

# DEGRADABILIDADE DA MATÉRIA SECA E DA PROTEÍNA BRUTA DE GRÃOS SECOS E DE SILAGENS DE GRÃOS ÚMIDOS DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays*), SUBMETIDOS A DIFERENTES PROCESSAMENTOS<sup>1</sup>

WAGNER DOS REIS<sup>2</sup>, CINIRO COSTA<sup>3</sup>, PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES<sup>3</sup>, MARINA GABRIELA BERCHIOL DA SILVA<sup>3</sup>, MARCO AURÉLIO FACTOR<sup>3</sup>, JANAÍNA CONTE HADLICH<sup>3</sup>, KÁTIA DE OLIVEIRA<sup>4</sup>, ERIKELLY ALINE RIBEIRO DE SANTANA<sup>3</sup>, CRISTIANO MAGALHÃES PARIZ<sup>3</sup>, JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 06/05/13. Aceito para publicação em 27/11/13.

<sup>2</sup>Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista (ESAPP), Caixa postal 88, CEP 19700-000, Paraguaçu Paulista, SP, Brasil. Email: [wagnerreis04@hotmail.com](mailto:wagnerreis04@hotmail.com)

<sup>3</sup>Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Botucatu, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18.618-000, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, UNESP, Dracena, SP, Brasil.

**RESUMO:** Este trabalho avaliou o efeito do processamento em dois híbridos de milho secos e ensilados úmidos, sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB). A granulometria apresentou diferença no DGM (Diâmetro Geométrico Médio) dos ingredientes submetidos à moagem. Foram utilizados três ovinos fistulados no rúmen, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo dois híbridos de milho (textura dura e mole), dois métodos de conservação e três processamentos (moído grosso, médio e fino), com cinco tempos de incubação (3, 6, 12, 24 e 48 horas). Os valores da fração A na SMM (silagem de milho mole) da MS foram superiores ao GMM (grão de milho mole) em todas as granulometrias. A ensilagem aumentou a solubilidade da MS dos ingredientes, diminuindo a fração B comparada ao grão seco. Os valores das frações DP e DE a 5%/h da proteína foram maiores para SMM e GMM, apresentando maior desaparecimento com avanço do tempo de incubação. Para a MS a ensilagem aumentou a degradabilidade do milho textura mole. A taxa de fermentação foi superior para SMM e GMM. A ensilagem influencia positivamente no desaparecimento da MS e PB comparada com o GMM.

**Palavras-chave:** silagem de grãos úmidos, degradação ruminal, granulometria, valor nutritivo.

## DEGRADABILITY OF DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN OF DRY GRAINS AND WET GRAIN SILAGES FROM DIFFERENT PROCESSING CORN HYBRIDS (*Zea mays*)

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of processing two corn hybrids conserved, dry and humid grains, the dry matter (DM) and crude protein (CP) degradability *in situ*. The particle size was determined and difference was verified in MGD (Medium Geometric Diameter) of processed ingredients. Three sheep were used with rumen cannulated, in a completely randomized design, using a factorial outline 2 x 2 x 3, being two corn hybrid, two conservation methods and three processing forms (whole, coarsely and finely ground), with five times of incubation (3, 6, 12, 24 and 48 hours). The fraction A in SDC (silage of dent corn) of DM was superior to GDC (grain of dent corn) in all of the particles size. The ensiling process increased the DM solubility, reducing the fraction B in comparison to dry grain. The values regarding the fractions DP and DE the 5% per hour of the protein, were larger for SDC and GDC, it presents a decreasing when the incubation time advances. The fermentation rate was superior for SDC and GDC. The ensiling process has positive effect in the decreasing of DM and CP in comparison to GDC.

**Keywords:** high moisture grain, ruminal degradability, particle size, nutritive value.

## INTRODUÇÃO

O tamanho das partículas dos ingredientes destinados à fabricação de rações pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e como consequência na maximização da resposta pelo animal. Neste contexto, a textura do grão, ou a vitreosidade também é uma 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).

Assim, grande ênfase tem sido dada ao estudo da degradabilidade ruminal dos alimentos, com base nas diferentes formas físicas presentes nas dietas dos animais. A dureza é uma característica física que influencia na qualidade e no processamento dos grãos de milho e a vitreosidade é uma medida indireta da dureza do grão (FOX e MANLEY, 2009).

No grão de milho, o endosperma consiste de uma área translúcida, que é referida como vítrea ou córnea, e por uma área amorfa opaca, que é referida como macia ou farinácea. A proporção dessas duas áreas varia com a cultivar e determina a textura do grão (RIBAS *et al.*, 2007). Assim, dois tipos de milho podem ser definidos: dentado e duro. Os grãos duros são caracterizados pela predominância de endosperma vítreo. Do ponto de vista da nutrição animal, quanto maior a proporção de endosperma vítreo menor é a digestibilidade do amido presente neste grão (CORREA *et al.*, 2002). Neste sentido, a caracterização física de grãos de milho poderia ser útil na caracterização do valor nutritivo (PHILLIPEAU *et al.*, 1999; GIGER-RIVERDIN, 2000).

A recomendação quanto à granulometria dos alimentos deve ser com base no Diâmetro Geométrico Médio (DGM) das partículas e não somente no diâmetro dos furos das peneiras, por tratar-se de uma medida mais precisa, considerando que não existe padronização nos moinhos. Esse procedimento consiste no peneiramento de uma amostra do ingrediente em questão, gerando informações sobre o DGM das partículas, possibilitando correlacionar à digestibilidade dos nutrientes, a resposta animal e ao rendimento de moagem (ZANOTTO e BELLAVER, 1996).

Do ponto de vista nutricional, pode-se considerar que quanto menor o tamanho das partículas do alimento, maior é o contato dessas com os sucos digesti-

vos, favorecendo a digestão e a absorção. Entretanto, o tamanho ideal das partículas varia com a espécie animal. Dessa forma, REIS *et al.* (2011) estudando a degradabilidade do amido de grãos secos e ensilados de híbridos de milho com textura dura e dentada em função do grau de moagem, concluíram que a utilização de grãos de milho de textura dentada e a ensilagem dos grãos como forma de conservação se mostrou a melhor opção para alimentação de ruminantes, por apresentar maior degradabilidade do amido e que, independente das formas de conservação, os grãos do híbrido de milho de textura dura devem ser moídos fino (8 mm), por proporcionar maior degradação ruminal, enquanto que para o híbrido de textura dentada, a moagem média (10 mm) é a mais indicada para ensilagem, e a moagem grossa (12 mm) para os grãos secos.

Neste sentido, esta pesquisa objetivou avaliar o efeito das formas de conservação (grão ensilado ou grão seco) do milho com textura dura e mole, moído em três granulometrias sobre a degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ensino, Pesquisa e Produção da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Campus de Botucatu, com a etapa de degradabilidade conduzida no setor da Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados três ovinos, fistulados no rúmen, em delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial  $2 \times 2 \times 3$ , sendo dois híbridos de milho com texturas diferentes (AG 4051 - textura dentada e BAYER 3663 - textura dura), duas formas de conservação (grãos secos e grãos ensilados, com teores de umidade de 13 e 28%, respectivamente) e três graus de moagem (moído grosso, médio e fino, correspondendo às peneiras de crivo de 12; 10 e 8 mm, respectivamente).

A colheita dos grãos úmidos foi efetuada na fase de maturação fisiológica, ocasião em que os grãos apresentaram 72% de matéria seca (MS), o que na prática representa o surgimento da camada preta na base dos grãos. Em seguida os grãos foram moídos utilizando-se o equipamento destinado ao enchimento de

silos tipo "bag" (BOELTER, modelo OB 20). Para a moagem dos grãos secos de milho, acoplaram-se a um desintegrador as peneiras obtendo-se granulometrias diferenciadas para compor os tratamentos. Depois de moídos, os grãos úmidos foram acondicionados em baldes de PVC (20 cm de diâmetro com 40 cm de altura) com capacidade para aproximadamente 22 kg, sendo devidamente vedados e armazenados por um período de 45 dias. Foram utilizados três ovinos, providos de cânulas no rúmen. Antes do início da fase experimental, os animais passaram por um período de 15 dias de adaptação às dietas, com 10 dias para a coleta do material, totalizando 25 dias de período experimental.

Os animais receberam dieta composta de volume-

so e concentrado na relação de 40:60 na matéria seca (MS). Utilizou-se feno de coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) como volumoso, que era triturado no momento do fornecimento (com média de 86% de MS) e farelo de canola como concentrado. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia (7 e 17 horas) na quantidade equivalente a 2% do peso vivo em MS. A composição química e bromatológica destes alimentos e dos ingredientes utilizados na formulação dos tratamentos para o ensaio de degradabilidade foi determinada segundo metodologias descritas por SILVA e QUEIROZ (1991) (Tabelas 1 e 2, respectivamente). Nos tratamentos no qual o milho foi ensilado, as amostragens foram realizadas no momento da abertura dos silos.

**Tabela 1. Composição da ração basal utilizada no experimento de degradabilidade (% na matéria seca)**

Alimento		PB	NDT	FDN	Ca	P
	Kg			%		
Feno de Coast cross	90	9,0	50,4	69,48	0,45	0,27
Farelo de Canola	10	4,0	7,5	3,072	0,07	0,11
Total	100	13,0	57,9	72,55	0,52	0,38

**Tabela 2. Composição química dos ingredientes utilizados na formulação dos tratamentos e no ensaio de degradabilidade**

Ingredientes	MS	PB	EE	NDT	FDN
SMD - Gr	76,49	11,21	9,27	83,13	15,90
SMD - Md	76,64	11,31	7,93	84,60	15,00
SMD - Fn	76,98	11,07	8,84	83,50	15,60
SMM - Gr	73,28	10,70	7,26	83,22	15,80
SMM - Md	74,16	11,26	6,53	83,12	15,52
SMM - Fn	73,29	11,12	6,82	82,59	15,50
GMD - Gr	73,00	11,89	9,37	84,03	16,55
GMD - Md	73,46	11,83	7,52	82,76	16,30
GMD - Fn	79,44	11,33	9,86	83,78	16,58
GMM - Gr	78,77	10,48	7,02	83,03	16,42
GMM - Md	78,38	10,58	6,63	82,02	16,76
GMM - Fn	70,95	10,76	6,99	83,49	16,51

SMM - Gr = silagem de milho mole moído grosso; SMM - Md = silagem de milho mole moído médio; SMM - Fn = silagem de milho mole moído fino; SMD - Gr = silagem de milho duro moído grosso; SMD - Md = silagem de milho duro moído médio; SMD - Fn = silagem de milho duro moído fino; GMD - Gr = grão de milho duro moído com peneira 12 mm; GMD - Md = grão de milho duro moído com peneira 10 mm; GMD - Fn = grão de milho duro moído com peneira 8 mm; GMM - Gr = grão de milho mole moído com peneira 12 mm; GMM - Md = grão de milho mole moído com peneira 10 mm; GMM - Fn = grão de milho mole moído com peneira 8 mm.

Foi utilizada a técnica de degradação ruminal *in situ* proposta por ORSKOV e MCDONALD (1979), utilizando-se sacos de nylon, 100% poliamida, medindo 14 x 7 cm, com poros de 50 micras. Os tempos de incubação foram de 3; 6; 12; 24 e 48 horas, sendo que os sacos correspondentes a cada horário foram inseridos no rúmen, imediatamente após as refeições, de tal forma que os sacos relativos ao horário subsequente foram inseridos depois de decorrido todo o período do primeiro. As amostras correspondentes ao tempo zero foram colocadas em banho-maria, com agitação e temperatura de 39° C durante uma hora e depois lavadas. Transcorrido o tempo de permanência dos sacos no rúmen, estes foram mergulhados por 30 minutos em água com gelo para interrupção da atividade microbiana e lavados em água fria corrente para retirada de conteúdo ruminal.

Em seguida, foram lavados em máquina tipo tanquinho com renovação de água, sendo o tempo (5 minutos para cada) e o número de batidas (5) padronizadas para todas as lavagens. Após esta etapa, os sacos contendo os resíduos não degradados no rúmen foram secos em estufa com circulação e renovação de ar a temperatura de 55° C por um período de 72 horas. Os resíduos foram pesados após estarem secos e em equilíbrio com a temperatura ambiente.

As porcentagens de desaparecimento da MS e PB por tempo de incubação foram calculadas pela proporção do resíduo nos sacos após incubação ruminal.

Para avaliação da degradação potencial das frações foi utilizado o modelo:

$$p = a + b (1 - e^{kdt})$$

em que,  $p$  é a degradação potencial do componente nutritivo, em porcentagem;  $a$  variável  $a$  corresponde à fração solúvel, em porcentagem;  $b$  é a fração insolúvel potencialmente degradável, em porcentagem;  $a + b$  representa o potencial de digestão do componente nutritivo;  $kd$  é a taxa de digestão por ação fermentativa, em porcentagem por hora; e  $t$  é o tempo de incubação, em horas (ORSKOV e MCDONALD, 1979).

A Tabela 2 apresenta a composição química dos ingredientes utilizados na formulação dos tratamentos para o ensaio de degradabilidade. A degradabilidade efetiva foi estimada a partir do modelo  $PDe = a + b \left[ \frac{kd}{kd + kp} \right]$  proposto por MCDONALD (1981),

em que PDe corresponde à degradabilidade efetiva, em porcentagem;  $a$ ,  $b$  e  $kd$  as mesmas constantes da equação anteriormente descrita;  $kp$  = taxa de passagem das frações nutritivas por hora.

Os resultados foram submetidos à análise no Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1983), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$yijkl = \mu + Ai + Bj + Ck + (AB)ij + (AC)ik + (BC)jk + (ABC)ijk + ijkl$$

em que:

$yijkl$  = representa a observação  $l$  com média geral  $\mu$  da forma de conservação  $i$ , na textura  $j$  com granulometria  $k$ ;

$Ai$  = efeito da forma de conservação  $i$ ;

$Bj$  = efeito da textura  $j$ ;

$Ck$  = efeito da granulometria  $k$ ;

$(AB)ij$  = Efeito da interação da  $i$ -ésima forma de conservação, com a  $j$ -ésima textura  $j$ ;

$(AC)ik$  = efeito da interação da  $i$ -ésima forma de conservação, com a  $k$ -ésima granulometria  $k$ ;

$(BC)jk$  = efeito da interação da  $j$ -ésima textura, com a  $k$ -ésima granulometria  $k$ ;

$(ABC)ijk$  = efeito da interação da  $i$ -ésima forma de conservação, com a  $j$ -ésima textura; com a  $k$ -ésima granulometria;

$ijkl$  = erro experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos valores referentes ao tamanho das partículas do milho quando submetido a diferentes graus de moagem podem ser verificados na Tabela 3, confirmando os dados obtidos por ZANOTTO e BELLAVER (1996). Observa-se que na forma de grão seco, a moagem proporcionou maior padronização da granulometria com melhor fluxo pelo desintegrador, permitindo moagem mais eficiente. O milho com textura dura permitiu obter valores mais aproximados para DGM (Diâmetro Geométrico Médio). Houve maior resistência do material ensilado, devido a maior umidade, à moagem no processamento com as peneiras de 8, 10 e 12 mm. Razão pela qual se optou por utilizar o equipamento para enchimento dos silos tipo "bag".

**Tabela 3. Tamanho de partículas de milho de acordo com o processamento**

Ingrediente processado	DGM (Diâmetro Geométrico Médio - $\mu\text{m}$ )
SMM - Gr	771,82
SMM - Md	648,43
SMM - Fn	594,12
SMD - Gr	1064,38
SMD - Md	681,61
SMD - Fn	368,13
GMD - Gr	502,71
GMD - Md	385,95
GMD - Fn	329,24
GMM - Gr	623,01
GMM - Md	439,74
GMM - Fn	268,07

SMM - Gr = silagem de milho mole moído grosso; SMM - Md = silagem de milho mole moído médio; SMM - Fn = silagem de milho mole moído fino; SMD - Gr = silagem de milho duro moído grosso; SMD - Md = silagem de milho duro moído médio; SMD - Fn = silagem de milho duro moído fino; GMD - Gr = grão de milho duro moído com peneira 12 mm; GMD - Md = grão de milho duro moído com peneira 10 mm; GMD - Fn = grão de milho duro moído com peneira 8 mm; GMM - Gr = grão de milho mole moído com peneira 12 mm; GMM - Md = grão de milho mole moído com peneira 10 mm; GMM - Fn = grão de milho mole moído com peneira 8 mm.

Os resultados referentes às frações A, B, C, kd e as degradabilidades potencial e efetivas para as taxas de 5 %/h da matéria seca (MS) do milho com textura dura e mole (seco ou ensilado) encontram-se na Tabela 4. Constatou-se maior fração solúvel para a silagem de milho mole. O processo de ensilagem aumentou ( $P < 0,05$ ) a solubilidade da MS dos grãos processados. A fração solúvel (A) na SMD (silagem de milho duro) e GMD (grão de milho duro) nas diferentes granulometrias foi baixa quando comparada com os valores da SMM (silagem de mole) e GMM (grão de milho mole). Observa-se que o processo de ensilagem melhorou a ação dos microrganismos ruminais sobre o material, com diferença significativa nestes resultados. Isso pode ser atribuído aos ácidos orgânicos que são produzidos durante o processo fermentativo no silo (TONROY *et al.*, 1974; GOODRICH *et al.*, 1975; BRANDT *et al.*, 1985; MADER *et al.*, 1991; STOCK *et al.*, 1991). Para grão de milho com textura mole, ocorreu diferença significativa ( $P < 0,05$ ) quando comparado ao milho com textura dura, indicando que a textura do grão tem influência no desaparecimento da fração A; onde grãos de milho com textura mole apresentam maior taxa de desaparecimento ruminal.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a fração B da MS na silagem de milho mole e grão de milho mole, com diminuição da fração B da silagem quando comparado com o grão seco. Observa-se diferença

entre os tratamentos, não havendo efeito quando o material foi submetido a diferentes graus de moagem.

Com relação à fração C da matéria seca, não se verifica diferença significativa dentro do tratamento mole, mas observa-se que entre os tratamentos houve diferença quando o grão duro foi ensilado; o que estaria relacionado à resistência deste genótipo à degradação. Não houve efeito da moagem na degradação da fração C.

Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a taxa de fermentação (kd), mantendo-se dentro de um valor próximo tanto para o tratamento quanto para a forma de conservação, discordando de GOMES (1991) que afirmou que a taxa de passagem aumenta, sendo maior conforme a redução no tamanho das partículas.

A degradabilidade potencial da matéria seca do milho mole foi significativamente superior ( $P < 0,05$ ) à do milho com textura dura. Porém, não se observa diferença ( $P > 0,05$ ) entre as formas de conservação ou efeito do grau de moagem.

Considerando taxas de passagem de 5%/h, os milhos de texturas mole e dura conservados na forma de silagem apresentaram diferença significativa

**Tabela 4. Percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C), taxa de fermentação (kd) e degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para as taxas de passagem de 5%/h da matéria seca**

A											
MOLE						DURO					
28,95						12,39					
Forma de Conservação						Forma de Conservação					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
39,38 aA			18,52 bA			12,38 bB			12,40 aB		
Granulometria			Granulometria			Granulometria			Granulometria		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
32,42	39,48	46,24	19,02	16,78	19,75	9,01 c	13,12	15,00	10,22	12,53	14,44
B											
60,27						72,15					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
49,74 bB			70,81 aB			67,59 bA			76,71 aA		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
58,16	50,07	41,94	69,51	73,72	69,53	69,62	62,89	70,98	76,97	78,57	75,61
C											
10,78						15,46					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
10,88 aB			10,67 aA			20,03 aA			10,89 bA		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
9,42	10,45	11,82	11,47	9,50	10,72	21,37	23,99	14,02	12,80	8,90	9,95
Kd											
6,74						5,64					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
6,70			6,78			5,55			5,73		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
7,23	5,83	5,86	6,91	6,84	5,72	5,70	5,97	5,55	5,33	5,24	5,87
DP											
85,23 a						77,57 b					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
84,64			85,82			73,18			81,96		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
85,74	83,04	85,50	84,95	87,47	84,35	72,02	69,62	80,84	78,76	83,54	83,13
DE											
62,54						49,25					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
66,28 aA			58,80 bA			46,48 bB			52,02 aB		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
64,76	64,51	68,74	58,70	59,21	56,65	44,75	44,93	52,33	48,27	52,19	54,09

Valores nas linhas seguidos de letras minúsculas diferentes para processamento dentro de textura, diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Valores nas linhas seguidos de letras maiúsculas diferentes para um mesmo processamento entre textura, diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Granulometria: G= grosso, M= médio, F= fino.

( $P < 0,05$ ) para a degradabilidade efetiva da matéria seca em relação ao grão seco (66,28% e 58,80% e 52,02% e 46,48%, respectivamente), entretanto não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com relação às granulometrias. VARGAS JUNIOR *et al.* (2002) observaram que a degradabilidade efetiva da matéria seca do milho em grão moído foi de 66,9%. Os valores médios obtidos para o milho em grão moído textura dura (52,02%) e textura mole (58,80%) diferencia-se dos valores de 62,5 a 90,2% relatados por NOCEK e TAMMINGA (1991), mas está próximo aos  $50,4 \pm 3,6\%$  compilados por ZEOULA e CALDAS NETO (2001).

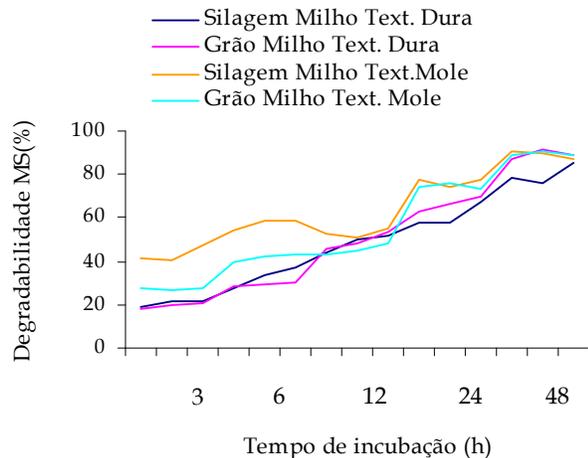
Na Tabela 5 e Figura 1 observa-se os dados referentes ao desaparecimento da MS da SMD, GMD,

SMM e GMM. Como a granulometria não afetou o desaparecimento ( $P > 0,05$ ), foi ajustada uma equação para cada combinação de textura e processamento. Para SMD e GMD, as curvas foram semelhantes, indicando que a conservação na forma de silagem não alterou o desaparecimento da MS. De acordo com os dados, observa-se que com o aumento do tempo de permanência do material no rúmen, aumenta o desaparecimento da MS. O gráfico mostra que com 48 h, o produto não atingiu seu potencial máximo de degradação. Os tempos de incubação indicam que o milho de textura mole ensilado foi mais intensamente degradado, comprovando as afirmações de que a textura e a ensilagem proporcionam maior ação dos microrganismos do rúmen.

**Tabela 5. Desaparecimento (%) da matéria seca dos grãos de milho textura dura e mole (seco e ensilado), submetidos a diferentes granulometrias**

	Tempo de permanência no rúmen (h)					Equação	R <sup>2</sup>
	3	6	12	24	48		
Silagem de grãos de milho textura dura							
SMD - Gr	18,6	27,9	44,2	58,1	78,6		
SMD - Md	21,6	33,6	49,7	57,7	76,0		
SMD - Fn	21,9	36,9	51,5	67,3	85,3		
Média	20,7	32,8	48,5	61,0	79,9	$y = 16,12 + 2,68x - 0,028x^2$	0,95
Grão de milho textura dura							
GMD - Gr	18,1	28,5	45,3	62,6	87,2		
GMD - Md	20,2	29,5	48,0	66,5	91,1		
GMD - Fn	20,6	30,1	53,7	69,7	89,0		
Média	19,6	29,3	49,0	66,2	89,1	$y = 12,10 + 3,12x - 0,031x^2$	0,98
Silagem de grãos de milho textura mole							
SMM - Gr	41,1	54,2	52,8	77,4	90,6		
SMM - Md	40,6	58,3	51,1	73,8	89,5		
SMM - Fn	47,0	58,5	55,1	77,3	87,2		
Média	42,9	57,0	53,0	76,2	89,1	$y = 40,21 + 1,78x - 0,016x^2$	0,92
Grão de milho textura mole							
GMM - Gr	28,0	39,7	43,2	74,1	88,5		
GMM - Md	26,9	42,2	44,8	75,7	90,5		
GMM - Fn	27,2	42,8	48,6	73,1	89,0		
Média	27,4	41,6	45,3	74,3	89,3	$y = 20,58 + 2,86x - 0,03x^2$	0,97

SMD - Gr = silagem de milho duro moído grosso; SMD - Md = silagem de milho duro moído médio; SMD - Fn = silagem de milho duro moído fino; GMD - Gr = grão de milho duro moído com peneira 12 mm; GMD - Md = grão de milho duro moído com peneira 10 mm; GMD - Fn = grão de milho duro moído com peneira 8 mm; SMM - Gr = silagem de milho mole moído grosso; SMM - Md = silagem de milho mole moído médio; SMM - Fn = silagem de milho mole moído fino; GMM - Gr = grão de milho mole moído com peneira 12 mm; GMM - Md = grão de milho mole moído com peneira 10 mm; GMM - Fn = grão de milho mole moído com peneira 8 mm.



**Figura 1. Desaparecimento (%) da matéria seca dos grãos de milho textura dura e mole (seco e ensilado), submetidos a diferentes granulometrias.**

Os valores das frações A, B, C, a taxa de degradação (kd) e as degradabilidades potencial (DP) e efetivas (DE) da proteína bruta do milho com textura dura e mole (seco ou ensilado) encontram-se na Tabela 6. A fração Solúvel (A) da proteína do milho com textura mole ensilado (SMM), com média de 57,19% de degradabilidade, foi superior ao grão de milho seco (GMM), apresentando valores médios de 13,9% (311% superior). Com a moagem mais fina, observa-se que este valor se eleva ainda mais (60,5% da SMM contra 15,5% para GMM); com aproximadamente 290% de incremento na degradabilidade desta fração. O mesmo se verifica quando se compara o milho de textura dura ensilado (SMD) e seco (GMD), onde com a ensilagem, consegue-se valores maiores para a degradabilidade da fração A.

Com a moagem ocorre o aumento da superfície de contato da partícula com o meio ruminal, aumentando a solubilidade. Esta ocorrência seria importante pela maior ação dos microrganismos durante a fase de colonização (*lag time*). A moagem dos grãos aumenta a superfície para ação das enzimas digestivas, melhorando a digestibilidade dos nutrientes (SILVA *et al.*, 2005).

Observa-se diferença significativa para a degradabilidade da fração A da SMM (57,19%)

quando comparada com a degradabilidade desta fração para SMD (31,24%), o que representa um acréscimo de 83% quando se ensila o grão de milho com textura mole. A textura mole do grão proporciona maior ação dos microrganismos ruminais sobre o material ensilado. Em relação à fração B verifica-se que a mesma sofre incremento à medida que a fração A diminui, sendo os maiores valores da fração B observados no GMM e GMD. A fração C para o milho com textura mole apresentou valores inferiores aos do milho com textura dura, o que pode estar associado à menor resistência deste à degradação.

O valor da taxa de fermentação (kd) da proteína bruta do milho com textura dura ou mole não apresentou diferença estatística. O kd mostra-se superior para SMM e GMM. Isto pode estar relacionado ao fato do grão mole proporcionar maior rompimento da matriz protéica através da moagem, facilitando o ataque microbiano. Porém, no Brasil, a indústria de semente de milho optou por híbridos de textura dura no qual apresenta endosperma de vitreosidade alta. Este fato pode representar acentuada redução na degradabilidade ruminal (PEREIRA *et al.*, 2004).

Os valores referentes às frações DP foram maiores ( $P < 0,05$ ) para o milho mole em relação ao milho duro, não sendo influenciado ( $P > 0,05$ ) pelo tipo de processamento. A DE a 5%/h da proteína, foi maior para SMM e GMM. Para o milho de textura dura, a ensilagem não interferiu nos valores destas frações.

A degradabilidade efetiva a 5%/h apresenta diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a SMM e GMM. O mesmo se observa quando se compara SMM e SMD, tendo-se os maiores valores referentes a SMM. Pode-se perceber o efeito do processo de ensilagem aliado a textura do grão proporcionando melhor DE. Quando avaliamos os dados referentes a SMD moído grosso, SMD moído médio e SMD moído fino, verifica-se que a moagem aumentou a degradabilidade potencial (DP), porém sem significância estatística para o teste de Tukey a 5%.

Tabela 6. Percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C), taxa de fermentação (kd) e degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) para as taxas de passagem de 5 %/h da proteína bruta

A											
MOLE						DURO					
35,38						22,38					
Forma de Conservação						Forma de Conservação					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
57,19 aA			13,96 bA			31,24 aB			13,52 bB		
Granulometria			Granulometria			Granulometria			Granulometria		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
54,36	56,69	60,54	10,94	15,46	15,49	29,54	31,34	32,86	11,62	12,76	16,19
B											
56,59						64,93					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
36,95 bB			76,24 aA			54,18 bA			75,68 aA		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
40,63	37,56	33,56	78,90	75,34	75,47	54,82	52,70	55,45	75,49	78,74	73,82
C											
7,83						12,68					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
5,85 bB			9,80 aA			14,57 aA			10,80 bA		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
5,01	5,75	5,90	10,15	9,19	9,03	15,64	15,96	11,69	12,89	8,50	9,99
Kd											
6,29						5,36					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
6,18			6,41			5,27			5,45		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
6,37	5,30	5,47	6,30	7,52	4,49	3,49	4,77	8,85	4,35	5,26	5,96
DP											
86,69 a						77,59 b					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
88,31			85,06			76,16			79,00		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
91,01	82,94	91,19	84,40	88,05	81,85	69,63	77,72	82,51	72,90	80,78	82,78
DE											
65,65						53,35					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
75,50 aA			55,81 bA			56,12 aB			50,58 aA		
G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
75,95	71,89	77,79	54,02	60,19	51,07	50,33	56,46	63,67	44,74	50,82	54,55

Valores nas linhas seguidos de letras minúsculas diferentes para processamento dentro de textura, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Valores nas linhas seguidos de letras maiúsculas diferentes para um mesmo processamento entre textura, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Granulometria: G= grosso, M= médio, F= fino.

A SMM apresenta maior desaparecimento da proteína quando avança o tempo de incubação (Tabela 7 e Figura 2), o que vem confirmar a afirmação feita por GOMES (1991), que o grau de degradação da proteína é afetado pelo tempo de retenção no rúmen. O processo de ensilagem tem efeito positivo no desaparecimento quando se compara com o GMM. Porém, não

foi observado diferença entre as granulometrias. No desaparecimento da proteína da SMD e GMD, observa-se que o processo de ensilagem promoveu maior desaparecimento quando comparado com o grão seco. Com o avanço no tempo de incubação, a proteína apresentou maior desaparecimento, e não foi observado efeito da granulometria.

**Tabela 7. Desaparecimento (%) da proteína bruta dos grãos de milho textura dura e mole (seco e ensilado), submetidos a diferentes granulometrias**

	Tempo de permanência no rúmen (h)					Equação	R <sup>2</sup>
	3	6	12	24	48		
Silagem de grãos de milho textura dura							
SMD - Gr	46,3	47,5	56,6	63,6	84,4		
SMD - Md	46,5	50,6	62,3	69,3	84,0		
SMD - Fn	49,7	50,8	58,4	76,8	87,9		
Média	47,5	49,6	59,1	69,9	85,4	$y = 42,87 + 1,39x - 0,011x^2$	0,96
Grão de milho textura dura							
GMD - Gr	17,3	27,2	40,8	57,7	87,1		
GMD - Md	21,9	33,0	44,0	66,4	91,5		
GMD - Fn	20,3	34,2	49,5	69,9	89,0		
Média	19,8	31,5	44,8	64,7	89,2	$y = 13,81 + 2,78x - 0,025x^2$	0,98
Silagem de grãos de milho textura mole							
SMM - Gr	63,5	70,0	71,9	85,3	95,0		
SMM - Md	61,8	73,3	70,2	80,2	94,3		
SMM - Fn	65,0	73,3	73,4	85,7	93,2		
Média	63,4	72,2	71,8	83,7	94,2	$y = 62,25 + 1,085x - 0,09x^2$	0,94
Grão de milho textura mole							
GMM - Gr	15,3	32,7	35,0	70,6	89,8		
GMM - Md	18,4	38,4	42,3	76,2	90,8		
GMM - Fn	18,3	33,6	42,9	66,2	89,9		
Média	17,3	34,9	40,1	71,0	90,2	$y = 10,56 + 3,25x - 0,033x^2$	0,97

SMD - Gr = silagem de milho duro moído grosso; SMD - Md = silagem de milho duro moído médio; SMD - Fn = silagem de milho duro moído fino; GMD - Gr = grão de milho duro moído com peneira 12 mm; GMD - Md = grão de milho duro moído com peneira 10 mm; GMD - Fn = grão de milho duro moído com peneira 8 mm; SMM - Gr = silagem de milho mole moído grosso; SMM - Md = silagem de milho mole moído médio; SMM - Fn = silagem de milho mole moído fino; GMM - Gr = grão de milho mole moído com peneira 12 mm; GMM - Md = grão de milho mole moído com peneira 10 mm; GMM - Fn = grão de milho mole moído com peneira 8 mm.

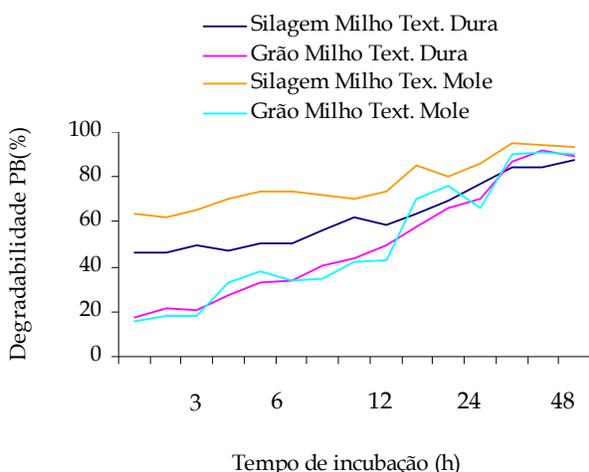


Figura 2. Desaparecimento (%) da proteína bruta dos grãos de milho textura dura e mole (seco e ensilado), submetidos a diferentes granulometrias.

## CONCLUSÕES

Independente da textura, mole ou dura, e dos graus de moagem (fino, médio e grosso), a ensilagem é a melhor forma de conservação do grão de milho para alimentação de ruminantes com relação à degradabilidade da proteína bruta e da matéria seca.

Na alimentação de ruminantes, o grão de milho conservado na forma seca deve ser preferencialmente utilizado o que possuir textura mole.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDT, B., STOCK, R., KREKEMEIER, K. Dry and high-moisture corn influence on finishing steers performance digestion. *Nebraska Beef Cattle Report*, v.48, p.23-25, 1985.

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, p.3008-3012, 2002.

FOX, G.; MANLEY, M. Hardness methods for testing maize kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.57, p.5647-5657, 2009.

GIGER-REVERDIN, S. Characterisation of feedstuffs

for ruminants using some physical parameters. *Animal Feed Science and Technology*, v.86, p.53-69, 2000.

GOODRICH, R.D., BYERS, F.M., MEISKE, J.C. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. *Journal of Animal Science*, v.41, p.876-881, 1975.

GOMES, B. V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética ruminal*. 1991. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

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, 25, 2004., Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: EMPRAPA, 2004. p. 1-5.

MADER, T.L.; DAHLQUIST, J.M.; BRITTON, R.A.; KRAUSE, V.E. Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3480-3486, 1991.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, v.96, p.251-252, 1981.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk and composition. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3598-3605, 1991.

ORSKOV, E.R.; Mc DONALD, L. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v. 92, p. 499-503, 1979.

PHILIPPEAU, C.; Le DESCHAULT MORENDON, F.; MICHELET-DOREAU, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *Journal of Animal Science*, v.77, p. 238-243, 1999.

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, p.358-363, 2004.

- RIBAS, M.N.; GONÇALVES, L.C.; IBRAHIM, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, A.L.C.; BORGES, I. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, p.104-115, 2007.
- REIS, W.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVA, M. G. B.; FACTORI, M. A.; PARIZ, C.M., MENDONÇA, S.A.; SANTANA, E. A. R. Degradabilidade do amido de grãos secos e ensilados de híbridos de milho com textura dura e dentada em função do grau de moagem. **Boletim de Indústria Animal**, v.68, p.139-149, 2011.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1991. 176p.
- SILVA, A. A.; MARQUES, B.M.F.P.P.; HAUSCHILD, L.; GARCIA, G.G.; LOVATTO, P. A. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, v..35, p. 877-882, 2005.
- STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; CLEALE, R. M. Highmoisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 1645-1656, 1991.
- TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.39, p. 931-936, 1974.
- VARGAS JUNIOR, F.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; SANCHEZ, L.M.B.; PARIS, W.; FRIZZO, A.; HAYGERT, I.M.P.; MONTAGNER, D.; WEBER, A.; CERTÓTES, L. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos através da técnica in situ associada a do saco de náilon móvel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39,2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Brasília: EMBRAPA, 1996. p.1-5.
- ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: TEIXEIRA, J. C.; SANTOS, R. A.; DAVID, F. M.; TEIXEIRA, L. F. A. C. **Simpósio internacional em bovinocultura de leite: novos conceitos em nutrição**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001, p.249-284.