

DEGRADABILIDADE RUMINAL DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE COLHEITA E PROCESSAMENTO NA ENSILAGEM¹

MARCO AURÉLIO FACTORI², CINIRO COSTA³, PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES³, KÁTIA DE OLIVEIRA³, LISBETH ALENDEZ ROSALES², GELTA JULIANA DE MORAES², HERALDO CÉSAR GONÇALVES⁴

¹Recebido para publicação em 15/07/08. Aceito para publicação em 15/12/08.

²Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Caixa postal 560, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: mafactori@yahoo.com.br

³Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ, UNESP, Caixa postal 560, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil.

⁴Departamento de Produção Animal, FMVZ, UNESP, Caixa postal 560, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: A ensilagem da planta inteira de milho e a procura por materiais de melhor qualidade vêm favorecendo o surgimento de inúmeros genótipos com características específicas que aliados ao uso do processamento mecânico são importantes linhas de pesquisa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do esmagamento das plantas de milho após a picagem, para ser ensilada em dois estádios de colheita de híbridos de duas texturas sobre a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) e amido por meio da técnica "in situ macro bag". Utilizaram-se três vacas holandesas, com peso vivo médio de 520kg, providas de cânula ruminal permanente. O experimento foi feito no delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo. Foi significativo ($P < 0,05$) o efeito do processamento, estágio de colheita e tempos de incubação para todas as variáveis analisadas. Houve interação de híbrido*tempo para a PB. A interação entre estágio*tempo foi significativa para a MS, FDN e PB, com efeito de híbrido para o amido. Houve interação entre híbrido*processamento*tempo para MS e FDN e entre tempo*estádio*processamento para MS. A degradabilidade efetiva (DE) da MS mostrou-se numericamente superior para o híbrido dentado esmagado no estágio 1, sendo que nos tratamentos com esmagamento, os resultados foram de até 36%. Para PB, o esmagamento foi eficiente em até 10% para a DE da PB e até 70% para o híbrido dentado no estágio 1 e 46% no estágio 2 a 2% h⁻¹, para a FDN. A DE do amido aumentou em até 14 e 12% na taxa de passagem de 2% h⁻¹ para o híbrido duro nos estádios 1 e 2, respectivamente. Para o híbrido dentado, a DE alcançou 13% nas taxas de 5 e 8% h⁻¹ no estágio 1. Pode-se inferir que são menores as degradabilidades encontradas para o híbrido duro principalmente no estágio de maturação fisiológica. Portanto, recomenda-se o esmagamento em razão da DE ter aumentado para os parâmetros avaliados permitindo a colheita dos híbridos de textura dura e dentada no estágio de maturação fisiológica.

Palavras-chave: camada preta, esmagamento, macro bag, textura dura e dentada.

RUMINAL DEGRADABILITY CORN HYBRIDS AT DIFFERENT MATURITY STAGES AND SILAGE MECHANICAL PROCESSING

ABSTRACT: The whole corn plant silage practice and the seek for materials of better quality results in various genotypes with specific characteristics which when it is combined with mechanical processing, becomes an important research topic. The objective of this study was the evaluation of two mechanical processing at two different maturity ages of flint and dent corn hybrids on ruminal degradability of: dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), and starch by the technique of "in situ micro bag". It were used three ruminal cannulated Holstein cows with

520kg of mean live weight. The experiment was carried out in a completely randomized design, using repeated measurements over time. The mechanical processing, maturity stages and incubation time were significant ($P < 0.05$) for all the analyzed variables. There was an interaction among hybrid*time for CP. The interaction maturity stages*time of incubation was significant for DM, NDF, CP with effect of hybrid corn for starch. Also, the interaction among hybrid*mechanical processing*incubation time for DM and NDF and incubation time*maturity stages*mechanical processing for DM were significant. The greatest effective degradability (ED) was for the dent hybrid processed harvest at point 1 and it wasn't significant statistically different from the others processed treatments, but 36% greater than the not processed treatments. Regarding CP and NDF the best results were for the mechanical processed treatments, 10% more efficient for effective CP degradability, with 70% more for the dent hybrid processed in point 1 and 46% in point 2 with a passage rate of $2\% \text{ h}^{-1}$, for NDF. The effective degradability of starch was increased up to 14% in the passage rate of 2% for the flint hybrid in point 1 and 12% for point 2. For the dent hybrid, the best increases were in the rates of 5 and $8\% \text{ h}^{-1}$, reaching 13% in point 1. It is possible to infer that the lower degradability found in this study were for the flint hybrid harvest in the black layer maturity stage. So, the mechanical processing is recommended to enable the increase of the ED evaluated in this study becoming possible use to flint and dent hybrids harvested in the black layer maturity stage.

Key words: black layer, flint and dent texture, macro bag, mechanical processing.

INTRODUÇÃO

A utilização de silagem como volumoso é uma estratégia para contornar a estacionalidade de produção de forragens. A procura por materiais de melhor qualidade vem favorecendo o surgimento de inúmeros genótipos com características específicas. O momento ótimo de colheita, em relação à máxima quantidade de massa seca por unidade de área ocorre quando os grãos atingem seu estágio farináceo-duro com teor de matéria seca (MS) de 33 a 35% (NUSSIO *et al.*, 2001) permitindo boas condições de ensilagem favorecendo a ingestão máxima pelos animais (MUCK e SHINNERS, 2001).

Quanto à participação de grãos na silagem de milho é desejável que os mesmos estejam úmidos e macios no momento do corte. Em algumas cultivares de milho, quando a planta atinge o teor de MS adequado para ensilagem, os grãos encontram-se endurecidos e podem ser perdidos, em parte, nas fezes. CRUZ *et al.* (2001) trabalhando com cultivares de diferentes texturas colhidas com teores de MS de 28 e 34% verificaram excreção fecal de grãos inteiros de 2,5 a 6% do total de massa seca da silagem consumida. Ainda, os mesmos autores ressaltaram que em razão de algumas cultivares de milho apresentarem grãos mais endurecidos no momento da colheita, mesmo com teor de MS recomendado para ensilagem, seria necessário a utilização de recursos mecânicos para controlar o tamanho de partícula.

Em virtude disso, o processamento da massa de forragem na ensilagem visa melhorar a qualidade do material por meio de procedimentos mecânicos durante a colheita aplicados ao grão ou a porção vegetativa. As pesquisas têm mostrado o sucesso destes procedimentos físicos em grãos sobre parâmetros ruminais como constatado por MORON *et al.* (2000), no qual o processamento de grãos de milho promoveu aumentos na degradabilidade e na fração rapidamente degradada do amido no rúmen.

A textura do grão, ou a vitreosidade é outra variável relevante a ser observada na escolha de genótipos utilizados para alimentação de ruminantes, uma vez que características relacionadas ao endosperma do grão do milho afetam a degradabilidade do amido no rúmen (LOPES *et al.*, 2004).

Recentemente, os pesquisadores têm tido a preocupação quanto aos efeitos que procedimentos prévios realizados sobre as amostras dos alimentos inseridos nos sacos de náilon usados na incubação in situ possam ter sobre a resposta de alimentos que receberam alterações físicas (processamento). A pré-secagem, procedimento obrigatório para obtenção de amostras secas moídas, quando se utiliza alimento úmido, aumenta os riscos de perdas de compostos solúveis nestes materiais. Assim, HUNTINGTON e GIVENS (1995) recomendaram não proceder a prévia secagem das amostras de forragens e silagens, sendo inseridas nos sacos de náilon in natura.

Salienta-se ainda, número reduzido de trabalhos na literatura consultada visando o estudo do uso da técnica *in situ* macro bag ou macro sacos na avaliação da silagem de milho bem como aquela submetida ao processamento mecânico (esmagamento). Essa aplicação pode tornar-se importante ferramenta na avaliação precisa das respostas econômicas resultantes de modificações biológicas, por minimizar os fatores limitantes inerentes à técnica *in situ* padrão.

O propósito deste trabalho foi avaliar o efeito do processamento por ocasião da colheita para ensilagem da planta inteira de híbridos de milho de textura dentada e dura colhida em dois estádios, sobre a degradabilidade ruminal da MS, fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) e amido por meio da técnica *in situ* macro bag.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP-Botucatu/SP, em área experimental da Fazenda Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP, Campus de Botucatu, a 800 m de altitude, localizada na região Centro Oeste do Estado. Os híbridos utilizados foram o AG 4051 de textura dentada (ciclo semi-precoce para grão e silagem) e DAS 2B 710 de textura dura (ciclo precoce para grão e silagem) cultivados sob sistema convencional, sem irrigação complementar com espaçamento entre linhas de 0,85m e 5,5 sementes por metro.

Para determinação da produtividade foram feitas quatro amostragens das plantas a 20cm de altura do solo em 1,20m de linha correspondendo a 1 m² (1,20 x 0,85m) para cada estádio de colheita. Para mensuração da porcentagem de grãos na silagem foram efetuadas separações manuais de grãos em quatro amostras de 500 gramas, para cada híbrido e estádio de colheita.

Os híbridos de milho, dentado e duro foram colhidos em dois estádios (1, ¼ leitoso e 2, maturação fisiológica ou camada preta) e submetidos ou não ao esmagamento.

O milho foi cortado manualmente a 20cm de altura do solo estando as parcelas compreendidas em oito linhas da área plantada (aproximadamente 1

ha para cada híbrido), sendo quatro para cada híbrido, descontando-se as bordaduras, e transportados para posterior picagem, com identificação. Para a picagem utilizou-se triturador estacionário e o esmagamento da massa, realizado em apenas metade do montante picado, foi efetuado por meio da máquina para ensilagem de grãos úmidos para silos bags (BOELTER, modelo OB 20) com regulagem até o ponto que não passassem grãos inteiros (sendo estes esmagados e não quebrados). Todo o milho resultante foi ensilado em oito tambores experimentais com capacidade de 100 litros, sendo um para cada tratamento, que permaneceram vedados por 45 dias.

No ensaio de degradabilidade ruminal foram utilizadas três vacas holandesas em lactação com peso vivo médio de 520kg e providas de cânula ruminal permanente, do Departamento de Zootecnia - Setor de Ruminantes e Laboratório de Bromatologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP).

A quantidade de alimento fornecida aos animais foi estabelecida, segundo as recomendações do National Research Council (NRC 2001), para vacas com produção potencial de 30kg de leite por dia. Os animais permaneceram em lotes de produção de leite, consumindo silagem de milho *ad libitum* e suplementados com 40 % de concentrado.

O tamanho de partícula de cada tratamento foi verificado pelo método Penn State Forage Particle Separator de acordo com KONONOFF *et al.* (2003). No momento da abertura dos silos foram feitas amostragens para análise da composição química da silagem, de acordo com a metodologia proposta por SILVA e QUEIROZ (2002).

Avaliou-se a degradabilidade *in situ* macro bag da MS, FDN, PB e amido dos tratamentos por meio de sacos de náilon com poros de 50µm, medindo 20 x 40cm (macro bag ou macro saco). Foram incubados aproximadamente 70g de silagem de milho, resultando em torno de 20g de MS, acondicionados *in natura*, ou seja, sem prévia secagem e moagem (HUNTINGTON e GIVENS, 1995; ANDRAE *et al.*, 2001), retirados do silo no momento da pesagem das amostras nos macro sacos ou mantidos sob refrigeração (já pesados) quando os tempos de incubação se encontravam distantes. Os sacos de incubação foram

amarrados ao meio e fixados aos elos de uma corrente, em duplicata e na ordem cronológica reversa, nos tempos de 0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas, retirados simultaneamente do rúmen. Os sacos referentes ao tempo zero não foram incubados no rúmen sendo, apenas, lavados em água corrente para quantificar a perda por lavagem ou washing loss.

Após a retirada dos sacos do rúmen e devidamente separados por animal foram lavados ao mesmo tempo em máquina de lavar (tanquinho) com água corrente, até que esta se tornou incolor. Neste momento foram lavados também os sacos do tempo zero. Em seguida, os sacos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas para posterior pesagem e determinação da quantidade do material que havia sido degradado, denominando-se degradabilidade. Os sacos de náilon pré-secos em duplicata por tratamento, por tempo de incubação e por animal, foram abertos e os resíduos formaram uma amostra composta. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de crivo 1mm, para a determinação da MS em estufa a 105 °C e procedimento das análises bromatológicas de PB segundo AOAC (1990), FDN de acordo com o método de GOERING e VAN SOEST (1970) e amido, segundo POORE *et al.* (1989).

Os valores da degradabilidade efetiva (DE) nas taxas de passagens de 2, 5 e 8 % h⁻¹ e das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd) da MS, PB, FDN e amido, sendo estes comparados em termos percentuais, foram ajustados pelo programa Fit Curve (International Feed Resources), seguindo equação proposta por MEHREZ e ORSKOV (1977) com recomendações propostas por NOCEK e KOHN (1988), expressa por:

$DP = a + b(1 - e^{-ct})$ (1); $DE = a + [(b \times c) / (c + kp)]$; em que:

DP= degradabilidade potencial estimada (%);

DE = degradabilidade efetiva (%);

a= fração rapidamente solúvel (% do original), também denominado washing loss;

b= fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (% do original);

c = constante da taxa de degradação da fração b (%/hora).

kp = taxa de passagem da digesta no rúmen (%/hora).

e = logaritmo natural, que representa o tempo de colonização dos microrganismos (lag time);

t = tempo de incubação (horas);

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que os tratamentos das parcelas constituem um fatorial 2X2X2 (híbridos, estádios de colheita, processamento) e o tempo como sub-parcela. A matriz de variância e covariância, foi avaliada para homogeneidade (MARRISON, 1976) e uniformidade (Box, 1950), tendo sido considerada homogênea e uniforme (P>0,05), condição necessária para realização de análise estatística univariada para delineamentos inteiramente casualizados. Os dados foram analisados pelos procedimentos de análise de variância, utilizando-se o programa SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000). Foi utilizado o teste de Tukey para as comparações entre médias de tratamentos da parcela e para o fator tempo foi estudada a análise de regressão sendo avaliados os efeitos: linear, quadrático e cúbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da cultura do milho é fator importante quanto à diluição dos custos no processo de ensilagem. Quanto mais produtiva a área plantada, menores são os custos por kg de massa seca produzida. No presente experimento, as produtividades variaram de 18.800 e 19.900kg ha⁻¹ de massa seca para o híbrido de textura dura nos estádios ¼ leitoso e maturação fisiológica, respectivamente e de 20.600 e 19.700 para o híbrido de textura dentada. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por FLARESSO *et al.* (2000) que observaram produções de massa seca entre 18.092 e 23.869 kg ha⁻¹.

Quanto às percentagens de grãos na massa seca, a variação foi de 31 e 34% para o estádio ¼ leitoso e 38 e 36% para o estádio de maturação fisiológica para os híbridos duro e dentado, respectivamente concordando com SARTI *et al.* (2005), que indicaram variações de 35 a 55%.

Quando o objetivo é qualidade da silagem, a quantidade de espigas, conseqüentemente de grãos, presentes no volumoso torna-se importante ferramenta para minimizar o fornecimento de concentrado em dietas, principalmente de vacas leiteiras. A participação da espiga aumenta o valor nutritivo da forragem, principalmente com o avanço da maturidade (HUBER *et al.*, 1965). Assim, a qualidade do grão e fração volumosa da planta associada aos seus percentuais determina o valor nutritivo do material ensilado (JOHNSON *et al.*, 1985).

Para o tamanho de partículas dos tratamentos apresentados na Tabela 1 observou-se que em média 58% do material foram retidos nas granulometrias de 0,13 a 0,78cm, 15 % em 0,78 a 1,9 e 4% para tamanhos de partículas maiores que 1,9 cm. Quanto à análise bromatológica da silagem de milho observou-se aumento nos teores da FDN à medida que evolui o estágio de maturação com concomitante diminuição da PB. Houve aumento percentual expressivo do amido principalmente no híbrido de textura dentada.

Tabela 1. Teores (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), amido (A) e percentagem de material retido nas peneiras com respectivos crivos para os tratamentos utilizados

Tratamento		% retida nas peneiras com respectivos crivos (cm)								
Textura Híbrido	Estádio Colheita	E	%							
			MS	FDN	PB	A	>1,9	0,78-1,9	0,13-0,78	<0,13
Dura	1	Não	40,2	43,5	8,3	13,0	6,4	16,9	58,1	18,6
		Sim	41,1	42,2	8,4	12,0	3,8	11,3	59,8	25,1
	2	Não	47,4	53,0	7,7	25,5	3,0	15,4	58,5	23,1
		Sim	47,2	52,0	7,5	23,0	2,0	14,3	60,3	23,4
Dentada	1	Não	42,5	43,0	7,8	13,0	2,6	12,7	65,1	19,6
		Sim	42,6	43,2	8,1	11,0	7,2	12,3	56,0	24,5
	2	Não	49,8	52,4	7,2	33,0	4,6	15,7	54,9	24,8
		Sim	50,3	53,1	7,4	30,0	2,0	14,3	60,3	23,4

1= estágio ¼ leitoso e 2= maturação fisiológica; E=esmagamento.

HEINRICHS e KONONOFF (1996) sugeriram com base no método Penn State Forage Particle Separator, tamanhos de partículas para dietas de vacas em lactação, valores na faixa de 45 a 65% entre os tamanhos de partícula de 0,78 a 1,9mm e 30 a 40% do material a 0,13 a 0,78mm.

Quando se faz uso da técnica *in situ* macro bag na avaliação da silagem de milho em que as amostas não são submetidas à moagem, a caracterização da granulometria do material se torna fundamental para se obter um parâmetro correto do seu efeito sobre os tratamentos. Inclusive, o tamanho de partícula é fundamental no processo de ensilagem, principalmente quando inferior a 5mm, o qual também pode prejudicar a ruminação dos animais reduzindo o consumo voluntário da silagem. A pre-

sença de partículas maiores dificulta a compactação da massa ensilada, devido à retenção de oxigênio no interior do silo acarretando queda na qualidade da silagem e aumento de perdas no cocho pela rejeição do alimento pelos animais (HEINRICHS e KONONOFF,1996).

Os menores valores de PB com conseqüente aumento numérico da FDN são decorrentes da senescência de folhas e translocação de parte destes nutrientes para os grãos. Houve aumento numérico expressivo do amido principalmente no híbrido de textura dentada o que leva a entender que em estádios mais avançados o híbrido de textura dura tende a assumir valores percentuais menores de amido quando comparados aos de textura dentada. Considerando as percentagens de degradabilidade

e digestibilidade, MICHALET DOREAU e PHILLIPEAU (1998), citados por Johnson (1999), observaram que no mesmo ponto de maturação, as cultivares de grãos dentados apresentaram maiores valores do que as cultivares de grãos duros. O valor nutricional de uma silagem depende, dentre outros, da cultivar utilizada e do estágio de maturação na colheita (VILELA, 1985; citado por MELLO e NÖRNBERG, 2004).

A recomendação do momento ideal para colheita sempre sugeriu estádios fisiológicos mais avançados, pelo acúmulo de biomassa. MCCULLOUGH (1968) observou máximo consumo pelo animal e maior produção de massa seca quando o milho foi colhido no ponto farináceo coincidindo com o estágio mais precoce do presente experimento, sugerindo maior desempenho nestas condições. Porém, em estádios mais avançados, a manutenção dos equipamentos de moagem (afiação das facas) deve ser constante quanto à verificação do grau de picagem da silagem de milho. Embora no presente experimento, o aumento percentual no tamanho das partículas tenha sido reduzido, ressalvas devem ser feitas em relação aos estádios mais avançados, principalmente pela eficiência e dificuldade de trituração das colhedoras brasileiras, quando comparadas às norte-americanas.

DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA

A degradabilidade da MS mostrou-se significativa ($P < 0,05$) para efeito de híbrido, estágio de colheita, esmagamento, tempo de incubação e para as interações Estádio*Tempo, Híbrido*Processamento*Tempo e Híbrido*Processamento*Tempo e Estádio*Processamento*Tempo.

Na Figura 1, encontram-se representados os valores da degradabilidade da MS em função do tem-

po de incubação para a interação Híbrido*Processamento. O híbrido de textura dura sem processamento comportou-se de forma linear, tendo a degradabilidade aumentada em 0,3847% por hora, sendo as demais, quadráticas. Pode-se observar na Tabela 2 que sem processamento, o híbrido dentado apresentou maior degradabilidade da MS nos tempos de 24 e 72 horas ($P < 0,05$). Deve-se salientar que híbridos de textura dentada são indicados para silagem por apresentarem maior degradação. O processamento aumentou a degradabilidade da MS para os dois híbridos em todos os tempos de incubação.

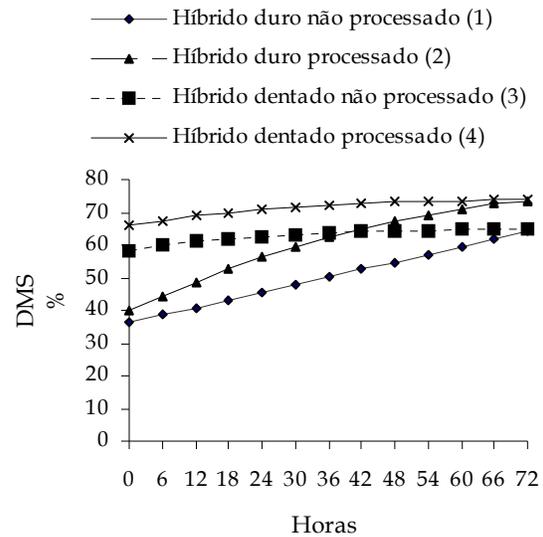


Figura 1. Degradabilidade da matéria seca (DMS) para a interação Híbrido*Processamento em função do tempo de incubação (h), em que: 1= $36,2805 + 0,3847t$, $R^2_A = 60\%$; 2= $40,0491 + 0,7680t - 0,0042t^2$, $R^2_A = 80\%$; 3= $36,9646 + 0,7161t - 0,0041t^2$, $R^2_A = 82\%$; 4= $42,7057 + 0,7613t - 0,0046t^2$, $R^2_A = 76\%$.

Tabela 2. Médias da degradabilidade da matéria seca da interação Híbrido*Processamento em função do tempo de incubação

Tempo (h)	Degradabilidade da matéria seca (%)						
	Processamento	Textura do híbrido		Tempo (h)	Processamento	Textura do híbrido	
		Dura	Dentada			Dura	Dentada
0	Sem	35,6Ab	37,6Ab	24	Sem	42,0Bb	53,3Aa
	Com	41,0Aa	42,0Aa		Com	56,5Aa	56,7Aa
6	Sem	38,8Ab	39,7Ab	48	Sem	58,6Ab	60,Ab
	Com	44,0Aa	46,8Aa		Com	67,6Aa	69,9Aa
12	Sem	42,6Ab	44,9Ab	72	Sem	62,2Bb	67,6Ab
	Com	47,4Aa	52,1Aa		Com	73, Aa	73,6Aa

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem-se entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

Na figura 2, são apresentadas as equações de retas para os valores da degradabilidade da MS em função da interação Estádio*Processamento em função do tempo de incubação. Comportaram-se de forma quadrática o estádio ¼ leitoso não processado e o estádio de camada preta com o uso do processamento. Houve aumento da degradabilidade em 0,3796 e 0,0041% para o estádio ¼ leitoso processado e o estádio de camada preta não processado respectivamente. Na Tabela 3, são observadas diferenças significativas para os estádios ¼ leitoso e camada preta, excetuando-se os tempos 24, 48 e 72h com o uso do processamento. O processamento foi maior para maioria dos tempos de incubação, excetuando-se o tempo 0h no estádio 2 e 48h no estádio 1.

Em relação à degradabilidade efetiva da MS (Tabela 4), os tratamentos submetidos ao esmagamento foram percentualmente maiores aos não esmagados em 32, 38 e 36% para o híbrido de textura dura no estádio de camada preta (2) nas taxas de passagem de 2, 5 e 8% h⁻¹, respectivamente. Para o híbrido de textura dentada, no estádio 2, os valores obtidos alcançaram 20%. Para o estádio de ¼ leitoso (1), na taxa de passagem de 8%, a viabilidade do esma-

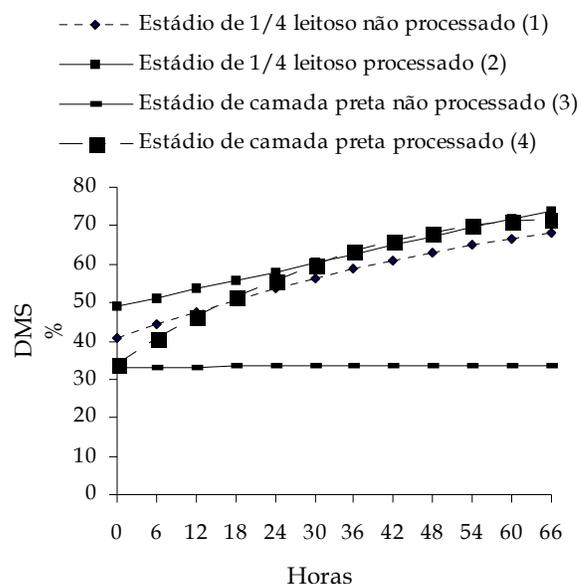


Figura 2. Degradabilidade da matéria seca (DMS) para a interação Estádio*Processamento em função do tempo de incubação (h), em que: 1= $40,7280 + 0,5976t - 0,0028t^2$, $R^2_A = 83\%$; 2= $48,9267 + 0,3796t$, $R^2_A = 78\%$; 3= $33,2281 + 0,0041t$, $R^2_A = 73\%$; 4= $34,2611 + 1,0942t - 0,0080t^2$, $R^2_A = 92\%$.

Tabela 3. Médias da degradabilidade da matéria seca (MS) da interação Estádio*Processamento em função do tempo de incubação

Tempo (h)	Degradabilidade da matéria seca (%)								
	Processamento		Estádio		Tempo (h)	Processamento		Estádio	
			¼ leitoso	Camada preta				¼ leitoso	Camada preta
0	Sem		48,9Aa	32,1Ab	24	Sem		51,9 Ba	43,4 Bb
	Com		41,1Ba	35,1Ab		Com		56,7 Aa	56,5 Aa
6	Sem		44,3 Ba	34,3Bb	48	Sem		64,4 Aa	55,2 Bb
	Com		50,7Aa	40,1 Ab		Com		69,0 Aa	68,5 Aa
12	Sem		47,6 Ba	40,0 Bb	72	Sem		68,7 Ba	61,1 Bb
	Com		54,5 Aa	45,1 Ab		Com		75,4 Aa	71,3 Aa

Letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se entre si pelo teste de Tukey P<0,05.

Letras minúsculas diferentes na linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey P<0,05.

gamento alcançou até 21% para o híbrido dentado e 14% para o de textura dura. Foram observados aumentos percentuais dos valores das frações solúveis principalmente para o estádio 1 esmagado, para o híbrido de textura dentada.

ZOBELL *et al.*, (2004), fazendo uso do processamento em colhedoras automotrizes observaram que houve diminuição no tamanho de partí-

cula e na digestibilidade da MS com 61 e 63% para processada e não processada, respectivamente.

ANDRAE *et al.* (2001) trabalhando com processamento com diminuição do tamanho de partícula e estádios de colheita (30 e 40% de MS) verificaram que com 24 horas de incubação, o processamento aumentou e degradabilidade da MS predominando o segundo estádio com valores mais

Tabela 4. Degradabilidade efetiva da matéria seca para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹ e percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd)

Degradabilidade efetiva da matéria seca (%)									
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada				
	¼ leitoso		Camada preta		¼ leitoso		Camada preta		
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	
2	61,0	56,1	54,5	41,0	64,2	54,2	56,4	49,1	
5	50,6	44,6	42,6	30,7	53,2	45,2	46,8	39,1	
8	47,6	41,5	37,0	27,2	50,0	41,2	42,5	35,3	
Frações e Taxa de Fermentação									
A	40,4	36,1	20,2	19,8	43,6	28,3	31,3	25,9	
B	82,0	23,8	53,9	56,3	95,7	41,4	42,5	48,1	
C	0,007	0,002	0,034	0,012	0,005	0,032	0,029	0,018	
Kd	0,490	3,320	2,190	5,690	3,450	1,200	2,530	3,400	

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

próximos aos encontrados no presente trabalho. O esmagamento aumenta a degradação do material pela maior disponibilidade de nutrientes ao ataque microbiano, principalmente pela ruptura do pericarpo dos grãos que normalmente dificulta esta ação.

Com o objetivo de analisar a degradabilidade da MS dos grãos de milho e sorgo sob diferentes formas de processamento (quebrado, moído extrusado e cozido), MORON *et al.* (2000) concluíram que o processamento aumentou a degradabilidade da MS dos grãos de milho e sorgo.

LOPES *et al.* (2004), mesmo não trabalhando com processamento observaram valores menores para a silagem de milho de textura dura com degradabilidade efetiva da MS de 52, 46 e 41%, respectivamente para as taxas de passagens de 3, 5 e 8% h⁻¹ sendo a cultivar de milho dentada (AG-1051) aquela com maior degradabilidade efetiva na taxa de passagem de 8% e menor valor para o híbrido de textura dura (SHS-4040). CORRÊA (2002) também observou menor degradabilidade da MS no rúmen para híbridos de milho com maior vitreosidade. Estes dados corroboram com o presente experimento.

Avaliando os efeitos da textura e da maturação sobre a degradabilidade ruminal de grãos de milho colhidos nos estádios dentado inicial, metade da li-

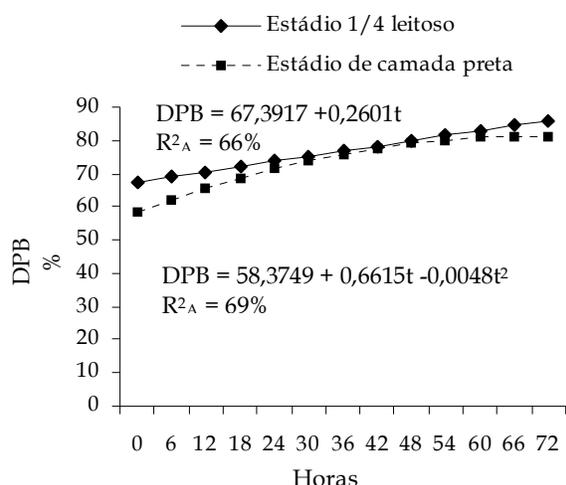
nha do leite e camada preta, PEREIRA *et al.* (2004) verificaram que a degradação ruminal da MS em 24 horas foi de 63% nos grãos dentados e 52% nos duros com 18% de diferença, no estágio de camada preta. Ainda, os mesmos autores verificaram que o resíduo após 72 horas de incubação de híbridos dentados e duros foi de 7,6 e 15,6%, respectivamente, para o mesmo estágio de maturação, comprovando efeito da textura sobre a degradabilidade ruminal de grãos de milho colhidos mais tardiamente, indicando que em estádios mais avançados, a textura dura justifica a menor degradação ruminal.

DEGRADABILIDADE DA PROTEÍNA BRUTA

A degradabilidade da proteína bruta mostrou-se significativa para estágio de colheita, processamento (74 e 70% para processados e não processados, respectivamente), tempos de incubação e para a interação Estádio*Tempo.

Na Figura 3, encontram-se representados os valores da degradabilidade da PB nos estádios ¼ leitoso e camada preta em função dos tempos de incubação. O estágio ¼ leitoso, comportou-se de forma linear (aumento da degradabilidade de 0,2601%/hora) sendo o estágio de camada preta, quadrático. Na tabela 5, pode-se observar que foi maior (P<0,05) a degradabilidade da PB no estágio ¼ leitoso.

A degradabilidade efetiva da PB presente na



Figuras 3. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) da interação Estádio em função do tempo de incubação (h).

Tabela 6 sugeriu valores de 5 a 10 % com o esmagamento perante aos não esmagados com maior ênfase no estádio de maturação fisiológica (2) para ambos os híbridos. No híbrido de textura dura, os dados indicam eficiência do esmagamento em 10% já na taxa de passagem de 2% h⁻¹ no estádio 2 ocorrendo o inverso no estádio ¼ leitoso (1), onde aumentou 9% à taxa de 8% h⁻¹. Para o híbrido dentado, o aumento percentual em virtude do esmagamento se equivaleram em ambos os estádios e taxas de passagens. Houve aumento percentual da fração A para os ambos os híbridos no estádio 2 e para o híbrido de textura dentada no estádio 1.

O arranjo da proteína com o amido pode permitir maior ou menor degradação. Na porção farinácea, os grânulos de amido estão mais acessíveis ao ataque microbiano e enzimático (CORRÊA *et al.*, 2002).

Tabela 5. Médias da degradabilidade da proteína bruta (PB) do Estádio em função do tempo de incubação

Tempo (h)	Degradabilidade da PB (%)				
	Estádio		Tempo (h)	Estádio	
	¼ leitoso	Camada		¼ leitoso	Camada preta
0	67,2 A	57,6 B	24	75,5 A	70,8 B
6	68,5 A	62,7 B	48	80,1 A	79,0 B
12	69,7 A	66,5 B	72	85,5 A	81,1 B

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey P<0,05.

Tabela 6. Degradabilidade efetiva da proteína bruta para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹ e percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd)

TP (%)	Degradabilidade efetiva da proteína bruta (%)							
	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	¼ leitoso		Camada preta		¼ leitoso		Camada preta	
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE
2	79,4	75,0	75,7	68,6	78,6	73,2	71,7	67,5
5	74,1	68,1	67,2	61,9	72,9	68,2	65,3	59,8
8	72,6	66,5	64,2	59,9	70,4	65,6	62,2	56,2
Frações e Taxa de Fermentação								
A	62,3	63,0	62,6	56,2	63,7	48,5	53,8	46,4
B	35,2	540,5	40,9	54,7	25,6	31,6	28,5	34,7
C	0,013	0,000	0,013	0,006	0,028	0,060	0,034	0,031
Kd	2,520	4,300	1,810	2,000	3,990	0,920	1,770	2,980

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

Desta forma, o arranjo da proteína com amido do híbrido de textura dentada, mesmo que percentualmente, favoreceu esta maior degradação ruminal nos tempos 12, 24 e 42 horas, explicando sua curva de degradação bem como seu comportamento perante o híbrido de textura dura.

CANTARELLI *et al.* (2007), embora trabalhando com digestibilidade e vitreosidade de grãos de diferentes texturas para suíno concluíram que as diferentes texturas, dentada e dura dos híbridos estudados para coeficiente de digestibilidade da PB, encontraram valores menores para os híbridos de textura dura em função da maior dificuldade de ação das enzimas digestivas e das maiores vitreosidades dos grãos, o que também pode ser relacionado com microrganismos ruminais em relação à degradabilidade do alimento.

Trabalhando com as frações dos carboidratos e proteínas de silagens de milho de textura dura e semidentada, MELLO e NÖRNBERG (2004) verificaram que não houve diferenças entre híbridos nos valores de proteína bruta.

Com o uso do processamento de plantas de milho na ensilagem para vacas em lactação, DHIMAN *et al.* (2000) observaram diminuição na digestibilidade da PB mesmo não sendo significativa a diminuição do tamanho de partícula em função do processamento, porém utilizando-se os estádios 1/4 e 3/4 da linha do leite do grão, com teores de MS ao redor de 36%.

CARMO *et al.* (2006), trabalhando com cortes sucessivos em 11 idades com o híbrido de milho caracterizado como duro (AG 8060) verificaram que o teor de PB foi elevado antes dos 30% de matéria seca, mas as condições para fermentação na ensilagem são ruins e acima de 35% de matéria seca, o teor de proteína começa a ficar comprometido. A partir dos resultados, os autores indicam que dentro dos mesmos limites exigidos para uma boa fermentação, (30 a 35% de MS) há melhor combinação de parâmetros nutritivos para alimentar os animais.

No presente experimento, o esmagamento favoreceu a degradação da proteína bruta viabilizando o processo indicando que mesmo não concordando com estes autores a silagem pode ser feita em estádios mais avançados.

DEGRADABILIDADE DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO

A degradabilidade da FDN mostrou-se significativa para estádios de colheita, processamento e tempos de incubação e para as interações Estádio*Tempo e Híbrido*Processamento*Tempo.

Na Figura 4, encontram-se representados os valores da degradabilidade da FDN para os estádios 1/4 leitoso e camada preta em função dos tempos de incubação. O estádio 1/4 leitoso comportou-se de forma linear (0,5905%/hora) sendo quadrático para o estádio de camada preta. Pode-se observar (Tabela 7) que somente nos tempos 24 e 42h foi maior a degradabilidade para o estádio 1/4 leitoso e camada preta respectivamente ($P < 0,05$).

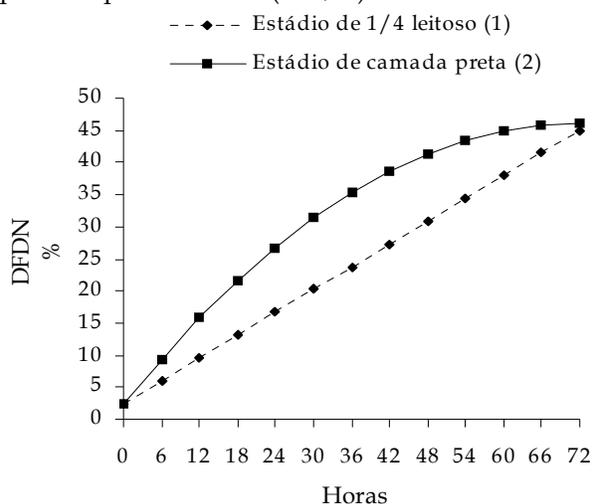


Figura 4. Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) da interação Estádio em função do tempo de incubação (h).

Tabela 7. Médias da degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do Estádio em função do tempo de incubação

Tempo (h)	Degradabilidade da FDN (%)				
	Estádio		Tempo (h)	Estádio	
	1/4 leitoso	Camada preta		1/4 leitoso	Camada preta
0	2,3A	4,1 A	24	28,4 A	15,1B
6	7,3 A	7,6 A	48	32,9B	41,1 A
12	8,7 A	14,2 A	72	44,1 A	46,1 A

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$.

Na Figura 5, encontram-se representados os valores da degradabilidade da FDN em função dos tempos de incubação para a interação Híbrido*Processamento. Comportou-se de forma linear a interação híbrido duro não processado (0,5882%/hora) e o híbrido de textura dentada com o uso do processamento (0,6440%/hora), sendo as demais da forma quadrática. Na Tabela 8, pode-se observar que foi maior a degradabilidade da FDN (P<0,05) para o híbrido de textura dura com o uso do processamento no tempo 24h e para o híbrido de textura dentada no tempo de 48h.

Embora o esmagamento tenha visado principalmente a maceração de grãos e não tenha alterado expressivamente a parte vegetativa, os valores da degradabilidade efetiva para a FDN (Tabela 9) sugerem aumentos expressivos em até 70% para o híbrido dentado esmagado no estágio ¼ leitoso (1) e 46% no estágio de maturação fisiológica (2) a 2% h⁻¹. Para o híbrido de textura dura, o aumento foi de 20% no estágio 2. Na taxa de passagem de 5% os aumentos passaram de 100%. Houve valores nega

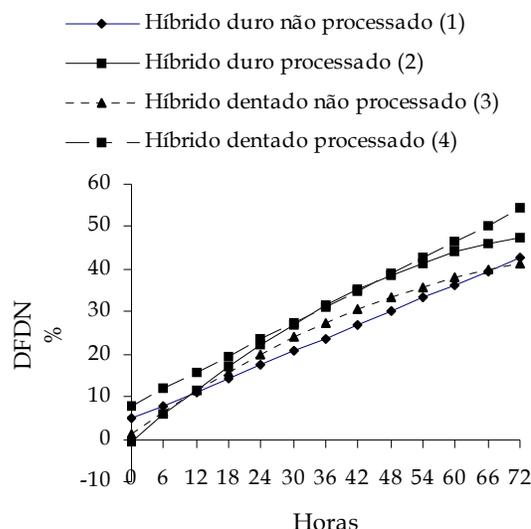


Figura 5. Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) da interação híbrido*processamento em função do tempo de incubação, em que: 1= 4,7240 + 0,5282t, R²_A = 68%; 2= -0,7550 + 1,1104t - 0,0061t², R²_A = 78%; 3= 1,2099 + 0,8963t - 0,0047t², R²_A = 84%; 4= 7,9127 + 0,6440t, R²_A = 75%.

Tabela 8. Médias da degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) da interação Híbrido*Processamentos em função do tempo de incubação

Tempo (h)	Degradabilidade da FDN (%)						
	Processamento	Textura de Híbrido		Tempo (h)	Processamento	Textura de Híbrido	
		Dura	Dentada			Dura	Dentada
0	Sem	2,9Aa	1,2Aa	24	Sem	11,5Aa	24,7Aa
	Com	2,3Aa	6,2Aa		Com	25,6Ab	25,3Aa
6	Sem	10,1Aa	5,9Aa	48	Sem	36,1Aa	30,1Aa
	Com	10,9Aa	3,1Aa		Com	38,1Aa	43,8Ab
12	Sem	13,1Aa	9,4Aa	72	Sem	40,2Aa	42,6Aa
	Com	8,3Aa	15,1Aa		Com	47,2Aa	50,5Aa

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem-se entre si pelo teste de Tukey P<0,05.
Letras minúsculas diferentes na coluna diferem-se entre si pelo teste de Tukey P<0,05.

tivos para a taxa de passagem de 8% (degradação nula) explicada pela ausência de tempo suficiente para a degradação. As percentagens das frações solúveis (A) foram maiores para ambos os híbridos e estádios de colheita com o uso do esmagamento.

A menor digestibilidade da forragem determina sua menor ingestão. CARVALHO *et al.* (2003) ressaltaram que a menor degradação da fibra diminui o consumo voluntário de forragem. RODE *et al.* (1985) verificaram que o aumento do nível de concentra-

do e a redução do nível da FDN aumentaram a digestibilidade aparente da MS e matéria orgânica. Conclui-se que não somente pela diminuição da fibra, mas proporcionalmente pelo aumento de carboidratos oriundos dos grãos somam à degradação da ingesta o que corrobora com o presente trabalho explicando o aumento da degradação dos tratamentos processados em relação à FDN, uma vez que o aporte de energia provida dos grãos aumentou em virtude do esmagamento.

ZOBELL *et al.*, 2004, fazendo uso do processamento

Tabela 9. Degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹ e percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd)

Degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (%)									
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada				
	¼ leitoso		Camada preta		¼ leitoso		Camada preta		
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	
2	23,2	19,9	26,1	21,7	28,9	16,3	30,6	20,9	
5	6,0	0,5	11,5	11,3	9,8	2,6	17,7	6,2	
8	2,1	-4,4	4,0	7,3	5,0	-2,4	11,7	0,9	
Frações e Taxa de Fermentação									
A	66,5	-14,3	57,9	-1,7	-5,9	-14,1	-4,6	-10,2	
B	31,2	49,0	46,0	50,6	36,5	69,0	57,4	78,9	
C	0,013	0,001	0,013	0,017	0,002	0,016	0,032	0,013	
Kd	2,24	5,34	2,04	10,01	5,07	3,55	4,73	7,79	

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

com a diminuição do tamanho de partícula para plantas inteiras de milho com teores de MS ao redor de 30% verificaram que a digestibilidade da FDN foi maior com o uso do processamento (65% em comparação às não processadas, 63%). HARRISON *et al.* (1997) concluiu que o processamento de silagens em estádios de colheita mais avançados teriam maiores efeitos quanto a fração FDN em termos de aproveitamento.

No entanto, DHIMAN *et al.* (2000) fazendo uso do processamento sem alterações consideráveis no tamanho de partícula, observaram que a digestibilidade da FDN diminuiu em três pontos percentuais para a silagem processada, sendo esta com 36% de MS.

DEGRADABILIDADE DO AMIDO

Para o amido, as taxas de degradação mostraram-se significativas para híbrido (86 e 80% para os híbridos dentado e duro, respectivamente), estádios de colheita (80 e 86% respectivamente, para estádio ¼ leitoso e camada preta), processamento (87% em relação ao não esmagado, 79%) e tempos de incubação (Figura 6).

Na Tabela 10, para a degradabilidade efetiva do amido, os valores indicam aumentos de até 14% na taxa de degradação de 2% h⁻¹ para o híbrido duro, no estádio ¼ leitoso (1) e 12% no estádio de maturação fisiológica (2). Para o híbrido dentado, os aumentos nas taxas de 5 e 8% foram de até 13%

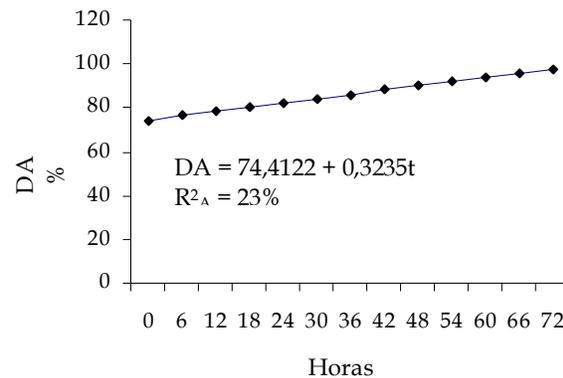


Figura 6. Degradabilidade do amido (DA) em função do tempo de incubação (h).

no estádio 1. A degradabilidade efetiva para o amido sugere aumentos percentuais para o híbrido de textura dura mostrando a eficiência do esmagamento, principalmente no estádio 2 onde a degradabilidade efetiva é percentualmente menor. Houve aumento percentual da fração solúvel para ambos os híbridos no estádio 1.

Segundo CORRÊA *et al.* (2002) trabalhando com híbridos dentados dos EUA e de textura dura do Brasil com o objetivo de verificar a relação entre a degradabilidade ruminal do amido, encontrou menor degradação do amido para o híbrido de textura dura. A utilização de híbridos dentados, comparativamente a híbridos duros, pode resultar em menor queda relativa na digestão ruminal do amido em situações de colheita tardia dos grãos (GIMENES,

Tabela 10. Degradabilidade efetiva do amido para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹ e percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd)

Degradabilidade efetiva do amido (%)								
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	¼ leitoso		Camada preta		¼ leitoso		Camada preta	
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE
2	93,4	81,4	91,4	81,6	93,1	89,5	94,6	91,0
5	88,1	81,0	81,8	79,6	88,5	77,7	89,8	86,6
8	86,8	81,0	79,4	79,1	85,0	75,0	85,8	83,2
Frações e Taxa de Fermentação								
A	84,5	41,3	75,3	78,3	99,0	68,9	-37,9	-13,8
B	52,5	42,0	85,7	58,5	27,5	97,0	45,6	28,2
C	0,000	0,043	0,000	0,000	0,399	0,000	0,574	0,405
Kd	17,85	3,170	17,7	8,62	7,75	15,55	6,25	4,79

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada

2006). Mesmo utilizando-se o híbrido de textura dura, de acordo com o presente trabalho, o esmagamento melhorou percentualmente a degradabilidade efetiva do amido no estágio 2, mostrando-se eficiente quando comparado ao híbrido de textura dentada, no mesmo estágio.

O amido, um carboidrato não-fibroso, de degradação rápida no rúmen, confere valor energético à silagem de milho, reduzindo a necessidade de alimentos concentrados por kg de leite produzido. Segundo CORRÊA *et al.* (2003), o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com milho dentado ensilado em estágio de maturação "linha negra" foi similar ao de vacas alimentadas com milho duro ensilado no estágio "metade da linha do leite", em virtude da deposição e disponibilidade do amido.

DHIMAN *et al.* (2000) utilizando-se do processamento em silagens, observou em estádios de colheita mais avançados (40% de MS), menor excreção de amido nas fezes de vacas holandesas em lactação, principalmente pela maior disponibilidade do amido em virtude do processamento.

ANDRAE *et al.* (2001), trabalhando com maturidade e processamento (moagem fina) verificaram que este processamento mecânico aumentou a degradabilidade do amido, porém com menor digestibilidade da fibra, em virtude do menor tamanho de partícula. PASSINI *et al.* (2004), embora trabalhando com grãos de milho quebrados com duas

granulometrias e floculados, observaram aumento na degradabilidade efetiva da matéria seca e do amido do milho pela floculação, em relação à moagem fina e à quebra.

Segundo JOHNSON e KOONS, (1997), grãos laminados ou moídos finamente são melhor aproveitados por vacas em lactação. SIMAS (1996) destaca que o aumento da produção decorrente do aumento da utilização de amido em fontes de alta degradabilidade ruminal é consequência provável do aumento da energia absorvida (AGV) e do maior aporte de proteína microbiana disponível para absorção.

CONCLUSÕES

Recomenda-se o esmagamento da planta de milho por ocasião da colheita para ensilagem por aumentar a degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e amido, especialmente para o híbrido de textura dura colhido no estágio de maturação fisiológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRAE, J.G. et al. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Dairy Science*, Lancaster, v. 79, p. 2268-2275, 2001.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis*. 13. ed. Washington: AOAC, 1990. 1015 p.

- BOX, G.E.P. Problems in the analysis of growth and wear curver. **Biometrics**, Alexandria, v.6,p. 362-3891, 1950.
- CANTARELLI, V.S. et al. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 860-864, 2007.
- CARMO, S.G. et al. Efeito do avanço fenológico sobre o valor nutricional da forragem de milho. Resumos - XXIX. SEMANA DE BIOLOGIA E XII MOSTRA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2006. **Resumos XXIX...** UFJF Diretório Acadêmico de Ciências Biológicas - Walter Machado Cout, 2006
- .CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; McDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 438 p.
- CORREA, C. E. S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11.p. 3008-3012, 2002.
- CORRÊA, C.E.S. et al. Desempenho de vacas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar ou silagens de milho de diferentes textura de grão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v..60, n.4, 2003.
- CRUZ J.C. et al. **Produção e utilização de silagem de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. (Artigo técnico)
- DHIMAN, T. R. et al. Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.2521-2528, 2000.
- FIT CURVE International Feed Resources Unit Macaulay Institute <http://www.macaulay.ac.uk/IFRU>. Acesso
- FLARESSO J.A.;GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho(*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no alto vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p. 1608- 1615, 2000.
- GIMENES, A.L.G. et al. Degradabilidade in situ de silagens de milho confeccionadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático **Acta Animal Science**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 11-16, 2006.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). **Agricultural Handbook**. Washington: USDA, 1970. 379 p.
- HARRISON, J.H. et al. Pre- and post-processing of corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, (supl.1), p.140 , 1997.
- HEINRICH, J.; KONONOFF, P. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator**. Pennsylvania : Department of Dairy and Animal Science, 1996. 15p.
- HUBER, J.T.; GRAF, G.C.; ENGEL, R.W. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.3, p.1121-1123, 1965.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Serie B, Wallingford, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.
- JOHNSON JR, J.C.; MONSON, W.G.; PETLIGREW, W.T. Variation in nutritive value of corn hybrids for silage. **Nutrition Reproduction International**, v.32, n.4, p.953-958, 1985.
- JOHNSON, L. et al. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical process. A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2813-2825, 1999.
- JOHNSON, T.R.; KOONS, C.W. Utilization of further processed high moisture shelled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, (Suppl. 1), 1997. (Abstract ,62)
- KONONOFF, P. J.; HEINRICH, A. J.; BUCKMASTER, D. R. 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**, v. 86, n.5, p.1858-1863, 2003.
- LOPES, F.C.F. et al. Avaliação da degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca de silagens de milho (*zea mays*, l.) com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 2004., Campo Grande . **Anais..** Campo Grande: 2004.
- McCULLOUGH, M. E. **Silage Research at Georgia Station**. Georgia: University of Georgia, 1968. 46p.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Tokyo, v.88, n.3, p.645-650, 1977.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L. Fracionamento dos

- carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1537-1542, 2004.
- MORON I.R. et al. Cinética da digestão ruminal do amido dos grãos de milho e sorgo submetidos a diferentes formas de processamento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.208-212, 2000.
- MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. New York: MacGraw-Hill, 1976. 415 p.
- MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001., São Pedro. **Anais/CD-ROM...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001..
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev. ed. Washington: 2001. 381 p.
- NOCEK, J.E.; KOHN, R.A. In situ particle size reduction of alfafa and timothy hay as influence by form and particle size. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 71, n. 2, p. 932-945, 1988.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C. ; LIMA, M. M. . Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATO, M.; MOURAC, J.C.(Orgs.). **Anais do 2º Workshop sobre milho para silagem**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 2001, v. 1, p. 11-26.
- PASSINI, R. et al. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.271-276, 2004.
- PEREIRA, M.N. et al. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**. v.61, n.4, p.358-363, 2004.
- POORE, M.H. et al. Total starch and relative starch availability of feed grams. In: BIENAL CONFERENCE ON RUMEN FUNCTION, 1989., Chicago. **Proceedings...** Chicago: 1989.
- RODE, L. M.; WEAKLEY, D. C.; SATTER, L. D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site digestion and microbial protein synthesis. **Canadian Journal of Dairy Science**, Ottawa, v. 65, p. 101-111, 1985.
- SARTI, L.L. et al. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária, 2002. 265p.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 7-32.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA . **Sistema de Análise Estatística e Genéticas SAEG**. Versão 9.0. Viçosa: 2000.
- ZOBELL, D.R.; OLSON, K.C.; WIEDMEIER, R.D. Processed corn silage effects on digestibility and production of growing beef replacement heifers. **Dairy and Veterinary Sciences**, AG/2004/Beef-03, Fev. 2004.