a pré-secagem da silagem, utilizando-se amostra de 300g, seca em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1,0mm de crivo e armazenadas em potes de polietileno,

Tabela 1. Composição químico-bromatológica, das dietas experimentais, com base da massa seca e percentagem de material retido nas peneiras com respectivos crivos para os tratamentos utilizados

Tratamentos		%					% retida nas peneiras com respectivos crivos (mm)		
Híbrido	E	MS	PB	FDN	FDA	A	< 8	8 – 19	> 19
Dentado	C	50,67	8,70	33,57	18,97	34,31	52,08	34,81	13,11
	S	48,13	8,50	34,36	18,58	32,64	39,74	44,61	15,65
Duro	C	51,89	7,83	32,86	17,77	30,75	45,72	41,52	12,77
	S	49,61	7,64	43,24	19,70	28,04	30,66	51,74	17,60

E = esmagamento; C = com esmagamento; S = sem esmagamento; MS = matéria-seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; A = amido;

devidamente identificados, para análises de matéria seca (MS), proteína (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC (1976) e para incubações in vitro, para determinação da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), segundo BERCHIELLI *et al.* (2000).

O amido foi determinado pela metodologia descrita por KNUDSEN (1997); já o tamanho de partícula de cada tratamento foi verificado pelo método Penn State Forage Particle Separator de acordo com KONONOFF *et al.* (2003).

Para as determinações da fibra em detergente neutro (FDN) foi utilizada a metodologia proposta por VAN SOEST *et al.* (1991) com α -amilase termoestável e uréia a 8 molar, a fim de reduzir a contaminação do amido e facilitar a filtragem. E a determinação da concentração de FDA, por intermédio do equipamento ANKOM, foi feita pelo método sequencial conforme descrito por BERCHIELLI *et al.* (2001).

As amostras foram congeladas até o término do período experimental e, em seguida, submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1,0mm de crivo e armazenadas em potes de polietileno, devidamente identificados, para análises dos nutrientes.

Para as análises em microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram diluídas em álcool etílico

100% (1/10) e adicionadas duas gotas nos stubs. Após este procedimento, as amostras foram cobertas com 10nm de ouro (metalizador MED 010 da Balzers) e analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (SEM 515 da Philips), sobtensão de 20 Kv.

A silagem foi fornecida à vontade, diariamente às 8:00, 12:00 e 16:00h, durante o período de adaptação. A quantidade de alimento disponível para cada animal, na fase de determinação do consumo voluntário foi 5% superior ao consumo médio observado na fase de adaptação, possibilitando sobras. O consumo foi determinado por diferença entre o fornecido e as sobras obtidas em intervalos de 24 horas.

Durante o período de coleta das amostras, para determinação da digestibilidade pelo método do indicador interno FDNi, o fornecimento da dieta foi ajustado de forma a não haver sobras. Durante a fase de coleta, foi retirada diariamente uma amostra do alimento do volume total oferecido e de 5% das fezes excretadas no período de 24 horas.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise estatística do programa GLM, do SAS (2002). O modelo inclui os efeitos fixos de híbrido, ponto de colheita, processamento e suas interações.

RESULTADOS

As interações observadas ($P > 0,05$) entre textura dos grãos e processamento da massa ensilada são apresentadas na (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo e digestibilidade da matéria seca e amido em silagens de milho com ou sem processamento de diferentes híbridos de milho

Variáveis	Híbrido Dentado		Híbrido Duro	
	C	S	C	S
Digestibilidade da Massa Seca (%)	68,21 A	61,30 B	58,32 B	58,35 B
Digestibilidade do Amido (%)	95,33 A	92,63 B	92,41 B	91,02 B
Consumo de MS (kg/animal/dia)	0,583 B	0,685 A	0,740 A	0,686 A

CV = 5.52%; C = com esmagamento; S = sem esmagamento; médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si para textura do o híbrido e processamento milho para ($P>0,05$).

DISCUSSÃO

A digestibilidade da parede celular das plantas forrageiras tropicais é o maior limitador ao desempenho de ruminantes. Ao analisar os valores de digestibilidade da matéria seca (DMS) expressa em porcentagem (%) pode-se observar que a silagem processada do híbrido de textura dentada apresentou maior coeficiente de digestibilidade ($P>0,05$). O que pode ser atribuído à efetividade do processamento da massa ensilada, em aumentar a superfície de contato das partículas (Tabela 1), ocasionando maior exposição do conteúdo celular e favorecendo a digestão dos componentes da fração fibra pela microbiota ruminal.

Outro fato relevante é que a fração fibrosa, dos híbridos destinados à produção de silagem, com textura de grão dentada, apresenta melhor qualidade de fibra dos colmos; pois há menor necessidade de lignificação da parede celular, uma vez que a colheita é realizada anterior ao início do processo de senescência do colmo. Fato contrário ocorre com os híbridos destinados à produção de grãos, textura de grão dura, que são selecionados geneticamente para aumentar a resistência do colmo ao acamamento e a agentes patogênicos (NUSSIO, 1992), devido a maior permanência destes híbridos no campo; implicando assim, no maior grau de lignificação da parede celular. BARRIÈRE *et al.* (2000) ressaltaram que boa parte das limitações observadas na digestão da fração fibra pode ser devido ao arranjo da lignina e seus precursores com os demais componentes da parede celular.

Ao avaliar o coeficiente de digestibilidade do ami-

do pode-se observar que a silagem do híbrido com textura de grão dentada quando processado foi superior aos demais tratamentos ($P>0,05$). Evidenciando que a técnica de processamento da massa ensilada proporcionou melhora no aproveitamento dos grânulos de amido devido a maior exposição dos mesmos (Figuras 1 e 2), principalmente por romper o pericarpo.

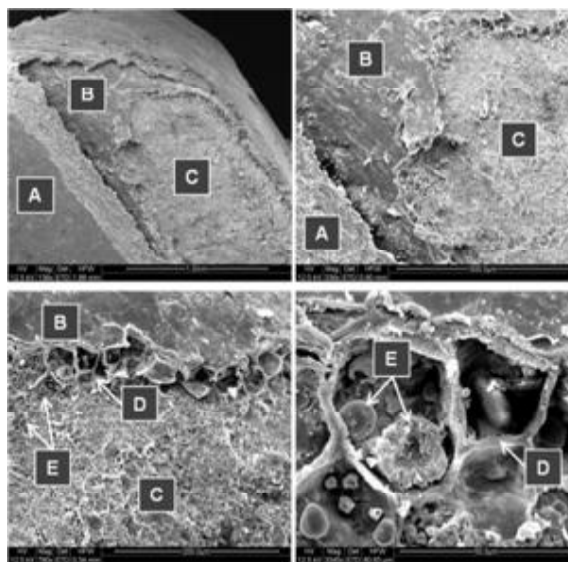


Figura 1. Micrografia do grão da silagem com processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; camada de aleurona B; endosperma C; parede celular do amiloplasto D; e grânulos de amido E.

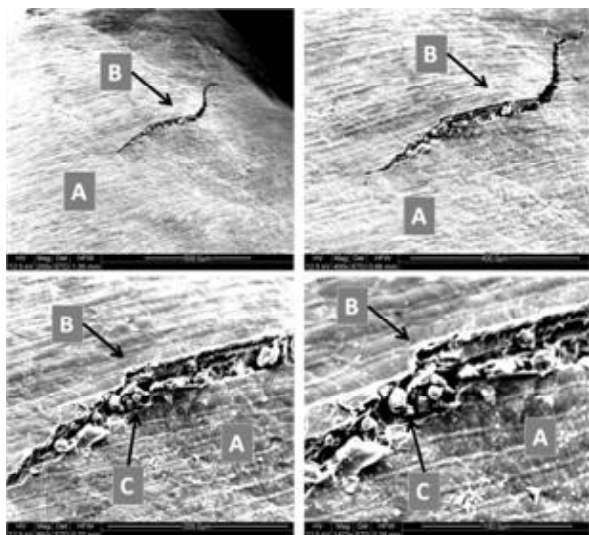


Figura 2. Micrografia do grão da silagem sem processamento, obtida em microscópio eletrônico de varredura, destacando o pericarpo A; fissura no pericarpo B; grânulos de amido C.

No entanto, o rompimento do pericarpo, e consequente exposição dos grânulos de amido à digestão microbiana, não foi eficiente para a silagem do híbrido com textura de grão dura. A diferença observada entre as diferentes texturas de grão pode ser atribuída a diferença entre as bases bioquímicas e estruturais da textura do endosperma dos grãos de milho, farináceo e vítreo.

Neste contexto, o arranjo ultraestrutural da matriz proteica no endosperma é o principal fator limitante a digestão enzimática dos grânulos de amido já que estes se encontram embebidos em matriz proteica. Neste sentido, WOLF *et al.* (1952) e PRATT *et al.* (1995) destacaram que no endosperma farináceo, a matriz proteica é descontínua e possuem poucos corpos proteicos, com grânulos de amido esféricos, largos, pouco agregados e rodeados por espaços de ar, enquanto que a região vítreo é densa e bem desenvolvida. Em complemento, CANTARELLI *et al.* (2007) ressaltaram que os híbridos com textura de grão dentada mais susceptível à degradação das enzimas, em virtude de possuir menor porcentagem de endosperma vítreo, quando comparados aos híbridos com textura de grão dura.

O consumo voluntário de matéria seca pode ser

associado a diversos fatores, sejam esses físicos ou quimiostáticos. Desta forma o menor consumo de massa seca observado para a silagem do híbrido com textura de grão dentada quando processado pode estar associado à maior digestibilidade da massa seca, fato que ocasionaria maior concentração de ácidos graxos voláteis, principalmente acetato, que, de acordo com o NRC (1987), exerce função importante sobre a redução do consumo. Em complemento, HENRIQUE *et al.* (2007), ressaltam ainda que o processamento ocasiona uma inversão do local de digestão dos carboidratos do intestino para o rúmen, potencializando assim a fermentação ruminal.

Fato este não observado para as demais silagens, possivelmente devido a não alteração da digestibilidade do amido, porém deve-se ressaltar que o consumo de FDN observado foi inferior ao descrito por MERTENS (1992); como necessário para que a ingestão de alimentos seja controlada por fatores físicos correlacionados ao enchimento ruminal constante. Além dos valores observados para a FDN da dieta também estar abaixo dos descritos por VAN SOEST (1965) como limitantes à ingestão de matéria seca.

CONCLUSÃO

O processamento das plantas de milho destinadas a ensilagem, deve ser realizado para a textura dentada do grão por proporcionar melhor digestibilidade da silagem aos ovinos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro ao projeto e pela concessão de bolsas de estudo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. Washington DC, 1976. 1094p.

BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C. Le maïs fourrage. III - Evaluation et perspectives de progrès génétique sur les caractères de valeur alimentaire. **Fourrages**, v.163, p. 221-238, 2000.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.830-833, 2000.

- BERCHIELLI, T. T.; SADER, A. P. D. O.; TONANI, F. L.; PAZIANI, S. D. F.; ANDRADE, P. D. Use of the ANKOM system to determine neutral detergent fiber and acid detergent fiber with different filter bags and sample amounts. **Rev. Bras. Zootec. [online]**, v.30, p. 1572-1578. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000600027>, 2001. Acesso em: 20 mar. 2013.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 178f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- CANTARELLI, V. D. S.; FIALHO, E. T.; SOUSA, R. V. D.; FREITAS, R. T. F. D.; LIMA, J. A. D. F. Chemical composition, vitreousness endosperm and digestibility of different hybrids of corn for growing pigs. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p. 860-864, 2007.
- CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. D.; RAMOS, M. H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, p. 621-629, 2003.
- HENRIQUE, W.; BELTRAME FILHO, J. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. L. V.; SAMPAIO, A. A. M. Feeding high moisture corn with different roughages for finishing young bulls: performance and carcass traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 183-190. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000100022>, 2007. Acesso em: 22 Jun. 2012.
- KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Anim. Feed. Sci. Technol.**, v. 67 p. 319-338, 1997.
- KONONOFF, P. J.; HENRICHS, A. J. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.86, p. 2438-2451, 2003.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras, SBZ, 1992. p.188-219.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals**. Washington: National Academy Press, 1987. 85p.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. **Conferências...** Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS/Emater-RS/Embrapa-CNPMS, 1992. p. 155-175.
- OLIVEIRA, P. S.; PEREZ, J. R. O.; EVAGELISTA, A. R. **Boletim técnico**: silagem de milho para ovinos. 83. ed. Lavras: Editora Ufla, 2009. 27 p. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/_adm/upload/boletim/bol_83.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2012.
- PRATT, R. C.; PAULIS, J. W.; MILLER, K.; NELSEN, T.; BIETZ, J. A. Association of zein classes with maize kernel hardness. **Cereal Chemistri**, v.72, p. 162-167, 1995.
- REIS, A. R.; JOBIM, C. C. Perfil da fração de carboidratos da planta e adequação de aditivos no processo de ensilagem. IN: WORKSHOP SOBRE MILHO PARASILAGEM, 2, PIRACICABA. Ed. NUSSIO, L.M.; ZOPOLLATTO, M.; MOURA, J.C. **Anais...** Piracicaba. ESALQ, 2000, p.27.
- SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. The SAS system for windows. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., release 8.00, 2002.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p. 834-843, 1965.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WOLF, M J; BUZAN, C L; MAC MASTERS, MM; RISR, CE. 1952. Structure of the mature corn kernel. I. Grass anatomy and structure relationship. **Cereal Chemistry**, v.29, p.321-333.