

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

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

MARCO AURÉLIO FACTORI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Julho – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

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

MARCO AURÉLIO FACTORI
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. CINIRO COSTA

**CO-ORIENTADORES: Dra. KÁTIA DE OLIVEIRA
Dr. PAULO ROBERTO DE
LIMA MEIRELLES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Julho – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F142d Factori, Marco Aurélio, 1980-
Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem / Marco Aurélio Factori. - Botucatu : [s.n.], 2008.
iv, 40 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008

Orientador: Ciniro Costa

Co-orientadores: Kátia de Oliveira

Paulo Roberto de Lima Meirelles

Inclui bibliografia.

1. Milho - Maturação. 2. Milho - Processamento. 3. Milho híbrido. 4. Ensilagem. 5. Rume. I. Costa, Ciniro. II. Oliveira, Kátia de. III. Meirelles, Paulo Roberto de Lima. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

A DEUS, a toda minha família, ao meu orientador e aos verdadeiros amigos, que juntos me possibilitaram desenvolver mais esta etapa.

DEDICO.

Agradecimentos

Primeiramente a DEUS, por me permitir a vida e seguir minha caminhada e a Nossa Senhora Aparecida por interceder junto a Ele por mim...

Aos meus pais Valdir Factori e Maria Aparecida Gamito Factori, por estarem sempre presentes, me ajudando, ao meu lado...

À Mayra Anton Dib Saleh, pelo apoio e compreensão, nas horas difíceis, todo amor e carinho...

Ao meu irmão Marcelo, esposa Adriana e minhas sobrinhas Bruna e Luana...

Aos meus avós *"in memoriam"*...

Ao meu orientador Prof. Dr. Ciniro Costa pela orientação, amizade e por acreditar e permitir meu crescimento profissional durante esta fase...

Ao Prof. Dr. Heraldo César Gonçalves pela orientação, apoio e colaboração na realização das análises estatísticas...

Ao técnico do Laboratório de Bromatologia de Nutrição Animal, Renato Monteiro da Silva Diniz, pela amizade e colaborações na realização das análises laboratoriais...

Ao secretário do Dep. de Melhoramento e Nutrição Animal, Luiz Carlos Fernandes, pela amizade e companheirismo...

Às amigas Gelta Juliana de Moraes e Lisbeth Alendez Rosales...

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação Seila Cristina Cassinele Vieira e Danilo José Teodoro Dias, pelo apoio prestado...

Aos Funcionários da Fazenda de Ensino da FCA/UNESP/Botucatu - Lageado, em especial ao Mário de Oliveira Munhoz pelo material cedido...

Aos Funcionários e motoristas da Fazenda de Ensino da FMVZ/UNESP/Botucatu - Lageado pelo apoio logístico do experimento...

À Pós Doutoranda Kátia de Oliveira, minha co-orientadora; ao Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, co-orientador e grande amigo...

À Carla Maris Machado Bittar, Vanessa Pillon dos Santos e Carlos César Alves, da ESALQ/USP/Piracicaba, pela colaboração com o experimento...

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida no período – 01/11/06 a 31/12/07.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma maneira contribuíram para a conclusão de mais uma etapa em minha VIDA.

Meu muito obrigado.

Deus lhes pague.

Um Pensamento...

**...Cada um de nós compõe a sua história,
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz e de ser feliz...
(Almir Sater e Renato Teixeira)**

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
O uso da silagem de milho como volumoso.....	2
Cultivares de milho.....	3
Estádios de colheita.....	5
Processamento e degradabilidade.....	6
Referências Bibliográficas	10
CAPÍTULO 2.....	14
DEGRADABILIDADE RUMINAL DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE COLHEITA E PROCESSAMENTO NA ENSILAGEM	15
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão	21
Degradabilidade da Matéria Seca	23
Degradabilidade da Proteína Bruta.....	25
Degradabilidade da Fibra em Detergente Neutro.....	28
Degradabilidade do Amido.....	30
Conclusões.....	33
Referências Bibliográficas.....	34
CAPÍTULO 3.....	39
IMPLICAÇÕES.....	40

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O uso da silagem de milho como volumoso

Silagem é o produto oriundo da conservação de forragens úmidas por meio da fermentação em ambiente anaeróbio em locais denominados silos. Segundo Nussio (1991), uma das estratégias para contornar a estacionalidade de produção de forragens consiste no uso da silagem como volumoso de maneira complementar ao manejo da pastagem no verão ou até mesmo em confinamentos, por períodos que excedam a escassez de alimento, principalmente na nutrição de vacas em lactação.

Sendo o milho (*Zea mays*, L.) uma planta de ciclo fotossintético C₄, adapta-se muito bem ao clima tropical admitindo alta produtividade de massa seca, o que a torna muito atrativa na produção de forragem (Ramos et al., 2002). Caracteriza-se como a mais popular cultura utilizada no processo de ensilagem sendo cultivada em extensas áreas e em diferentes partes do mundo. A silagem de milho é considerada como alimento volumoso nutricionalmente completo com alta densidade energética (> 64% de nutrientes digestíveis totais - NDT), com teores moderados de proteína bruta (6 a 9% PB) sem a necessidade de incorporação de aditivos. No Brasil, não se tem idéia exata da introdução da ensilagem, mas é provável que ela tenha sido iniciada já no fim do século XVIII.

O milho é uma cultura consagrada na confecção de silagem, por apresentar elevada produtividade de massa verde com excelente qualidade de fermentação no ponto ótimo de corte (Alves Filho et al., 2000). Como características desejáveis de uma planta para ensilagem, são apontadas por Nussio et al. (2001), a adaptabilidade ao clima tropical, alta produtividade, teor adequado de matéria seca (MS), bom valor nutritivo com alto consumo pelos animais, baixo poder tampão, níveis adequados de carboidratos solúveis para a fermentação e sua conseqüente conservação.

Em se tratando de qualidade, a cultura do milho permite a manipulação do processo de colheita com a elevação da altura de corte das plantas, com maior participação de grãos na massa ensilada, em detrimento da participação de colmos e folhas senescentes resultando em melhoria da qualidade da silagem produzida (Restle et al., 1999).

Nutricionistas de todo o mundo procuram estabelecer novos parâmetros, dentre eles, a fibra em detergente neutro (FDN) para avaliar a qualidade de forragens a fim de se conseguir incrementos na eficiência no processo de alimentação. A

disponibilidade de forragens em quantidade e qualidade é fator determinante para que o animal exponha seu potencial máximo de produção, influenciando diretamente sua produtividade, potencial reprodutivo e a saúde do rebanho (Barbosa et al., 2007).

O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético das sementes e das condições de plantio (solo, adubação e clima) e manejo da cultura. A cultivar é responsável em média por 50% do rendimento final. Conseqüentemente, a escolha correta das sementes (híbridos ou cultivares, com sua respectiva textura) pode ser a razão do sucesso da cultura (Cruz et al., 2004).

Cultivares de milho

O uso de cultivares de milho mais produtivas e adaptadas às condições locais tem sido apontado como responsável pelos maiores ganhos em produtividade, com produto economicamente viável e de alta qualidade. Dificilmente há no mercado cultivares superiores que consigam atender todas as exigências como produtividade, valor nutritivo e baixa exigência em fertilidade.

Em virtude do melhoramento genético, encontram-se hoje no mercado variedades, híbridos duplos, triplos e simples, sendo que os híbridos triplos e simples podem ser dos tipos modificados ou não, além de um *top cross*, resultado do cruzamento de um híbrido simples, uma variedade e dois híbridos intervarietais (Cruz e Pereira Filho, 2005). Ainda os mesmos autores ressaltaram que além dos aspectos relacionados, as cultivares também se diferenciam em outras características morfofisiológicas, como: arquitetura de planta, sincronismo de florescimento, empalhamento, decumbência (percentagem de dobramento de espigas após a maturação), tolerância a estresses hídrico e térmico, tolerância às pragas e ao alumínio tóxico e eficiência no uso de nutrientes. Todas estas outras características também devem ser consideradas na escolha da cultivar.

Antigamente, os produtores buscavam cultivares de milho que apresentassem elevada produção de matéria verde, sem preocupação com a percentagem de grãos na massa ensilada, tendo sido esse o principal fator determinante da baixa qualidade da silagem produzida (Nussio, 1991).

Na escolha de um híbrido de milho para produção de silagem almeja-se alta percentagem de grãos. Em complemento, o valor nutritivo da porção colmo, bainha - folhas e a digestibilidade da MS devem ser considerados na determinação do valor nutritivo da silagem (Nussio et al., 2001). Assim, a produtividade não é suficiente para

avaliá-la em seu uso, mas também sua qualidade. Na seleção de cultivares para a produção de forragem, geralmente dá-se preferência para aquelas que apresentam entre 40 e 50% de grãos no material a ser ensilado (Daccord et al., 1996; Nussio, 1990; citados por Sulc et al., 1996).

Quanto à textura dos híbridos, Cruz et al. (2004) afirmaram que as cultivares de milho podem ser agrupadas de acordo com a textura dos grãos classificando-se em: dentado ou mole (*dent*), grão duro ou cristalino (*flint*) e grãos semiduros ou semidentados que apresentam características intermediárias. No mercado, predominam os grãos semiduros (48,10%) e duros (32,91%). Materiais dentados são minoria (Cruz e Pereira Filho, 2005).

Em relação às texturas dos grãos de milho, os grânulos de amido dentro das células estão envoltos por uma matriz protéica que possui diferentes localizações no grão sendo esparsa e fragmentada no endosperma farináceo (mais acessíveis ao ataque enzimático) e densa e bem desenvolvida na região vítrea (Correa et al., 2002). A interação com a proteína pode reduzir a susceptibilidade do amido à hidrólise enzimática, reduzindo sua digestibilidade. (Demarquilly e Andrieu, 1996).

A relação amilose:amilopectina é de grande importância na composição do amido. O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto principalmente de moléculas de amilose (polímero linear) e de amilopectina (ramificado), ligadas por pontes de hidrogênio (Van Soest, 1994; citado por Jobim et al., 2003). A proporção de amilose no grânulo de amido varia de 14 a 34%, enquanto que a amilopectina representa cerca de 70 a 80% do amido nos grãos de milho (Kotarski et al., 1992). A proporção de amilose e amilopectina influenciam a taxa de degradação e a digestibilidade do amido sendo a digestibilidade do amido inversamente proporcional ao teor de amilose. Desta forma, fontes de amido com maiores teores de amilopectina, como o grão de milho imaturo, podem apresentar maior digestibilidade (Jobim et al., 2003).

Com o objetivo de avaliar o potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho de texturas semidentadas, semiduras e duras para a produção de silagem, MELLO et al. (2005) concluíram que as silagens de todos os híbridos apresentaram adequado processo fermentativo, entretanto, o híbrido DKB-344 (textura semidentada) mereceu destaque por aliar maior produtividade e melhor qualidade.

O caráter *stay-green* ou “permanecer verde” é responsável pelo aumento no período de permanência dos colmos e folhas verdes (principalmente colmos), até o momento da colheita de grãos evitando o acamamento de plantas, por ocasião da

colheita mecânica das espigas (Cruz et al., 2004). Esta característica em permanecer verde pode trazer percalços no teor de MS ideal para a ensilagem, uma vez que permanecendo mais verde o caule e folhas, seguramente, o nível de umidade é maior. A aparente dispersão das recomendações traduz efeitos inerentes aos híbridos estudados e práticas agrícolas associadas (Nussio et al., 2001).

Estádios de colheita

Um dos fatores mais importantes a ser considerado quando se procura avaliar a qualidade das silagens é o teor de MS. As perdas de nutrientes por efluente são maiores na medida em que a forragem ensilada apresenta alto teor de umidade (Waldo, 1976). O estágio ideal de colheita corresponde àquele em que a planta apresenta maior produção de massa seca digestível por unidade de área e teor de umidade que propicie a ocorrência de um processo de fermentação satisfatório na faixa de 67 a 63 % (Nussio et al., 2001). A maioria dos produtores ainda colhe milho para silagem com os grãos ainda leitosos ou no “ponto de pamonha”, com teores de MS inferiores a 25%.

A linha de leite no grão pode ser um indicador para determinação da umidade. Sulc et al. (1996) concluíram que o estágio de linha de leite do grão e o teor de MS na planta inteira foram positivamente correlacionados. Porém, o estágio da linha de leite pode induzir a erros sob condições de veranico, déficit hídrico, presença de *stay green* e características especiais dependentes dos cultivares. Costa (2000) observou valores no teor de MS de plantas de milho para ensilagem variando entre 35 a 44 %, sendo colhidas no estágio de 3/4 de linha de leite. Condições ambientais de alta temperatura e déficit hídrico aumentam a duração do período de enchimento de grãos, o qual é compensado pela redução na taxa de crescimento do grão (WILHEIM, 1999).

Inúmeros critérios devem ser adotados em relação à determinação do ponto ideal de colheita com o intuito de se atingir o equilíbrio entre produção de massa seca por hectare e o valor nutritivo da forragem. Nussio (1991) relatou que o ponto ideal de matéria seca para colheita estaria em torno de 33 a 37%. Cruz (1998) afirmou que o teor ideal seria entre 28 a 33% e Bal (1997) observou melhor desempenho em vacas alimentadas com silagens colhidas com 2/3 de linha de leite no grão. Esta dispersão pode trazer diferenças inerentes à textura dos híbridos bem como a condução da cultura.

O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos componentes da haste são eventos concomitantes. A recomendação do momento ideal para colheita sempre sugeriu estádios fisiológicos mais avançados, onde fosse possível conciliar maior acúmulo líquido de biomassa, tanto de grãos como da planta toda. Considerando-se a composição bromatológica da planta de milho, Lavezzo et al. (1997), relataram haver razoável flexibilidade quanto à escolha do momento de corte. McCullough (1968) observou máximo consumo pelos animais e maior produção de massa seca quando o milho foi colhido no ponto farináceo-duro, sugerindo maior desempenho nestas condições. Foi observado por Blaser (1969), que o aumento da maturidade e do teor de MS determinou maior proporção de espigas em relação à planta, mantendo a concentração de NDT.

Segundo Carmo et al. (2006), para uma silagem de milho de boa qualidade, o ponto de colheita é um fator muito importante. O corte precoce (menor que 30% MS) implica em plantas cujos grãos não estão devidamente formados ou cheios, porque a percentagem de água ainda é muito alta resultando em perdas por efluentes. Silagens feitas em estádios mais tardios (42% MS) possuem menor valor nutritivo e podem resultar em menor compactação com maiores perdas de MS.

Considera-se desempenho distinto em um mesmo estágio de colheita para híbridos de diferentes texturas. Michalet Doreau e Phillipeau (1998); citados por Johnson (1999) observaram que no mesmo ponto de maturação, as cultivares de grãos dentados apresentaram maior degradabilidade do que as cultivares de grão duro. A perda de digestibilidade por atraso na colheita é menor nos híbridos macios (permitindo maior intervalo de colheita). Híbridos de textura dura admitem menor erro quanto ao ponto de ensilagem (colheitas tardias) sendo o ponto máximo aconselhado a metade da linha do leite do grão (30 a 33% MS).

A dureza do grão parece se justificar como parâmetro para escolha de híbridos para ensilagem, bem como seu ponto de colheita, principalmente quanto à degradação ruminal do amido. Pereira et al. (2004) concluíram que 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.

Processamento e degradabilidade

O que se espera de uma cultivar de milho para silagem, é que os grãos estejam úmidos e macios no momento do corte. Caestine et al. (2001) concluíram que o

híbrido de textura dura no estágio de camada preta ou maturação fisiológica, diminui consideravelmente seu aproveitamento sendo que nos estádios dentado inicial e metade da linha do leite as degradações foram semelhantes. Pereira et al. (2004) avaliando os efeitos da textura e do estágio de maturidade sobre a degradabilidade ruminal de grãos de milho concluíram que o efeito da textura sobre a degradabilidade ruminal foi acentuado no estágio de camada preta ($P < 0,01$).

Entretanto, o processamento da forragem a ser ensilada visa melhorar a qualidade do material por meio do tratamento mecânico do grão ou da porção vegetativa. O tratamento mecânico pode ser realizado principalmente pelo esmagamento dos grãos ou cortes para diminuir a fração vegetativa da planta. Segundo Passini et al., (2004) o tamanho de partícula influencia os padrões de fermentação ruminal, produção microbiana e eficiência da utilização do amido e outros nutrientes no rúmen.

Garbuio et al. (2006) avaliando o efeito da colhedora de Forragem JF 92 Z10 regulada para proporcionar cinco tamanhos de partículas sobre 10 híbridos de milho com texturas duras a dentadas, concluíram que para um mesmo tamanho de fragmento da ensilagem, são necessárias diferentes regulagens da colhedora de forragens conforme o híbrido escolhido em virtude de sua textura.

O uso de quebradores de grãos nas colhedoras de forragem promove maior aproveitamento e digestibilidade dos grãos com redução na digestibilidade da MS (ZOBELL et al., 2004), devido à redução do tamanho de partícula, o que indiretamente compromete ou prejudica a ruminação. Existem ainda, em algumas colhedoras automotrizes, principalmente em máquinas no continente europeu, quites adicionados a estas máquinas que permitem o esmagamento dos grãos de milho com intuito de quebrar a película que reveste o grão, aumentando seu aproveitamento, sem afetar em grande escala, o tamanho de partícula da forragem (Vita, 2008).

O processamento físico se constitui em estratégia importante para colheita de plantas com avançado estágio de maturação. O benefício do processamento dos grãos da planta de milho com teor de matéria seca inferior a 35% é mais difícil de prever. O ganho em maior digestibilidade do amido não é tão pronunciado nestes teores de MS, devido à maior porção leitosa do grão (Bal e Shaver, 1997). Por essa razão, aumentos significativos na produção de leite são esperados quando vacas que recebem silagens processadas onde os grãos apresentam mais da sua metade endurecida. Johnson et al. (1999) indicaram que o processamento de plantas em avançado estágio de maturação, garantiu maior benefício para a fração grãos.

Dhiman et al. (2000) analisando a influência do processamento mecânico (1 mm de tamanho de partícula) na produção de leite de vacas holandesas concluíram que em estádio mais avançados (40% MS) o processamento foi mais efetivo. O processamento expõe os grãos aos ataques de microorganismos ruminais implicando no maior aporte de carboidratos. Os mesmos autores encontraram valores inferiores para a digestibilidade da MS e PB em estádios de $\frac{1}{4}$ e $\frac{3}{4}$ da linha do leite do grão, por volta de 30% de MS. Johnson et al. (1999) também verificaram que o processamento aumentou a degradação ruminal com os tratamentos processados em avançados estádios de maturação. Desta forma, a massa ensilada originada conteria maior proporção de grãos quebrados, melhorando a utilização pelos animais, sendo esta a principal finalidade do processador, quebrar ou esmagar os grãos de milho.

A qualidade de uma forragem pode ser expressa, segundo Ørskov (1986), pela extensão da digestão potencial, taxas de fermentação e redução do tamanho da partícula. A técnica da degradabilidade '*in situ*' tem sido usada para medir o desaparecimento dos constituintes do alimento contido em sacos de náilon (Mehrez e Orskov, 1977). Após incubação desses sacos na cavidade ruminal por vários períodos de tempo, obtém-se por diferença de peso, o desaparecimento de parte da amostra, sendo este como sinônimo de degradação (Castillo Arias, 1992). A técnica do saco de náilon ou da degradabilidade *in situ* permite o contato íntimo do alimento com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como a mastigação, a ruminação e a taxa de passagem (Van Soest, 1994).

Corrêa (2001) avaliando a degradabilidade efetiva da matéria seca observou que grãos de milho que possuíam maior vitreosidade, ou de textura mais duras, apresentaram menor degradabilidade efetiva no rúmen.

Lopes et al. (2004), observaram pela técnica de degradabilidade, valores menores para a silagem com 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, respectivamente. A cultivar de milho dentado (AG-1051) apresentou maior degradabilidade efetiva da MS na taxa de passagem de 8% e menor valor para o híbrido de textura dura (SHS-4040).

Em relação aos tratamentos com materiais que se utilizam de processamentos sobre a forragem, a utilização de uma técnica que vise manter este efeito sobre o material a ser incubado torna-se fundamental para verificar o quanto de benefício foi ganho. Assim, os pesquisadores têm demonstrado preocupação quanto aos efeitos

dos procedimentos prévios realizados sobre as amostras dos alimentos. Huntington e Givens (1995) recomendaram não proceder a prévia secagem das amostras de forragens e silagens sendo, portanto, inseridas nos sacos de náilon *in natura*. A pré-secagem, procedimento obrigatório para obtenção de amostras secas e moídas, quando se utiliza de alimentos úmidos, aumenta os riscos de perdas de compostos solúveis nesses materiais.

Andrae et al. (2001), estudando a ingestão e digestibilidade com novilhos sobre o processamento (moagem fina) e estádios de colheita de híbridos de milho para silagem utilizaram-se da técnica *in situ macro bag* (amostras *in natura*) e verificaram que o processamento aumentou a digestibilidade total do alimento encontrando menor digestibilidade da fibra, em virtude da diminuição da sua efetividade.

Portanto, o efeito das texturas de grãos aliado ao processamento na ensilagem de milho em diferentes épocas de colheita pode tornar-se uma ferramenta promissora no aproveitamento deste material, sobretudo na melhoria da eficiência dos diversos sistemas de produção animal. Para tanto, o CAPÍTULO 2, intitulado “Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem” redigido conforme as normas exigidas pela Revista *on line* “Boletim de Indústria Animal” teve como objetivo avaliar o efeito do processamento da planta inteira de híbridos de milho de textura dentada e dura colhida em dois estádios para ensilagem sobre a degradabilidade ruminal da MS, FDN, proteína bruta (PB) e amido por meio da *técnica in situ macro bag*.

Referências Bibliográficas

- ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Silagem de sorgo ou milho para terminação de novilhos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, [2000] 17par. CD-ROM. Nutrição de ruminantes. NUR-141
- ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H. 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.
- BAL, N.; SHAVER, R. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. **Journal of Dairy Science**. v.80, p. 2497-2503, 1997.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C. da; ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Capim–tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329–340, 2007.
- BLASER, R. Corn silage, a high energy forage. **Forage Animal Management Systems**. Virginia Polytechnic Institute, p. 53-57, 1969.
- CALESTINE, G.A.; PEREIRA, M.N.; BRUNO, R.G.S.; VON PINHO, R.G.; CORREA, C.E.S. Effect of corn grain texture and maturity on ruminal in situ degradation. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.419, 2001. Supplement 1.
- CARMO, S.G.; OLIVEIRA, J.S.; LANES, E.C.M.; ALMEIDA, E.J.D.; MOTTA, A.C.S. Efeito do avanço fenológico sobre o valor nutricional da forragem de milho Resumos - XXIX **Semana de Biologia e XII Mostra de Produção Científica** – UFJF Diretório Acadêmico de Ciências Biológicas - Walter Machado Cout, 2006.
- CASTILLO ARIAS A.M. **Avaliação da degradabilidade ruminal e da digestibilidade intestinal de vários alimentos, utilizando-se a técnica do saco de náilon móvel**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia.Viçosa: UFV, 1992. 108p.
- CORRÊA C.E.S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. 102f. Tese Doutorado - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.11, p.3008-3012, 2002.

- COSTA, R. C. **Avaliação de Características Agronômicas e Bromatológicas de cultivares de milho - safra 97-98**. Belo Horizonte. 2000. 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000. (Dissertação Mestrado).
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. Encontro Nacional dos Estudantes de Zootecnia. **Anais...** Viçosa, 1998.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I.A. Cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2005/2006. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>> **Acesso** em: 04/maio/2006.
- CRUZ J.C.; CORRÊA L.A.; PEREIRA FILHO I.A.; PEREIRA F.T.F.; GUISTEM J.M.; VERSIANI R.P. **Cultivares de Milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2004/05**, ISSN 0102-0099 Dezembro, 2004 Sete Lagoas, MG.
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J. Quelques rappels sur les mesures effectuées pour connaître la valeur nutritive des ensilages de maïs. In: **Colloque maïs ensilage**, 1996. Nantes-France, p. 23 - 33, Nantes, 1996.
- DHIMAN, T. R.; BAL, M. A.; WU, Z.; MOREIRA, V. R.; SHAVER, R. D.; SATTER, L. D.; SHINNERS, K. J.; WALGENBACH, R. P Influence of Mechanical Processing on Utilization of Corn Silage by Lactating Dairy Cows 2000. **Journal of Dairy Science** 83:2521–2528.
- GARBUIO, P. W.; WEIRICH NETO, P.H.; DELALIBERA, H. C.; SOUZA, N.M.; LOPES, A. R. C.; PEREIRA, J. R. A. Processamento de plantas inteiras de híbridos de milho (zea mays) para silagem XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola **Anais...** CD ROM 31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutritional Abstracts and Reviews**. Series B, Wallingford, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.
- JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. **Anais...** Goiânia – Goiás, maio 2003. p. 357-376.
- JOHNSON L. HARRISON, J. H.; HUNT, C.; SHINNERS, K., DOGGETT, C. G.; SAPIENZA. D. 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.
- KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, 122:178-190, 1992.

- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.M.; NETO, O.C. Estádio de Desenvolvimento do milho. Efeito sobre produção, composição da planta e qualidade da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.675-682, 1997.
- LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.; NOVAES L.P.; VIANA, A.C.; POSSAS, F.P.; OLIVEIRA, J.S.; GONÇALVES, L.C. 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 - MS.
- ØRSKOV, E.R. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: International seminar on feed evaluation modern aspects problems-future trends, 1, 1985, Aberdeen. **Proceedings...** Rowett. Research Institute, 1986. p. 38-41.
- PASSINI, R.; BORGATTI, L.M.O.; FERREIRA, F.A.; RODRIGUES, P.H.M. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.271-276, mar. 2004.
- PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**. v.61, n.4, p.358-363, July/August 2004.
- McCULLOUGH, M. E. **Silage Research at Georgia Station**. University of Georgia, 46p., 1968.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; DA ROCHA, M.G., DIEGO; DE DAVID, B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.79-94, 2005
- 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, June 1977.
- NUSSIO, L. G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. IV Simpósio sobre nutrição de bovinos. **Anais...** Piracicaba, 1991.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C. ; LIMA, M. M. . Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). **Anais...** 2º Workshop sobre milho para silagem.1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, v. 1, p. 11-26.
- RAMOS, A. P., HERNANDEZ, G. N., CASTAÑEDA, F. G. 2002. Potencial Forrajero de Poblaciones e maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. **Técnica Pecuaria en Mexico**. 40 (3):215-228.

- RESTLE, J.; EIFERT, E.C.; BRONDANI, I. et al. Produção de terneiros para abate aos 12 meses, alimentados com silagens de milho colhido a duas alturas de corte, associadas a dois níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Nutrição de ruminantes. NUR-143.
- SULC, R. M.; THOMISON, P. R.; WEISS, W. P. Reliability of the Kernel milkline method for timing corn silage harvest in Ohio. **Journal of Production Agriculture** Ohio, Columbus, v. 9, n. 3, p. 376-381, 1996.
- WALDO, D. R. Potential of chemical preservation and improvement of forages. **Journal of Dairy Science.**, v. 60, p.306-26, 1976.
- WILHEIM, E. P. Heat stress during grain filling in maize effects on kernel growth and metabolism. **Crop Science**, v.39, p. 1733-1741, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p, 1994.
- VITA, G. Silagem sob encomenda. Máquinas e Equipamentos, Revista DBO; Abril, 2008. Disponível em: <http://www.mundodoleite.com.br/revistadbo/pdf/mat_2349.pdf> **Acesso**. 10/maio/2008.
- ZOBELL, D.R.; OLSON, K.C.; WIEDMEIER, R.D. Processed Corn Silage Effects on Digestibility and Production of Growing Beef Replacement Heifers Department of Animal, Dairy and Veterinary Sciences, **AG/2004/Beef-03**, Fev. 2004.

CAPÍTULO 2

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

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 520 kg, providas de cânula ruminal permanente. O experimento foi feito no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 x 6, sendo dois híbridos, de texturas dentada e dura colhidos em dois estádios (1, ¼ leitoso e 2, maturação fisiológica), submetidos ou não ao esmagamento e seis tempos de incubação. Foi significativo ($P < 0,01$) o efeito do processamento e tempos de incubação para todas as variáveis analisadas. Houve interação de híbrido e tempos de incubação para a PB e o amido. O estágio de colheita foi significativo para a MS, FDN e PB e o efeito híbrido restringiu-se a MS e amido. 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 $2\% \text{ h}^{-1}$, para a FDN. A DE do amido aumentou em até 14 e 12% na taxa de passagem de $2\% \text{ h}^{-1}$ para o híbrido duro nos estádios 1 e 2, respectivamente. Para o híbrido dentado, a DE alcançou 13% nas taxas de 5 e $8\% \text{ h}^{-1}$ 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 OF HYBRIDS OF CORN IN DIFERENT MATURITY STAGES AND SILAGE MECHANICAL PROCESSNG

Abstract

The whole corn plant silage practice and the seek for materials of better quality results in various genotypes with specific characteristics and when combined with mechanical processing, becomes an important research topic. The objective of this study was the evaluation of two mechanical processing on 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 was used three ruminal cannulated Holstein cows with 520kg of mean live weight. The design of the experiment was a 2 x 2 x 2 x 6 factorial, two hybrids (flint and dent), two maturity ages (point 1 = ¼ milky and point 2 = black layer), submitted or not to mechanical processing and six incubation time. The mechanical processing and was significant ($P < 0,01$) for all the analyzed variables. There was an interaction between hybrids and incubation time for CP and starch. The maturity age had an effect on DM, NDF and CP, while hybrid effect was just for DM and starch. The greatest effective degradability (ED) was for the dent hybrid processed harvest at point 1, it wasn't significant statistically different from the others processed treatment, but was 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 as 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. 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, for the fact that it was possible to increase of the ED evaluated in this study, becoming able the use of flint and dent hybrids harvested in the black layer maturity stage.

Keywords: 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 Shinnars, 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 Agronômicas 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 0,85 m e 5,5 sementes por metro.

Para determinação da produtividade foram feitas quatro amostragens das plantas a 20 cm de altura do solo em 1,20 m de linha correspondendo a 1 m² (1,20 x 0,85 m) 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 tratamentos consistiram em dois híbridos de milho, dentado e duro, colhidos em dois estádios (1, para o ¼ leitoso e 2, para a maturação fisiológica ou camada preta), submetidos ou não ao esmagamento. Os tratamentos designados foram: Híbrido dentado no estádio 1; Híbrido dentado no estádio 1, esmagado; Híbrido dentado no estádio 2, Híbrido dentado no estádio 2, esmagado; Híbrido duro no

estádio 1; Híbrido duro no estágio 1, esmagado; Híbrido duro no estágio 2 e Híbrido duro no estágio 2, esmagado.

O milho foi cortado manualmente a 20 cm 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 520 kg 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), para onde os oito tambores foram transportados.

A quantidade de alimento fornecida aos animais foi estabelecida, segundo as recomendações do *National Research Council* (NRC, 2001), para vacas com produção potencial de 30 kg 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 50 µm, medindo 20 x 40 cm (*macro bag* ou *macro saco*). Foram incubados aproximadamente 70 g de silagem de milho, resultando em torno de 20 g 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 (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 1 mm, 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).

O cálculo de degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN e amido nas taxas de passagens de 2, 5 e 8 % h⁻¹, foram ajustados pelo *programa Fit Curve* (International Feed Resources), seguindo equação proposta por Mehrez e Ørskov (1977) com recomendações propostas por Nocek & Kohn (1988), expressa por:

$$DE = a + [(b \times c) / (c + kp)]; \text{ em que:}$$

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).

O experimento foi desenvolvido no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 x 2 x 6 (híbrido x estágio de colheita x processamento x tempo de incubação) utilizando-se análise de variância, com nível de significância estabelecido em 1 % (P<0,01). As interações com os tempos de incubação foram estudadas por meio de análise de regressão.

As análises foram executadas por meio do programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da cultura do milho é fator importante quanto a 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 19.900 kg ha⁻¹ de MS 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 estágio ¼ leitoso e 38 e 36% para o estágio 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 foi retido na granulometria de 0,13 a 0,78 cm, 15 % em 0,78 a 1,9 e 7,2% 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.

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 1,9 mm e 30 a 40% do material a 0,13 a 0,78 mm.

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

Tratamentos			%				% 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.

Quando se faz uso da técnica *in situ macro bag* na avaliação da silagem de milho em que as amostras 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 5 mm, o qual também pode prejudicar a ruminação dos animais reduzindo o consumo voluntário da silagem. A presença 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 ($P < 0,01$) para efeito de híbrido, estágio de colheita, esmagamento e tempo de incubação. A média foi superior para o híbrido de textura dentada com valor de 53,8% em comparação ao híbrido de textura dura, com 50,8%. Para estágio de colheita, predominou o estágio 1 com 56,1% em comparação ao estágio 2 com 48,6%. Para o uso do esmagamento os valores médios foram de 56 e 49% para esmagados e não esmagados, respectivamente. Na Figura 1, encontram-se representados os valores da degradabilidade da MS em função dos tempos de incubação.

Em relação à degradabilidade efetiva da MS (Tabela 2), os tratamentos submetidos ao esmagamento foram percentualmente maiores aos não esmagados em 32, 38 e 36 para o híbrido de textura dura no estágio 2 nas taxas de passagem de 2, 5 e 8% h^{-1} , respectivamente. Para o híbrido de textura dentada, no estágio 2, os valores obtidos alcançaram 20%. Para o estágio 1, na taxa de passagem de 8%, a viabilidade do esmagamento alcançou até 21% para o híbrido dentado e 14% para o de textura dura.

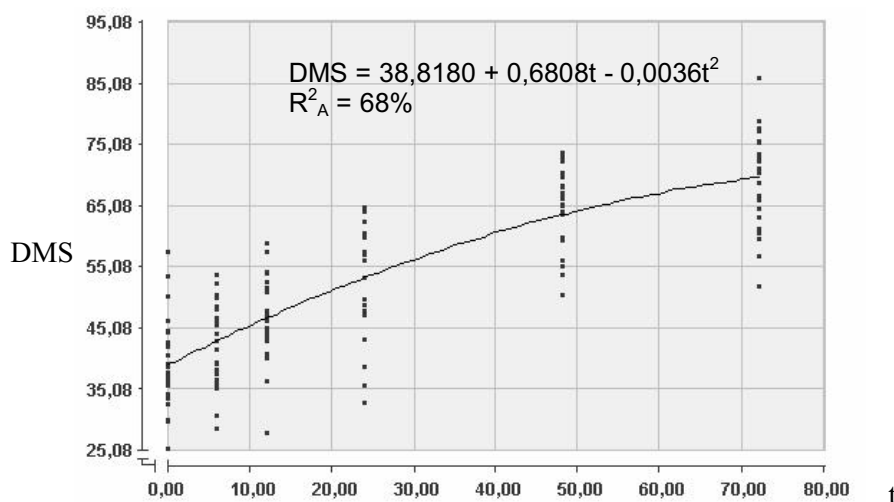


Figura 1. Degradabilidade da matéria seca (DMS) em função do tempo de incubação (t).

Zobell *et al.*, (2004), fazendo uso do processamento em colhedoras automotrizes observaram que houve diminuição no tamanho de partícula e na digestibilidade da MS com 61 e 63% para processada e não processada, respectivamente.

Tabela 2. Degradabilidade efetiva da matéria seca nas taxas de passagens (TP) 2, 5 e 8% h⁻¹

Degradabilidade efetiva da matéria seca (%)								
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	Estádio 1		Estádio 2		Estádio 1		Estádio 2	
	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

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

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 estágio com valores mais 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 dentados inicial, metade da linha 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 estádio 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 estádio 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 estádios de colheita, processamento e tempos de incubação. Para estádios de colheita, predominou o estádio 1 assumindo valor de 74,4 e de 69,6% para o estádio 2. O esmagamento foi superior com valor de 74,2% em relação ao não esmagado (69,8%). Houve interação entre o fator híbrido e tempos de incubação, sendo representados pelos modelos quadráticos para os híbridos de textura dura (Figura 2) e dentada (Figura 3).

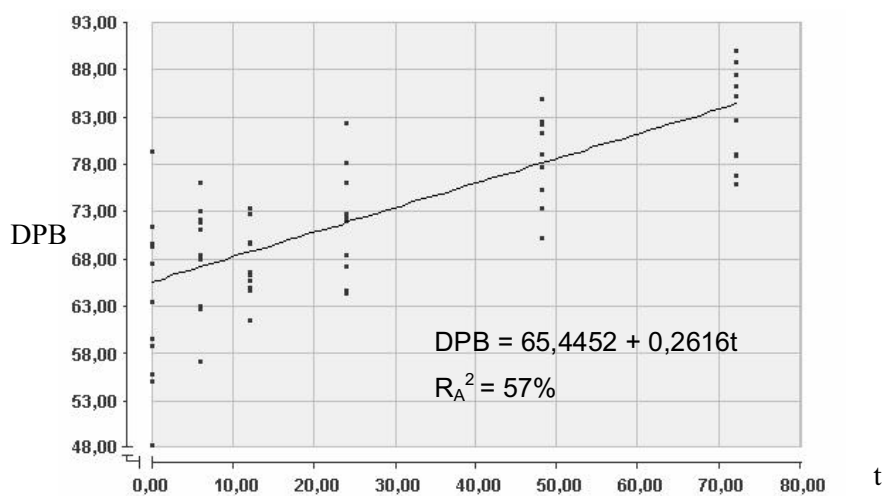


Figura 2. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) para o híbrido de textura dura em função do tempo de incubação (t).

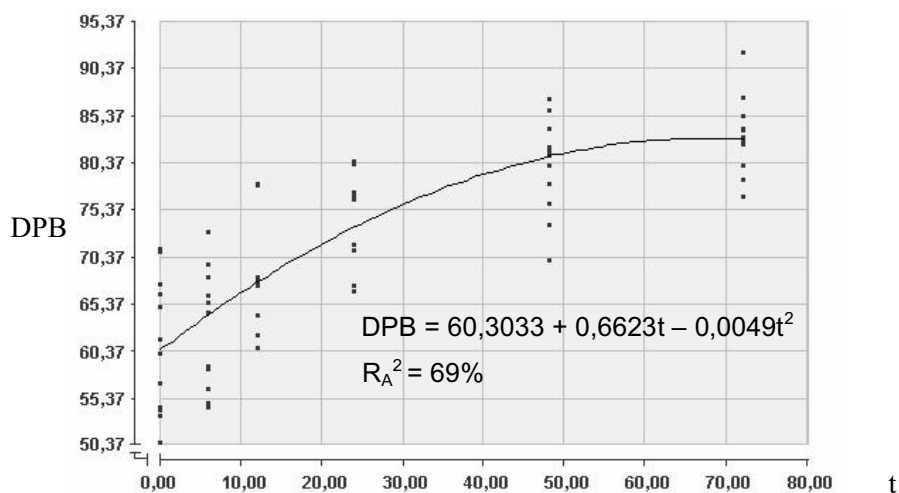


Figura 3. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) para o híbrido de textura dentada em função do tempo de incubação (t).

As degradabilidades da PB foram estatisticamente iguais para os dois híbridos, no entanto, se comportaram de formas distintas principalmente em tempos menores de incubação. Para o híbrido de textura dentada, os valores referentes aos tempos 12, 24 e 48 horas foram percentualmente maiores quando comparados ao híbrido de

textura dura, que se comportou com maiores valores de degradabilidade no tempo 72 horas, embora não diferindo estatisticamente.

A degradabilidade efetiva da PB presente na Tabela 3 sugeriu valores de 5 a 10 % com o esmagamento perante aos não esmagados com maior ênfase no estágio 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 estágio 2 ocorrendo o inverso no estágio 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.

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). 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.

Tabela 3. Degradabilidade efetiva da proteína bruta nas taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹

Degradabilidade efetiva da proteína bruta (%)								
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	Estádio 1		Estádio 2		Estádio 1		Estádio 2	
	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

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

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 $\frac{1}{4}$ e $\frac{3}{4}$ 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, esmagamento e tempos de incubação. No estádio 1, a média assumiu menor valor (18,5%) predominando o estádio 2 (23,6%). As médias da degradabilidade foram de 23 e 19% para esmagados e não esmagados, respectivamente. As degradabilidades em função dos tempos de incubação estão apresentadas na Figura 4.

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 4) sugerem aumentos expressivos em até 70% para o híbrido dentado esmagado no estádio 1 e 46% no estádio 2 a $2\% h^{-1}$. Para o híbrido de textura dura, o aumento foi de 20% no estádio 2. Na taxa de passagem de 5% os aumentos passaram de 100%. Houve valores negativos para a taxa de passagem de 8% (degradação nula) explicada pela ausência de tempo suficiente para a degradação.

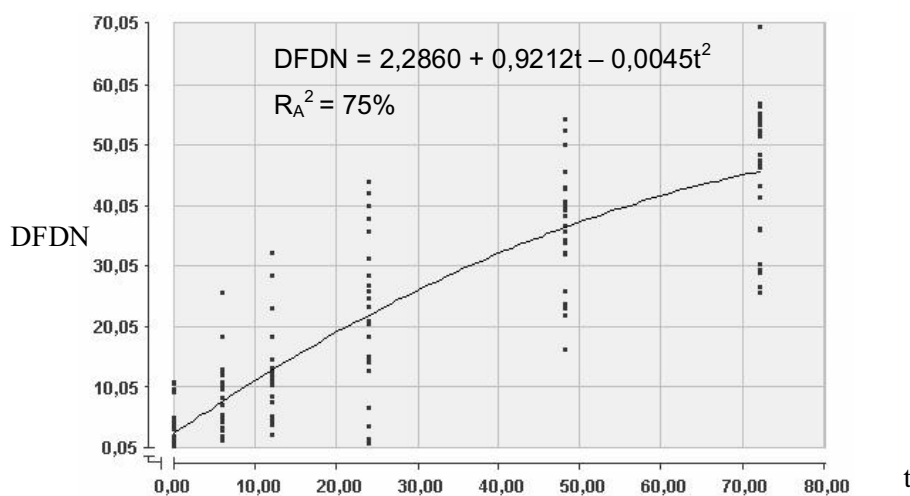


Figura 4. Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) em função do tempo de incubação (t).

Tabela 4. Degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹

Degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (%)								
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	Estádio 1		Estádio 2		Estádio 1		Estádio 2	
	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

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

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 concentrado 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 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, esmagamento e tempos de incubação. Foi superior a média para esmagamento (87%) em relação ao não esmagado (79%). Houve interação entre o fatores híbridos e tempos de incubação, sendo representados as degradabilidades para o híbrido de textura dura e dentada, respectivamente, nas Figuras 5 e 6.

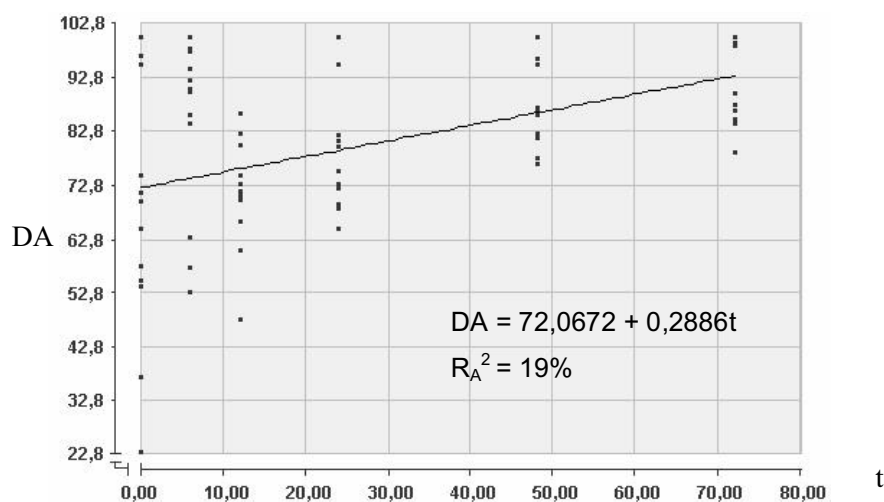


Figura 5. Degradabilidade do amido (DA) para o híbrido de textura dura em função do tempo de incubação (t).

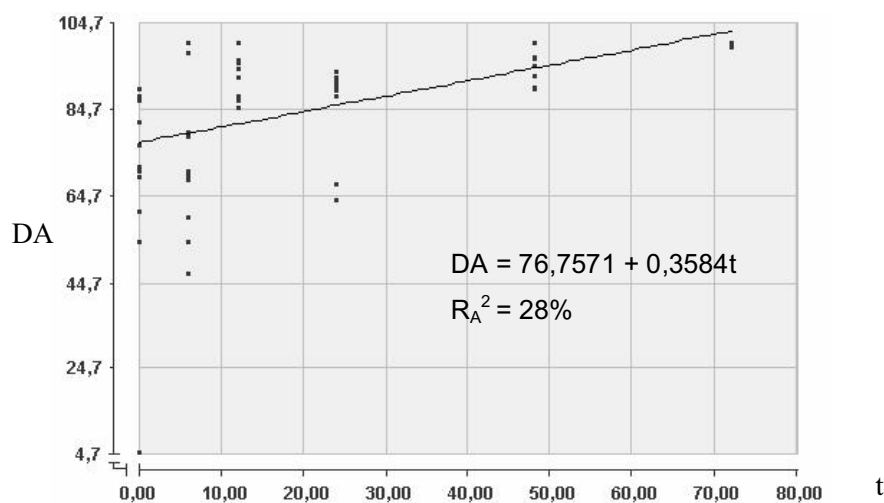


Figura 6. Degradabilidade do amido (DA) para o híbrido de textura dentada em função do tempo de incubação (t).

Na Tabela 5, 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 estágio 1 e 12% no estágio 2. Para o híbrido dentado, os aumentos nas taxas de 5 e 8% foram de até 13% no estágio 1. A degradabilidade efetiva para o amido sugere aumentos percentuais para o híbrido de textura dura mostrando a eficiência do esmagamento, principalmente no estágio 2 onde a degradabilidade efetiva é percentualmente menor.

Tabela 5. Degradabilidade efetiva do amido para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e $8\% h^{-1}$

Degradabilidade efetiva do amido (%)								
TP (%)	Híbrido de Textura Dura				Híbrido de Textura Dentada			
	Estádio 1		Estádio 2		Estádio 1		Estádio 2	
	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

E= silagem esmagada; NE= silagem não esmagada.

A degradabilidade do amido em função dos tempos de incubação se comportou de forma distinta em virtude do arranjo no grão, da proteína e amido. 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, 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 estádio 2, mostrando-se eficiente quando comparado ao híbrido de textura dentada, no mesmo estádio.

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 estádio de maturação "linha negra" foi similar ao de vacas alimentadas com milho duro ensilado no estádio "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.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H. 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.

AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington: AOAC, 1990, 1015p.

CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; SOUSA, R.V.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, J.A.F. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 31, n. 3, p. 860-864, maio/jun., 2007.

CARMO, S.G.; OLIVEIRA, J.S.; LANES, E.C.M.; ALMEIDA, E.J.D.; MOTTA, A.C.S. Efeito do avanço fenológico sobre o valor nutricional da forragem de milho Resumos - XXIX **Semana de Biologia e XII Mostra de Produção Científica** – 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. 438p.

CORREA, C. E. S.; SHAVER, R. D.; PEREIRA; M. N.; LAUER, J. G.; KOHN Relationship Between Corn Vitreousness and Ruminal In Situ Starch Degradability **Journal of Dairy Science** Vol. 85 No. 11 3008-3012, 2002

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA; M. N.; OLIVEIRA, S.G.; RAMOS, M.H. Desempenho de vacas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar ou silagens de milho de diferentes textura de grão **Scientia Agrícola** (Piracicaba, Braz.) vol.60, nº 4, Piracicaba, Oct./Dec. 2003.

CRUZ J.C.; PEREIRA FILHO I.A.; FERREIRA J.J.; RODRIGUES J.A.S. Produção e utilização de silagem de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, **Artigo técnico**, MG, 2001.

DHIMAN, T. R.; BAL, M. A.; WU, Z.; MOREIRA, V. R.; SHAVER, R. D.; SATTER, L. D.; SHINNERS, K. J.; WALGENBACH, R. P Influence of Mechanical Processing on Utilization of Corn Silage by Lactating Dairy Cows 2000 **Journal of Dairy Science** 83:2521–2528

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.; MIZUBUTI, I.Y.M.; MOREIRA, F.B.; PEREIRA, E.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MORI, R.M. 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, Jan./March, 2006

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). **Agricultural Handbook**. Washington, DC: USDA, 1970, 379p.

HARRISON, J.H.; JOHNSON, L.; HUNT, C.; BOLSEN, K.K.; YOUNG, M.A.; SHINNERS, K. Pre- and post-processing of corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science** 75:140 (Suppl. 1), 1997.

HEINRICHS, J.; KONONOFF, P. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. Department of Dairy and Animal Science: The **Pennsylvania State University**, 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. **Nutritional Abstracts and Reviews**. Series 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.; HARRISON, J.H.; HUNT, C.; SHINNERS, K.; DOGGETT, C.G.; SAPIENZA, D. 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**, 75(Suppl. 1): Abstract ,62, 1997.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, 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.; CARNEIRO, J.C.; NOVAES L.P.; VIANA, A.C.; POSSAS, F.P.; OLIVEIRA, J.S.; GONÇALVES, L.C. 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 - MS.

McCULLOUGH, M. E. **Silage Research at Georgia Station**. University of Georgia, 46p., 1968.

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, June 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, set-out, 2004.

MORON I.R.; TEIXEIRA J.C.; OLIVEIRA A.I.G.; J. R. O., PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA J.S. 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, jan./mar., 2000.

MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBZ, 2001. CD-ROM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

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: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). **Anais... 2º Workshop sobre milho para silagem**.1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, v. 1, p. 11-26.

PASSINI, R.; BORGATTI, L.M.O.; FERREIRA, F.A.; RODRIGUES, P.H.M. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.271-276, mar. 2004.

PEREIRA, M.N.; PINHO, R.G.V.; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**. v.61, n.4, p.358-363, July/August 2004.

POORE, M.H., ECK, T.P., SWINGLE, R.S. 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.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. ; JACOBS, F. 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, jan./mar. 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: **Anais...** Simpósio Sobre Produção Animal, 9, 1996. Piracicaba, FEALQ, 1997. p. 7-32.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de Análise Estatística e Genéticas SAEG-**. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

ZOBELL, D.R.; OLSON, K.C.; WIEDMEIER, R.D. Processed Corn Silage Effects on Digestibility and Production of Growing Beef Replacement Heifers Department of Animal, **Dairy and Veterinary Sciences**, AG/2004/Beef-03, Fev. 2004.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

Avaliações do comportamento de cultivares para silagem no Brasil, em especial daqueles com textura dura é relevante para o sistema de produção de forragens conservadas, principalmente em estádios mais avançados de colheita com uso do processamento por meio do esmagamento, para determinação da extensão do impacto dessa variável no valor nutritivo da silagem.

Estudos que visassem estádios de colheita mais avançados, consumo, desempenho, digestibilidade *in vivo*, perdas e eficiência na colheita seriam pertinentes para viabilização de todo o processo de ensilagem que se utilizam desta técnica.