

# DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE COLHEITA, TAMANHO DE PARTÍCULA E PROCESSAMENTO POR MEIO DO ESMAGAMENTO NA ENSILAGEM

## DEGRADABILITY AND DIGESTIBILITY OF CORN HYBRIDS AS A FUNCTION OF HARVESTING STAGE, PARTICLE SIZE AND PROCESSING THROUGH THE CRUSHING OF SILAGE

Marco Aurélio FACTORI<sup>1</sup>; Ciniro COSTA<sup>2</sup>; Paulo Roberto de Lima MEIRELLES<sup>2</sup>; Joao Paulo Franco DA SILVEIRA<sup>3</sup>; Marina Gabriela Berchiol DA SILVA<sup>3</sup>

1. Zootecnista, Pós-Doutorando do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. maufactori@yahoo.com.br; 2. Zootecnista, Professor, Doutor, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 3. Zootecnista, Doutor em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Botucatu, SP, Brasil;

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo foi avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e amido e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de híbridos de milho em função de duas texturas, três estádios de colheita, três tamanhos de partículas e processamento por meio do esmagamento. Após colheita e picagem, parte do material foi esmagado sendo posteriormente ensilados e vedados por 45 dias. Após a abertura dos silos, analisou-se a degradabilidade ruminal no tempo de incubação de 20 horas por meio da técnica *in situ macro bag*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas. A degradabilidade da MS foi influenciada apenas pelo efeito dos estádios de colheita utilizados. A degradabilidade da PB apresentou interação entre os fatores processamento e tamanho de partícula (Tp), observando aumento desta degradação em função do processamento. Para a degradação da FDN houve interação dos fatores, híbrido e processamento, sendo semelhante para a degradação do amido. A DIVMS foi influenciada pelos efeitos de híbrido, estádio, Tp e processamento. Pode-se concluir que foram maiores os benefícios com o uso do processamento associado a estádios mais avançados de colheita, em maiores granulometrias.

**PALAVRAS-CHAVE:** *macro bag*. Silagem. Textura dentada. Textura dura

### INTRODUÇÃO

Os nutricionistas procuram estabelecer novos parâmetros para avaliar a qualidade de forragens a fim de se conseguir incrementos na eficiência no processo de alimentação que dentre eles podemos citar o estádio de colheita. 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% de matéria seca - MS) implica em plantas cujos grãos não estão devidamente formados ou cheios, com percentagem de água 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 massa seca.

O que se espera de uma cultivar de milho para silagem, é que os grãos estejam úmidos e macios no momento do corte. Celestine et al. (2001) concluíram que o híbrido de textura dura no estádio de maturação fisiológica, diminui consideravelmente seu aproveitamento sendo que nos estádios dentado inicial e metade da linha do

leite, as degradações foram semelhantes. 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, realizado principalmente pelo esmagamento dos grãos ou cortes para diminuir a fração vegetativa da planta.

O tamanho de partícula da silagem assume papel importante no controle do consumo e posterior desempenho animal. Para isso, torna-se necessário o ajuste de máquinas que façam a colheita adequada da forragem, pois o sucesso da ensilagem é dependente dessa etapa. A colhedora não somente colhe a planta, como também promove a picagem da planta em tamanho satisfatório para ocorrência de uma fermentação de qualidade e, posterior aceitabilidade pelos animais. Ainda, segundo Factori et al. (2008), o processamento do material por meio do esmagamento antes da ensilagem, melhora a degradabilidade da silagem de milho por aumentar o seu aproveitamento proporcionando maior aporte de nutrientes aos microrganismos ruminais.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a degradabilidade ruminal da MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), amido e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de híbridos de milho em função de duas texturas (dentada e dura), três estádios de colheita (¼ leitoso, início de maturação fisiológica e maturação fisiológica), três tamanhos de partículas (fino, médio e grosso) e processamento por meio do esmagamento antes da ensilagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unesp - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Botucatu/SP, em área experimental da Fazenda Lageado. Os híbridos utilizados foram o AG 4051 (textura dentada) e DOW 2B 710 (textura dura) cultivados sob sistema convencional, 0,85 m entre linhas e 6,2 sementes por metro (73.000 plantas por hectare), com área útil de 1 ha para cada híbrido. Os tratamentos consistiram em dois híbridos de milho, dentado e duro, colhidos em três estádios (1, para o ¼ leitoso; 2, para início de maturação fisiológica e 3, para a maturação fisiológica) e três tamanhos de partículas (2, 7 e 11 mm), segundo especificações da máquina colhedora de forragem utilizada, denominando-se fino, médio e grosso, respectivamente.

Para determinação da produtividade foram feitas quatro amostragens das plantas a 0,2 m de altura do solo em 1,20 m de linha correspondendo a 1 m<sup>2</sup> (1,20 x 0,85 m) para cada híbrido e estádios de colheita utilizados. A produtividade de grãos na massa seca foi mensurada com a separação manual de grãos de quatro amostras por híbrido a cada estádio, antes do processo de picagem, mensurando assim, após a secagem do material em estufa, a percentagem de grãos na massa.

Para corte da forragem nos tamanhos de partículas desejados foi utilizado um trator acoplado a uma colhedora de forragem, provida de 10 facas (granulometria ajustada para 2, 7 e 11 mm).

No campo utilizaram-se na área plantada parcelas que correspondiam a linhas de plantio de 60 metros para cada tamanho de partícula colhido (3 tamanhos de partículas), nos respectivos estádios de colheita e híbridos, totalizando-se para cada estádio, 6 linhas de milho colhidas (três para cada híbrido).

Após colheita e picagem de cada tamanho de partícula nos respectivos estádios, foi ensilado parte do material em baldes plásticos de 18 litros que permaneceram vedados por 45 dias. Para cada estádio e tamanho de partícula, em metade do material picado respectivamente para cada híbrido,

estádio e tamanho de partícula foi efetuado o esmagamento (após a picagem) por meio de máquina para ensilagem de grãos úmidos para silos *bags* (BOELTER, modelo OB 20, acoplada à TDP do trator, modelo Ursus 70 cv 4x2), providas de rolos que giram em sentido oposto, para proporcionar o esmagamento da massa a ser ensilada, com regulagem até o ponto em que não passem grãos inteiros, de modo que esses sejam esmagados e não quebrados. Os baldes resultantes também permaneceram vedados por 45 dias para posteriores análises de degradabilidade e digestibilidade *in vitro*.

Após a abertura destes baldes, foram determinados os tamanhos de partículas pelo método Penn State Forage Particle Separator das amostras *in natura* segundo metodologia proposta por Kononoff et al. (2003), com duas amostras por tratamento. Também, foram retiradas 108 amostras para análise de pH (sendo estes resultados utilizados para certificação de fermentação dentro do silo), segundo Macdonald et al. (1991) e DIVMS segundo Tilley e Terry (1963), adaptado por Silva e Queiroz (2002). Parte do material foi seco em estufa de circulação forçada de ar (65° C) por 48 horas para determinação do teor de MS.

Para a avaliação da degradabilidade ruminal, foram utilizados dois animais fistulados 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). Foram utilizadas duas vacas da raça holandesa com peso vivo médio de 520 kg e providas de cânula ruminal permanente. Os animais. Embora não estivessem em lactação, permaneceram em lotes de produção de leite manejados juntamente com os animais lactantes consumindo silagem de milho *ad libitum* e suplementados com 30 % de concentrado, sendo que este concentrado apresentava 18 % de proteína bruta (PB) e 68% de NDT, sem uréia.

Para a análise de degradabilidade utilizou-se a técnica *in situ macro bag* em sacos de náilon com poros de 50 µm, medindo 15 x 27 cm. Foram incubados aproximadamente 35 g de silagem de milho (ao redor de 15 g de massa seca) *in natura*, sem prévia secagem e moagem (HUNTINGTON e GIVENS, 1995; ANDRAE et al., 2001; FACTORI, 2008) retiradas do silo, pesadas e mantidas sob refrigeração para posterior incubação nos animais por um período de 20 horas (FACTORI, 2008).

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.

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 desaparecido (degradabilidade).

A partir do material seco em estufa, este foi moído e enviado para análises de PB segundo AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com o método de Goering e Van Soest (1970) e amido, segundo Poore *et al.* (1989).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas analisado pelo SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000), utilizando-se de análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Duncan ( $P < 0,01$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados de pH, conclui-se que não houveram limitações para o processo de ensilagem, mesmo em estádios mais tardios de colheita no que

tange a compactação e fermentação do material. Os valores para os tratamentos variam de 3,7 a 4,3 estando de acordo McDonald *et al.* (1991) que descreveram silagens que apresentam boa fermentação e correta conservação do material dentro do silo.

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. Na Tabela 1 estão apresentadas as produtividades de massa seca e as percentagens de grãos na massa ensilada. Houve aumento da produtividade para os estádios mais avançados de colheita com maiores valores para o estádio de maturação fisiológica para ambos os materiais utilizados, de textura dentada e dura. Em relação às percentagens de grãos, houve aumento significativo para o híbrido de textura dura nos estádios de início de maturação fisiológica e maturação fisiológica.

**Tabela 1.** Percentagem de matéria seca (%MS), produtividade de massa seca (kg/ha) e percentagem de grãos na matéria seca (%) em função dos híbridos e estádios de colheita utilizados.

Híbrido	Estádio	%MS	Produtividade (kg/ha) *	% de Grãos na MS **
Duro	¼ leitoso	38	15.725 C	42 B
Dentado			16.575 C	38 B
Duro	Início de maturação fisiológica	47	22.443 B	44 A
Dentado			22.325 B	40 B
Duro	Maturação fisiológica	50	23.400 A	46 A
Dentado			23.300 A	41B

Médias seguidas de letras Maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,01$ ); \*CV: 2,7%; \*\*CV: 12,2%;

Com relação aos valores médios dos tamanhos de partículas utilizados, não foram diferentes nas mesmas granulometrias, fina, média e grossa (2, 7 e 11 mm respectivamente), para os estádios de colheita, não corroborando com Garbui *et al.* (2006) que 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. Embora o presente estudo não objetive avaliar a máquina quanto à eficiência de picagem, salienta-se que para as mesma regulagens, não foram diferentes os tamanhos de partículas em função dos híbridos e estádios utilizados.

Segundo Flaresso *et al.* (2000) as produtividades dos híbridos de milho variaram entre 18.092 e 23.869 kg ha<sup>-1</sup>, independente da textura. Considerando o aspecto de dureza de grãos e quantidade de massa picada, torna-se fundamental o conhecimento da participação destes grãos uma vez que apresentam diferenças de arranjo de suas estruturas (KOTARSKI *et al.*, 1992).

Em relação à percentagem de grãos na massa seca, Sarti *et al.* (2005) verificaram valores variando de 35 a 55%, valores estes semelhantes ao encontrado no presente experimento. A quantidade de grãos interfere diretamente no aproveitamento do material e por conseguinte melhora o valor nutritivo da massa ensilada, sendo que silagens de melhor qualidade são aquelas que apresentam maiores percentagens de grãos, desde que estejam aproveitáveis, em função do estádio de colheita. No entanto, verifica-se que os valores para o híbrido de textura dura, foram maiores uma vez que estes híbridos são selecionados para produção de grãos. Um aspecto interessante foi o pequeno aumento para o híbrido de textura dura e o decréscimo para a textura dentada, mostrando a maior participação de folhas e colmos na massa ensilada, nestes híbridos de textura dentada indicados para produção de silagem em função do maior aproveitamento e maior produção de massa.

Para os resultados de degradabilidade da matéria seca (DMS) houve efeito apenas nos

estádios de colheita utilizados (Tabela 2) com maiores valores para o estágio ¼ leitoso, sendo este indicado na literatura como ideal para colheita no processo de ensilagem, juntamente com o início de maturação fisiológica, estando estes por volta de 39

e 47%, respectivamente. A DMS para os híbridos de textura dentada e dura, respectivamente, foram de 47 e 48 %, enquanto para os tamanhos de partículas, fino médio e grosso, respectivamente, foram de 47,6; 43,2 e 47,9 %.

**Tabela 2.** Degradabilidade da matéria seca (%) em função dos estádios de colheita ¼ leitoso, início de maturação fisiológica e maturação fisiológica.

Estádio de colheita		
¼ leitoso	Início de maturação fisiológica	Maturação fisiológica
49,0 a	48,5 ab	44,4 b

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Duncan - ( $P < 0,01$ ); CV: 24,6%.

Factori et al. (2008) observaram diferenças significativas na utilização destes mesmos híbridos e processamento, inclusive nos estádios de colheita ¼ leitoso e início de maturação fisiológica, concordando com os dados do presente estudo. No entanto, estes autores trabalharam com até 72 horas de incubação ruminal sendo significativa esta degradação. Este tempo maior de degradação influenciará principalmente na maior degradação da fibra, uma vez que permanece por maior tempo no rúmen, não sendo tão quanto expressiva em relação à proteína e amido.

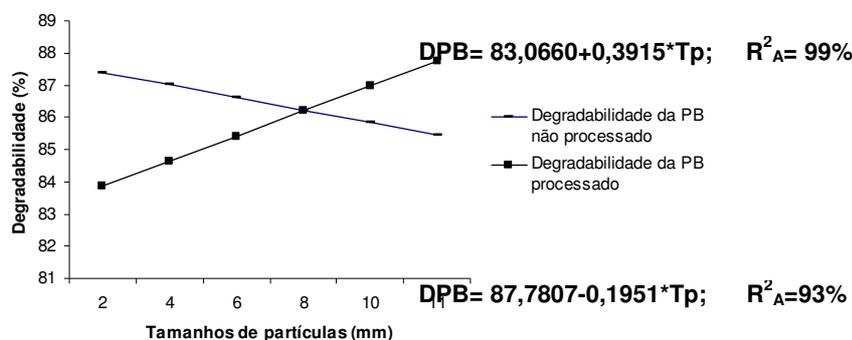
Ainda, Andrae et al. (2001) trabalhando com processamento com diminuição do tamanho de partícula e estádios de colheita (30 e 40% de MS) verificaram que com 24 horas de incubação (4 horas a mais de incubação que o presente trabalho), o processamento aumentou a degradação da matéria seca predominando o segundo estágio.

Mesmo apresentando dados que não concordam com os dados do presente estudo, Pereira et al. (2004) avaliando os efeitos da textura e da maturação sobre a degradabilidade ruminal de grãos de milho colhidos nos estádios metade da linha do leite e maturação fisiológica, verificaram

que a degradação ruminal da MS em 24 horas foi de 63% nos grãos dentados e 52% nos grãos de textura dura sendo explicado pelo rearranjo entre proteína e amido dentro do grão, dificultando a degradação do híbrido de textura dura, em função da maior vitreosidade.

É de fundamental importância que a escolha dos híbridos seja a mais indicada para cada situação escolhida a fim de proporcionar a melhor degradação. Para isso, os fatores estágio de colheita e uso do processamento, ajudam na tomada de decisão, uma vez que o processamento viabiliza o uso destes híbridos, mesmo que em estádios avançados de colheita.

A degradabilidade da proteína bruta (DEGPB) foi influenciada pela interação dos fatores processamento e tamanhos de partícula (Tp), segundo a Figura 1. Houve aumento na DPB de 0,3915 % com o uso do processamento e decréscimo de 0,1951 % sem o uso do processamento para cada mm de tamanho de partícula utilizado. Pode-se inferir ainda, que os valores de DPB para os híbridos de textura dura e dentada foram de 86,1%.



**Figura 1.** Degradabilidade da proteína bruta (DPB) em função da interação processamento e tamanho de partícula (Tp).

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). O processamento, aumenta a exposição do amido ao ataque de

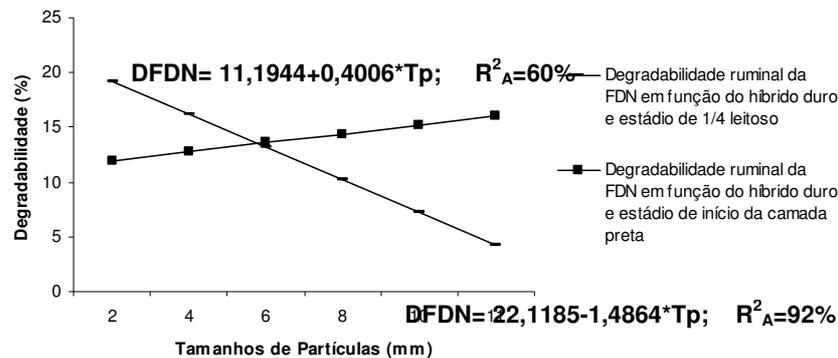
microorganismos aumentando a degradação principalmente em maiores Tp. Mesmo não sendo a silagem de milho um alimento rico em PB, todo e qualquer aumento torna-se significativo por aumentar a eficiência dos sistemas de produção que se utilizem desta técnica.

Cantarelli et al. (2007), embora trabalhando com vitreosidade de grãos de diferentes texturas para suíno, verificaram menores aproveitamentos da PB, para os híbridos de textura dura em função da maior dificuldade de ação das enzimas digestivas e das maiores vitreosidades dos grãos, fator este, que pode ter analogia com a ação de microrganismos ruminais em relação à degradabilidade do alimento, em função da maior superfície de ação destes, ao alimento degradado.

O tamanho de partícula influencia os padrões de fermentação ruminal, produção microbiana e eficiência da utilização do amido, proteína e de outros nutrientes no rúmen. Contudo, Neumann et al. (2007) recomendaram a colheita da

planta de milho com tamanho de partícula entre 0,2 e 0,6 cm devido à conseqüente redução nas perdas após a desensilagem sendo estas, principalmente, nutricionais. Assim, pode-se inferir, que a utilização de maiores tamanhos de partículas associados ao processamento podem viabilizar o sistema em função de aumentos na taxa de DEGPB.

Houve influência da interação híbrido\*estádios de colheita\*Tp e híbrido\*processamento\*Tp. Pode-se observar na Figura 2, que a degradação da Fibra em detergente neutro (DFDN) para o híbrido duro diminui 1,4864% com aumento de um mm no Tp, no estágio ¼ leitoso. No estágio de início de maturação fisiológica, os valores de DFDN aumentam 0,4006% para o híbrido de textura dentada à medida que aumenta o Tp, que pode ser explicado, uma vez que, o processamento foi significativo para a DFDN. Para os demais estádios de colheita a DFDN foi em média 11%.



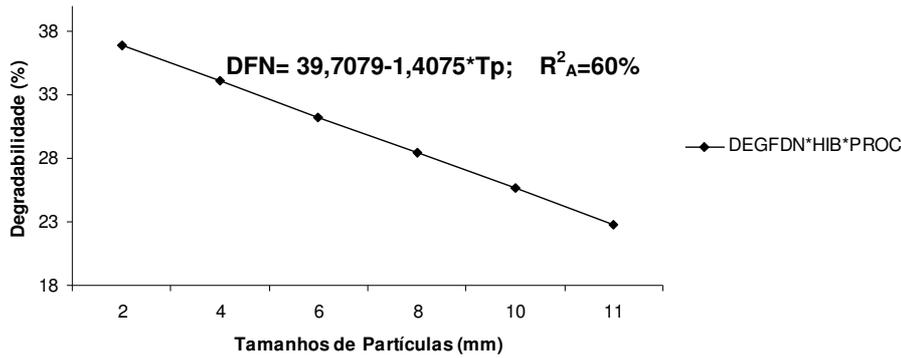
**Figura 2.** Degradabilidade da Fibra em Detergente Neutro (DFDN) do híbrido duro em função do estágio de colheita e tamanho de partícula (Tp).

Ainda para a DFDN, pode-se observar na Figura 3 que a interação híbrido dentado\*não processado implica no menor aproveitamento da FDN (diminuição de 1,4075%) à medida que aumenta um mm o Tp. Embora o processamento tenha visado somente a parte de grãos, pode-se inferir que o aumento da degradação da fibra tenha sido ocasionada pelo maior aporte de energia e consequentemente maior sincronismo ruminal com o aumento do ataque destes microrganismos a parte fibrosa e consequentemente maior degradação.

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.

Ainda, 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, uma vez que ela está mais presente e por muitas vezes de difícil apresentação e aproveitamento pelo animal.

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



**Figura 3.** Degradabilidade da Fibra em Detergente Neutro (DFDN) do híbrido dentado não processado em função do tamanho de partícula (Tp).

A degradação do amido (DA) sofreu influência da interação híbrido\*processamento (Tabela 3) e do tamanho de partícula. Com o uso do processamento não houve significância entre os híbridos, porém sem o processamento, o híbrido de

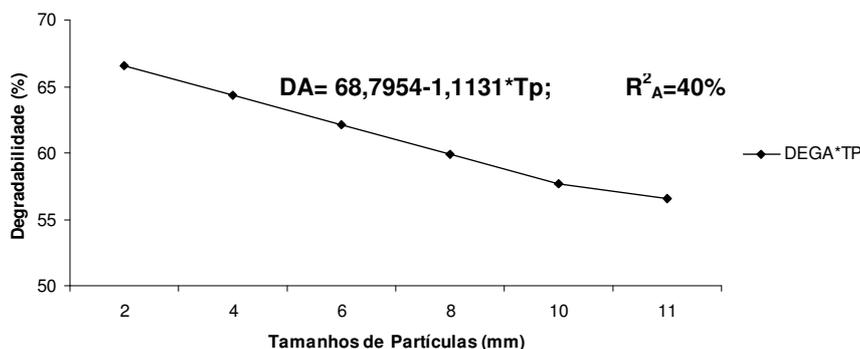
textura dentada foi superior em função do rearranjo de proteína dentro do grão e conseqüentemente sua maior vitreosidade, diminuindo sua degradação. A DA para os demais fatores obtiveram valores ao redor de 70%.

**Tabela 3.** Degradabilidade do amido (%) em função do híbrido (dentado e duro) e Processamento (processado ou não processado).

Processamento	Híbrido Duro	Híbrido Dentado
Processado	67,7 aA	64,8 aA
Não Processado	51,5 aB	60,4 bA

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan - ( $P < 0,01$ ); CV: 20,21%.

Para cada aumento de um mm no tamanho de partícula a degradabilidade do amido diminuiu 1,1131% (Figura 4), fato este esperado em função da possibilidade da maior degradação do amido pela menor área de contato do substrato e microorganismos.



**Figura 4.** Degradabilidade do Amido (DA) em função do tamanho de partícula (Tp).

Factori et al. (2008) concluiu que para o aumento da degradação de amido, o uso do processamento aumentou em até 14% esta degradação, principalmente para o híbrido de textura dura, no estágio de início de maturação fisiológica. 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 MS e do amido do milho pela floculação, em relação à moagem fina e à quebra.

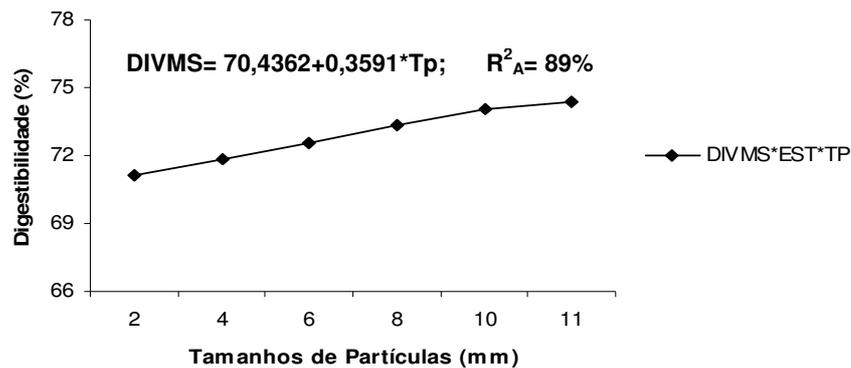
Segundo Johnson e Koons, (1997), grãos laminados ou moídos finamente são melhor aproveitados por vacas em lactação. Simas (1996) destaca que o aumento da produção decorrente do aumento da utilização de amido em fontes de alta degradabilidade ruminal é consequência provável do aumento da energia absorvida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

É de fundamental importância que os sistemas que se utilizam da silagem de milho possam viabilizar o uso do amido, uma vez que a silagem, rica em grãos, proporciona rico aporte de energia nas dietas dos animais. Todo e qualquer incremento nesta energia poderá trazer consideráveis benefícios, principalmente para

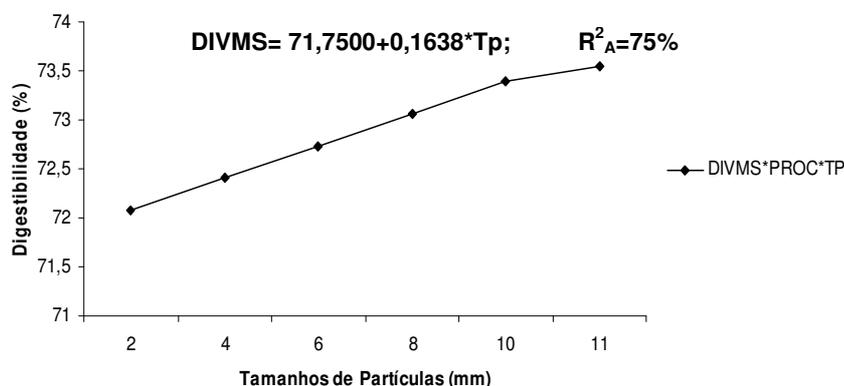
animais confinados em dietas de alto grão, bem como na lactação de vacas de alta produção, no balanço de energia ruminal.

Para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) apresentada na Figura 5, houve influência da interação híbrido\*estádio\*Tp e processamento\*Tp. No estágio de maturação fisiológica observou-se influência do Tp, sendo que para cada um mm de TP aumentado, a DIVMS aumenta em 0,354%.

A interação em função dos fatores processamento\*tamanho de partícula (Figura 6) mostra que a medida que aumenta o Tp aumenta em 0,1638% a DIVMS. Embora as análises da DIVMS não utilizem o material *in natura*, desconsiderando assim o processamento por meio do esmagamento, pode-se inferir que o processamento foi significativo por aumentar a disposição do material para a ação microbiana mesmo na fase de silo, em função da ação de ácidos orgânicos, aumentando a digestibilidade pelo maior aporte de amido.



**Figura 5.** Digestibilidade *in vitro* da Matéria seca (DIVMS) em função da interação do estágio início de maturação fisiológica\*tamanho de partícula (Tp).



**Figura 6.** Digestibilidade *in vitro* da Matéria seca (DIVMS) em função do processamento\*tamanho de partícula (Tp).

Wilkerson et al.(1997); citado por Jobim et al. (2003) trabalhando com vacas leiteiras com o

fornecimento de grãos úmidos na dieta, verificaram diferenças na produção e composição do leite em

função do aumento na digestibilidade da matéria orgânica da dieta com silagem de grãos úmidos, devido a maior digestibilidade da proteína, do amido e dos carboidratos não fibrosos, destes grãos após o processo de ensilagem comparados a grãos secos.

Segundo Simas (1987) conclui que o aumento da produção de leite em vacas recebendo fontes de amido de alta degradabilidade ruminal, é provavelmente devido ao aumento da energia absorvida e mais proteína microbiana disponível para absorção, o que foi verificado no presente estudo pelo aumento da digestibilidade.

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 ruminção.

O processamento físico constitui-se em estratégia importante para colheita de plantas com avançado estágio de maturação. O ganho em maior digestibilidade do amido não é tão pronunciado nestes teores de MS, devido à maior porção leitosa do grão (BAL; 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.

Andrae et al. (2001), estudando a ingestão e digestibilidade com novilhos sobre o processamento (moagem fina) verificaram que o processamento aumentou a digestibilidade total do alimento encontrando menor digestibilidade da fibra, em virtude da diminuição da sua efetividade.

## CONCLUSÕES

O processamento por meio do esmagamento da forragem antes da ensilagem melhora a digestibilidade da matéria seca da silagem de híbridos de milho em estádios mais avançados de colheita pelo maior aporte de amido no grão.

O esmagamento da massa de forragem antes da ensilagem proporciona maiores benefícios nos estádios mais avançados de colheita e em maiores granulometrias (11 mm) em função das maiores degradabilidades encontradas, ampliando o intervalo de colheita e permitindo o uso de materiais de textura dura para ensilagem.

---

**ABSTRACT:** During the process of silage corn, should take into consideration some aspects that will result in better utilization. The aim of this study was to evaluate the degradability of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and starch digestibility and in vitro dry matter (DM) of silage corn hybrids due two textures, three stages of harvest, three particle sizes and processing by crushing. After harvesting and chipping, part of the material was crushed and then ensiled and sealed for 45 days. After opening the silos, analyzed the degradability in the incubation time of 20 hours using the technique in situ macro bag. The experimental design was a randomized split plot. The DM degradability was influenced only by the effect of stages of sampling used. The degradability of CP showed interaction between processing and particle size (Tp), noting that increased degradation due to processing. For NDF degradation significant interaction of factors, hybrid and processing, similar to the degradation of starch. The IVDMD was influenced by the effects of hybrid, stadium, Tp and processing. It can be concluded that benefits were higher with the use of processing associated with more advanced stages of harvest, in larger particle sizes.

**KEYWORDS:** Hard texture. Macro bag. Silage. Soft texture.

---

## REFERÊNCIAS

- 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.
- 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**, Lancaster, v. 80, p. 2497-2503, 1997.

- 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.
- CELESTINE, 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**, Lancaster, v. 84, p. 419, Supplement 1., 2001.
- 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, CD Room 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**, Lancaster, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.
- 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. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, p. 2521–2528. 2000.
- FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; OLIVEIRA, K. ROSALES, L. A.; Moraes, G. J.; GONÇALVES, H. C. Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 65, n. 4, p. 259-273, out./dez., 2008.
- 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.
- 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**, Lancaster, v. 75, n. 140 (Suppl. 1), 1997.
- 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**, Lancaster, v. 82, p. 2813-2825, 1999.

- 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**, Lancaster, v. 86, n. 5, p. 1858-1863, 2003.
- KOTARSKI, S. F., WANISHA, R. D., THUR, K. K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v. 122, p. 178-190, 1992.
- McDONALD, P., HENDERSON, N., HERON, S. 1991. The biochemistry of silage. Marlow Bucks. **Chalcombe Publications**. 340 p
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.
- 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. Ruminal 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 Animal 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**, Goiânia, 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; 265p., 2002.
- SIMAS, J. M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: Simpósio Sobre Produção Animal, **Anais...** 9, 1996. Piracicaba, FEALQ, p. 7-32, 1997.
- TILLEY, J. M. A. & TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal Britânic Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- 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.