

DEGRADABILIDADE DE GRÃOS SECOS E ENSILADOS DE SORGO, COM E SEM TANINO, SUBMETIDOS À GRANULOMETRIAS¹

CARLA GISELLY DE SOUZA², JOZIVALDO PRUDÊNCIO GOMES DE MORAIS³, CINIRO COSTA⁴, PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES⁴, WAGNER DOS REIS⁵, HERALDO CÉSAR GONÇALVES⁶, MARCO AURÉLIO FACTORI²

¹Recebido para publicação em 29/06/09. Aceito para publicação em 27/12/10.

²Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Caixa postal 560, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: carlaxlsouza@yahoo.com.br

³Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) Campus Araras, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Caixa postal 560, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil.

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

⁵Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agronomia e Zootecnia de Paraguaçu Paulista (ESAPP), Rua Prefeiri- Jayme Monteiro, 791, Centro, CEP19700-000, Paraguaçu Paulista, SP, Brasil.

⁶Departamento de Produção Animal, FMVZ, UNESP, Caixa postal 560, CEP 18610-000, Botucatu, SP, Brasil.

RESUMO: Devido a suas características nutricionais o sorgo tem sido indicado como substituto do milho e trigo, além disso, no Brasil o sorgo não é usado na alimentação humana como o milho, o que diminui seu custo em quase 20% em relação ao custo do milho. Assim o presente trabalho foi desenvolvido na UNESP, nos Campus de Botucatu e Jaboticabal, São Paulo, Brasil, com o objetivo de avaliar o efeito da granulometria nos grãos de dois híbridos de sorgo (com e sem tanino), conservados secos ou ensilados úmidos, sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e amido em ovinos. Foram utilizados três ovinos adultos, fistulados no rúmen, distribuídos em um delineamento experimental em blocos, com arranjo fatorial de 2 x 2 x 3, sendo dois híbridos de sorgo (com e sem tanino), duas formas de conservação (seco e ensilado), três granulometrias (inteiro, moído grosso e moído fino), e o tempo como sub parcela. Pelos resultados inferidos recomenda-se a moagem dos grãos de sorgo, pois esta estratégia proporciona aumento da degradabilidade ruminal e efetiva da matéria seca, proteína bruta e amido. A presença do tanino no grão de sorgo alterou a degradabilidade potencial da proteína bruta e amido. O melhor tratamento foi a moagem grossa no grão sem tanino armazenado na forma de grãos secos.

Palavras-chave: Granulometrias, silagem de grãos úmidos, ovinos, amido.

DEGRADABILITY OF SORGHUM GRAIN WITH AND WITHOUT TANNIN, AND DIFFERENT PARTICLE SIZE

ABSTRACT: Due to its nutritional characteristics sorghum has been indicated as substitute cereal to corn and wheat. Besides, in Brazil sorghum is not used for human feeding unlike corn, which reduces its costs in almost 20% in comparison to corn costs. This research was conducted at UNESP, in Botucatu and Jaboticabal Campus, São Paulo, Brazil, with the purpose to evaluate the grinding effect on two sorghum genotypes grain (with and without tannin) preserved dry or ensiled humid above the degradability *in situ* of the dry matter, crude protein and starch. Three rumen fistulated sheep were used, distributed in an experimental block design, at 2 x 2 x 3 factorial outline, with two sorghum genotypes (with and without tannin), two forms of conservation (dry grain and high moisture grains silage) and three grinding ways (undivided, thick grinding and fine grinding) and the time as sub-portion. According to the results the grinding is recommended to sorghum grains because it increases the ruminal and effective degradability of the dry matter, crude protein and starch. The presence of tannin in sorghum grain changed the degradability potential of crude protein and starch. The thick grinding in dry grain without tannin was the better treatment.

Key words: grinding, high moisture grains silage, sheep, starch.

INTRODUÇÃO

A boa alimentação é fator decisivo para alcançar os níveis máximos de produção. Assim sendo, a qualidade dos alimentos oferecidos é extremamente importante na dieta de animais de alta produção, aliando-se, produtividade e qualidade. Atenção também deve ser dada para as condições adequadas de armazenagem e conservação de volumosos e grãos.

O uso de volumosos no Brasil torna-se fator limitante quando se está sujeito a variações climáticas que interferem na produção de forrageiras, devido a irregular distribuição pluviométrica, luminosa e redução de fotoperíodo. Devido a estes períodos de escassez e baixa qualidade de algumas forrageiras cultivadas, a produção de silagem pode ser uma importante aliada, por ser uma forma de processamento simples e eficaz, capaz de romper as barreiras físicas de grãos facilitando o ataque microbiano e a digestão enzimática, favorecendo eficiente utilização da terra, produzindo volumosos de alto valor nutritivo que podem ser utilizados no período de estiagem, e menos onerosos que processamentos industriais.

O uso do sorgo para produção de silagem vem aumentando ano a ano no país e, de modo geral, tem apresentado produção de MS mais elevada que o milho, especialmente em condições de cultivo nas regiões de solos de menor fertilidade, onde, são frequentes a ocorrência de longas estiagens, MOLINA *et al.*, (2002) e MAGALHÃES *et al.*, (1997). MOLINA *et al.*, (2003) relatam que da área cultivada para silagem no Brasil, o sorgo contribui com 10-12%.

O sorgo é classificado como um alimento energético. Comparativamente, tem seu consumo equivalente a cerca de 90% do consumo do milho e entre 90 a 95% do valor nutritivo do milho NRC, (1994) e composição média de 65% de amido, 10% de proteína, 3% de gordura, 2,5% de fibra bruta, 1,5% de cinzas, VALADARES FILHO *et al.*, (2006) e 97% da energia metabolizável do milho (3.290 Kcal de EM/kg), SCHEUERMANN (1998), contém ainda níveis de aminoácidos, metionina e lisina abaixo dos encontrados no milho porém maior quantidade de triptofano, SCHEUERMANN (2003).

Por outro lado alguns autores ressaltam o baixo desempenho animal quando alimentados com silagem de sorgo, que segundo para MOLINA *et al.*, (2002) é devido ao tanino presente nos cultivares de-

senvolvidos para aumentar a resistência ao ataque de pássaros, aos fungos causadores da podridão no grão, aos insetos e para redução da germinação de grão na panícula.

Os taninos são classificados em dois grupos; os hidrolisáveis e os condensados, que apresentam a propriedade de se ligarem às proteínas. São os taninos condensados os mais difíceis de serem degradados, podendo ser tóxicos para uma variedade de microorganismos, NOZELLA (2006), o sorgo possui quantidades consideráveis desse tipo de tanino. O teor de tanino varia de 1,3 a 3,6% para os cultivares com alto tanino e 0,1 a 0,7% com baixo tanino, MYER *et al.*, (1986), o qual atualmente é denominado sorgo sem tanino, SCHEUERMANN (2003).

Esses fatores antinutricionais se devem à formação de complexos com proteínas, carboidratos e outras macromoléculas alimentares; inibição da atividade de muitas enzimas digestivas; diminuição da absorção de outros nutrientes através da parede celular pela formação de quelatos com íons de metais e erosão de células epiteliais do intestino, WARREHAM *et al.*, (1994).

A presença do tanino nos alimentos tem como consequência alguns efeitos indesejáveis na saúde e desenvolvimento animal, tais como diminuição da palatabilidade do alimento, da ingestão voluntária, da digestibilidade das proteínas, dos carboidratos, CHANG *et al.*, (1994) e KNOX *et al.*, (1995), do amido, dos lipídios LONGSTAFF e MACNAB (1991) e diminuição da absorção de cálcio, CHANG *et al.*, (1994).

Os maiores benefícios que os taninos podem trazer à nutrição animal são: proteção das proteínas à degradação ruminal, aumento da tolerância dos animais às helmintoses e prevenção ao timpanismo, CABRAL FILHO, (2004) pela redução da formação de espuma. Além disso, tem sido relatado o efeito potencial dos taninos em reduzir o nível de lipídeo corporal e de colesterol sanguíneo, podendo contribuir com propriedades antimicrobianas e antioxidantes no processamento de alimentos e rações, e ainda apresentar efeitos como acelerar a coagulação sanguínea e atuar como anticarcinogênico, CHUNG *et al.*, (1998). Tanto os efeitos benéficos como os antinutricionais dos taninos estão relacionados à capacidade desta molécula em formar complexos com outras moléculas orgânicas.

Na tentativa de melhorar a digestibilidade dos

alimentos e o desempenho dos ruminantes tem-se aplicado aos grãos vários tipos de processamentos, podendo ser físicos ou químicos, onde atuam quebrando as barreiras físicas que impedem o acesso dos microorganismos ruminais aos alimentos, Mc ALLISTER *et al.*, (1990) e aumentando a área de superfície dos grãos, reduzindo a interação da matriz protéica dos grânulos de amido, ANTUNES e RODRIGUEZ (2006). Dentre os processamentos encontramos moagem, extrusão, micronização, tostagem, peletização, laminação, floculação, explosão, cozimento e outros, ANTUNES e RODRIGUEZ (2006). Segundo OWENS *et al.*, (1986) o aumento progressivo do processamento favoreceram a digestão ruminal de amido, em relação ao milho inteiro.

Avaliando o efeito do tanino sobre a digestão do grão de sorgo, a determinação da degradabilidade *in situ* é uma importante ferramenta para determinar a quantidade de nutriente ingerido que está prontamente disponível aos microrganismos do rúmen.

Este estudo objetivou avaliar o efeito das formas de conservação (grão seco ou grão ensilado) do sorgo com e sem tanino, em três diferentes granulometrias sobre a degradabilidade potencial da matéria seca, proteína bruta e amido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas etapas, na primeira foi realizado o plantio e ensilagem dos grãos de sorgo na Fazenda Experimental de Pesquisa e Produção da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu, e a segunda etapa, os ensaios de degradabilidade da matéria seca e proteína bruta no setor de Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - Campus de Jaboticabal. Os híbridos utilizados foram o BRS- 701 considerado alto tanino e o SAARA considerado baixo tanino, nos teores de umidade 28% para grão ensilado úmido e 13% para grão seco.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos com três repetições, com parcelas subdivididas no tempo, em que os tratamentos dos blocos constituem esquema fatorial do tipo 2 x 2 x 3, sendo dois híbridos de sorgo (com tanino e sem tanino), duas formas de conservação (grão seco e grão ensilado úmido) sob três granulometrias (inteiro, moído grosso (6mm) e moído fino (4mm), e o tempo como sub-parcela, o nível de significância utilizado foi $P < 0,01$.

Para a produção da silagem de grãos úmidos a colheita foi efetuada na fase de maturação fisiológica, (momento em que cessa a entrada de nutrientes no grão), ocasião em que os grãos apresentaram em torno de 72% de MS, o que na prática é verificado pelos grãos da base do cacho com aspecto farináceo.

Ao atingir o ponto determinado para a ensilagem, o sorgo foi colhido usando-se o equipamento para ensilagem de grãos úmidos, para *silos bag* (BOELTER, modelo OB 20). Alterando-se a regulagem, foi possível conseguir três granulometrias distintas para compor os tratamentos. Após triturado, o material foi acondicionado em baldes, com capacidade para aproximadamente 20 kg, sendo devidamente vedados por um período de 45 dias.

Para os grãos colhidos secos (87% MS), acoplou-se ao desintegrador de grãos peneiras, onde na primeira moagem obteve-se partículas de 4 mm e segunda moagem partículas de 6 mm, obtendo-se assim as três granulometrias distintas para compor os tratamentos. Após triturado, o material foi acondicionado em sacos de rafia com capacidade média para 30kg, sob paletes em local arejado e livre de umidade por 45 dias.

No momento da ensilagem foram realizadas amostragens em todos os tratamentos para determinar teor de matéria seca (MS), retirando amostras aleatórias em diferentes momentos, de forma que representasse todo material.

Após a abertura dos silos foram feitas novas amostragens para análise da MS, proteína bruta (PB), e fibra em detergente neutro (FDN) - conforme metodologia descrita por SILVA (2002).

Para o experimento de degradabilidade foram utilizados três ovinos providos de cânulas ruminais permanentes, do setor de Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - Jaboticabal, onde os animais permaneceram 15 dias em adaptação às dietas de sorgo, e 10 dias em coleta de dados, sendo 25 dias de experimentação para cada animal dentro de cada tratamento, totalizando 75 dias de tratamento, de modo que todos os animais passaram por todos os tratamentos.

O sorgo foi oferecido aos animais como dieta na quantidade equivalente a 2% de MS do peso vivo,

para adaptação aos tratamentos experimentais, o farelo de canola foi utilizado na dieta apenas para manter as exigências nutricionais dos animais. Utilizou-se feno de coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) como volumoso, que foi triturado no momento do fornecimento (com média de 86% de MS), os alimentos foram homogeneizados e fornecidos duas vezes ao dia (às 7 e 17 horas) na quantidade equivalente a 2% em MS do peso vivo. O volumoso e concentrado utilizados estão descritos na Tabela 1.

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

Alimento	PB	NDT	FDN	MS
	Kg			
Feno de Coast Cross	90,0	50,4	69,4	88,0
Farelo de Canola	10,0	7,5	3,1	9,1

A composição química dos ingredientes utilizados na formulação dos tratamentos dos ensaios de degradabilidade são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos tratamentos utilizados no ensaio de degradabilidade (%)

Silagem	Grãos secos											
	Sem tanino			Com tanino			Sem tanino			Com tanino		
	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In
MS	72,8	73,6	78,4	72,8	68,8	72,9	88,3	88,8	87,8	88,2	88,1	88,3
PB	10,4	10,9	9,8	9,9	9,3	9,9	10,3	10	10,8	10,2	9,6	9,5
FDN	74,9	73,1	82,1	64,3	82,8	85,8	78,3	73,8	85,1	64,3	72,9	82,3

Fn = moído fino, Gr = moído grosso, In = inteiro

Transcorrido o tempo de permanência dos sacos no rúmen, estes foram retirados e mergulhados por 30 minutos em água com gelo para interrupção da atividade microbiana, e em seguida foram lavados com água corrente fria para retirada de conteúdo ruminal. Posteriormente, 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 de ar forçada a temperatura de 65°C por um período de 72 horas. Os resíduos foram pesados após estarem secos e em equilíbrio com temperatura ambiente.

Foi utilizada a técnica de degradação ruminal *in situ* proposta por ORSKOV e McDONALD (1979), utilizando-se sacos de náilon, 100% poliamida, medindo 14,00 x 7,00cm, com poros de 50 micrômetros, acondicionados *in natura*, ou seja, sem prévia secagem e moagem das amostras colhidas no momento da ensilagem de acordo com HUNTINGTON e GIVENS (1995) e ANDRAE *et al.*, (2001). Estes sacos foram mantidos sob refrigeração já pesados, para os tempos de incubação mais distantes e eram introduzidos no rúmen através das cânulas ruminiais.

Os períodos de permanência no rúmen foram de 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas, sendo que os sacos correspondentes a cada horário foram introduzidos no rúmen, sempre após o arraçoamento, de modo que os sacos relativos ao horário seguinte somente foram inseridos depois de decorrido todo o período do primeiro.

As amostras relativas ao tempo zero foram colocadas em banho-maria, com agitação e temperatura de 39°C, durante uma hora e depois lavadas para quantificar a perda por lavagem.

Das amostras dos alimentos que restaram nos sacos após a incubação ruminal foram obtidos os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e amido segundo SILVA (2002).

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

Para o cálculo de degradabilidade efetiva (DE) nas taxas de passagens de 2, 5 e 8% h⁻¹, e das frações solúvel (a), insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) e taxa de fermentação (kd) da MS e

PB, os dados foram ajustados pelo *programa Fit Curve* (International Feed Resources), seguindo equação proposta por MEHREZ e ORSKOV (1977) com recomendações propostas por NOCEK e KOHN (1988), expressa por:

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

DP = degradabilidade potencial estimada (%);

DE = degradabilidade efetiva (%);

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

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

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

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

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

t = tempo de incubação (horas);

Os resultados foram submetidos à análise estatística através do programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genéticas, versão 9.0 (UFV, 2000). Foi realizado o teste F para as comparações entre médias de tratamentos do bloco com 0,01 de significância e para o fator tempo foi estudado análises de regressão sendo avaliados efeitos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo da degradabilidade da matéria seca ($P < 0,01$) para, forma de conservação x granulometria com o tempo como sub-parcela.

Na Figura 1, encontram-se representados os valores de degradabilidade da MS para a interação granulometria x silagem de grãos úmidos com o tempo como sub-parcela, onde, não houve interação entre sorgos. O grão ensilado úmido inteiro comportou-se de forma linear, e os demais de forma quadrática, onde, às doze horas de incubação já foi

possível observar degradação 100%, da matéria seca incubada.

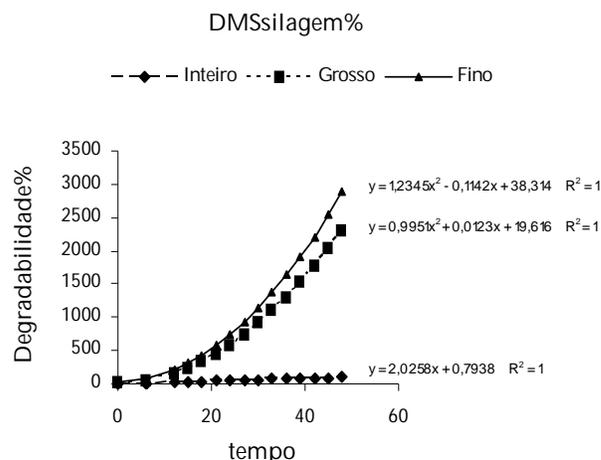


Figura 1. Degradabilidade ruminal da matéria seca da Silagem (DMSs) de grãos úmidos de sorgo para a interação granulometria x forma de conservação com tempo como sub parcela (48h)

Observou-se a partir das curvas de degradação, que a diminuição da granulometria aumentou a degradabilidade da MS incubada (Figura 1), confirmando as observações de ANTUNES e RODRIGUES (2006), que o processamento aumenta a área de superfície dos grãos facilitando o ataque microbiano o que pode aumentar a degradabilidade ruminal.

Na Figura 2, encontram-se representados os valores de degradabilidade ruminal da MS, para a interação granulometria x grãos armazenados secos, com o tempo usado como sub parcela, não havendo interação entre sorgos. As três granulometrias comportaram-se de forma quadrática. Os grãos secos moídos grosso e fino conseguem atingir 100% de degradação ruminal no tempo médio de seis horas, enquanto que o grão inteiro atingiu a mesma degradação com quinze horas. É interessante notar que os grãos secos apresentaram degradabilidade ruminal da matéria seca maior que os grãos ensilados úmidos, este fato pode ser explicado talvez, pelo maior tempo para aporte de nutrientes até o fechamento do grão, que o grão seco teve já que foi colhido mais tardiamente.

REIS (2006), submetendo cultivares de milho a granulometrias, observou que quanto menor a granulometria, maior a degradabilidade da MS, o que concorda com os resultados encontrados para a granulometria em grãos de sorgo.

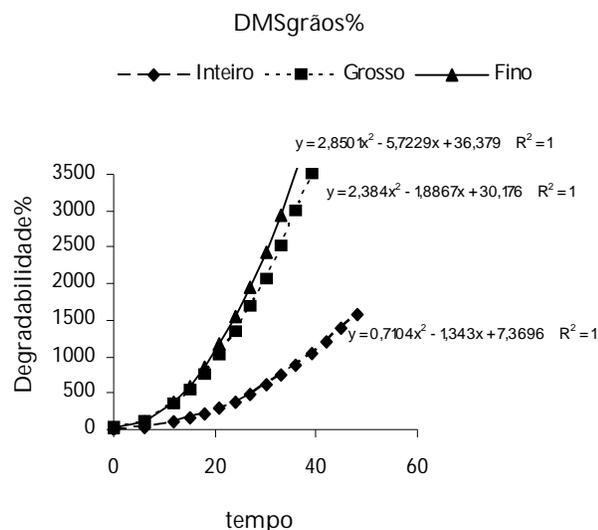


Figura 2. Degradabilidade ruminal da matéria seca dos grãos secos de sorgo (DMSg) para a interação granulometria x forma de conservação com o tempo como sub parcela (48h)

Para os valores referentes a degradabilidade efetiva da MS, é possível observar na Tabela 3 que o processamento aumentou a degradabilidade, na taxa de passagem de 2%^h⁻¹, o valor da degradabilidade do grão moído grosso foi dez vezes maior que do valor do grão inteiro. REIS (2006), submetendo cultivares de milho a diferentes granulometrias, processado grosso (12 mm), médio (10 mm) e fino (8 mm), observou que quanto menor a granulometria, maior a degradabilidade da MS, resultados estes semelhantes ao encontrado neste experimento.

ANDRAE *et al.*, (2001) trabalhando com processamento de milho com diminuição do tamanho de partícula e estádios de colheita (30 e 40% de MS) verificaram que com vinte e quatro horas de incubação, o processamento aumentou a degradabilidade da MS, e o teor de tanino não influenciou na degradabilidade ruminal.

Tabela 3. Degradabilidade efetiva da matéria seca para as taxas de passagens (TP) de 2, 5 e 8% h⁻¹ e percentagens das frações solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indegradável (C) e taxa de fermentação (kd)

Degradabilidade efetiva da matéria seca (%)												
TP (%)	Híbrido com Tanino						Híbrido sem Tanino					
	Silagem			Grão			Silagem			Grão		
	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In
2	55,5	31,3	0,5	68,0	58,9	6,0	59,0	31,7	-3,1	68,1	70,8	8,4
5	45,9	24,2	-5,4	45,2	42,2	1,1	47,1	21,8	-4,2	46,6	48,4	1,5
8	41,4	20,7	-6,7	37,7	34,4	-0,8	41,4	17,3	-4,8	38,0	39,8	-0,7
Frações e Taxa de Fermentação												
A	29,4	10,2	-8,8	22,9	12,9	-5,0	27,8	5,6	-6,8	18,1	20,3	-5,2
B	42,7	31,8	-59,4	140,9	74,5	24,5	53,3	44,0	5,2	101,0	107,7	43,1
C	0,031	0,040	-0,003	0,009	0,032	0,016	0,028	0,029	0,050	0,020	0,018	0,009
Kd	0,77	1,18	1,42	2,11	3,57	1,13	1,35	1,70	5,43	3,07	4,42	0,61

Para proteína bruta (Figura 3), observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) granulometria x tempo como sub-parcela, híbrido de sorgo x processamento, e conservação x processamento.

Na Figura 3 encontram-se os valores de degradabilidade da PB nas granulometrias inteiro, moído grosso e moído fino em função do tempo. A granulometria inteiro comportou-se de forma linear e os demais de forma quadrática. Onde foi possível

observar que o tratamento fino atingiu 100% da degradabilidade da PB em médias às 12h de incubação.

Para a interação processamento x híbrido de sorgo, o sorgo com tanino apresentou diferença ($P < 0,01$) para os três tratamentos onde a melhor degradabilidade da proteína ocorreu no processamento fino, e a menor no inteiro. Para o sorgo sem tanino os processamentos fino e grosso não di-

feriram entre si sendo ambos superiores ao inteiro. Desta forma é possível observar que apenas triturando o grão sua degradabilidade é duplicada por aumentar a superfície de contato para o ataque microbiano, fato que pode justificar o custo da moagem.

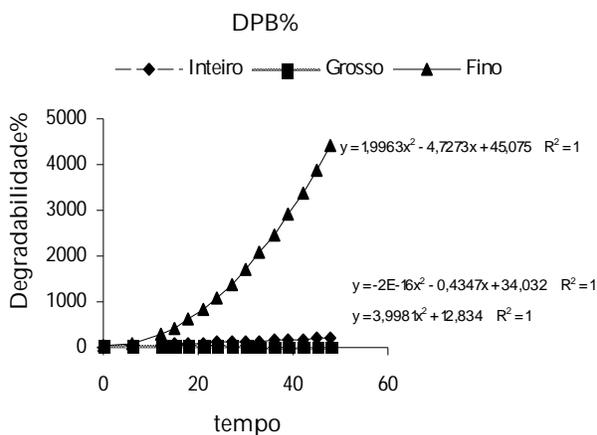


Figura 3. Degradabilidade ruminal da proteína bruta dos grãos de sorgo (DMSg) para a interação granulometria com o tempo como sub parcela (h)

MOLINA *et al.*, (2002) trabalhando com silagem de planta inteira de seis híbridos de sorgo ensilados no estágio de grão farináceo observaram que o tanino presente nos grãos das silagens de sorgo (BR 700 e BR 701) não exerceu efeito sobre o desaparecimento médio da PB, não observando significância entre as silagens testadas, o mesmo não foi verificado neste trabalho onde a presença do tanino depreciou a degradabilidade da PB na granulometria moído grosso (Tabela 4), esta diferença nos resultados comparados, pode ser porque os autores ter trabalharam com silagem de planta inteira, ou devido aos diferentes híbridos utilizados.

Tabela 4. Degradabilidade ruminal da proteína bruta dos grãos de sorgo em função da interação tipo de sorgo x granulometria

Híbrido	Fn	Gr	In
Com tanino	52,13Aa	41,61Bb	24,37Ca
Sem tanino	53,57Aa	51,53Aa	25,28Ba

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.
Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.

Para a interação forma de conservação x processamento, foi observado que a degradabilidade da proteína bruta diferiu (P<0,01) entre as três granulometrias na forma de conservação silagem de grãos úmidos, sendo a moagem fina a superior (Tabela 5), e na forma de conservação grãos armazenados secos as granulometrias, fino e grosso não diferiram entre si (P<0,01), sendo ambas superiores a granulometria inteiro.

Tabela 5. Degradabilidade ruminal da proteína bruta dos grãos de sorgo em função da interação tipo de conservação x granulometria

Híbrido	Fn	Gr	In
Silagem	58,70Aa	45,41Ba	29,19Ca
Grão	47,00Aa	47,72Aa	20,46Bb

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.
Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.

Para interação processamento x conservação houve diferença (P<0,01) apenas na granulometria inteiro, onde a silagem foi superior ao grão (Tabela 5). A silagem apresentou melhor degradabilidade da PB, talvez pelo fato de o processo de ensilagem melhorar a ação dos microorganismos ruminais sobre o material. 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) e STOCK *et al.*, (1991).

Para as taxas de degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta presentes na Tabela 6 podemos observar às taxas de passagem de 2% h⁻¹ para o híbrido com tanino na forma de grão armazenado seco, que o aumento na degradabilidade do grão moído grosso para o inteiro é quase o triplo. Desta forma é possível visualizar que, de maneira geral, apenas triturar o grão, já aumenta a degradabilidade ruminal da PB, porém, as melhores taxas da DE ocorrem no híbrido sem tanino processado fino, na forma de grão armazenado seco.

REIS (2006), submetendo cultivares de milho a diferentes granulometrias, moído grosso (12 mm), médio (10 mm) e fino (8 mm), observou que quanto menor a granulometria, maior a degradabilidade da PB, o que efetivamente foi observado neste trabalho independente do híbrido ou forma de conservação.

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

Degradabilidade efetiva da matéria seca (%)												
TP (%)	Híbrido com Tanino						Híbrido sem Tanino					
	Silagem			Grão			Silagem			Grão		
	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In	Fn	Gr	In
2	61,0	43,2	26,1	63,0	53,1	15,0	63,8	53,6	30,7	67,8	71,1	17,2
5	54,7	34,2	19,9	39,9	36,7	10,9	53,8	43,2	21,9	44,2	48,6	12,2
8	50,5	28,2	17,2	33,7	30,0	8,7	49,4	39,4	18,7	37,7	41,6	9,6
Frações e Taxa de Fermentação												
A	28,0	-0,2	1,0	23,1	14,0	1,0	37,9	30,9	11,7	26,2	28,2	1,2
B	39,1	52,6	27,7	505,7	75,0	19,3	44,5	51,6	44,4	330,4	162,7	22,9
C	0,108	0,094	0,028	0,002	0,021	0,053	0,028	0,016	0,015	0,003	0,007	0,046
Kd	3,87	3,09	7,09	5,44	4,19	5,82	3,07	4,95	0,50	7,49	3,55	4,98

Pode-se observar neste experimento e no relatado por CAMPOS *et al.* (2003) que a presença do tanino no grão de sorgo diminuiu a degradabilidade efetiva da PB do grão e isto pode ser explicado pelo fato do tanino formar complexos tanino-proteína, dificultando a digestão microbiana.

Para a degradabilidade ruminal do amido observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) em função de híbrido de sorgo x conservação, granulometria x conservação e granulometria x tempo.

Tabela 7. Degradabilidade ruminal do amido de grãos ensilados úmidos e grãos armazenados secos na interação híbrido de sorgo x forma de conservação

	Sorgo Com Tanino	Sorgo Sem Tanino
Silagem	38,58 Aa	37,77 Ba
Grão	38,61 Ab	47,82 Aa

Letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,01$.

Letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,01$.

Na interação híbrido de sorgo x conservação, é possível observar que o sorgo com tanino não apresentou diferença para a forma de conservação silagem de grãos úmidos ou grãos armazenados secos, já o sorgo sem tanino teve melhor degradabilidade ruminal do amido na forma de con-

servação grão seco ($P < 0,01$). Na interação conservação x híbrido de sorgo, observou-se que a forma de conservação silagem de grão úmidos não apresentou diferença significativa ($P < 0,01$) para o sorgo com ou sem tanino, já a forma de conservação grão armazenado seco mostrou-se superior ($P < 0,01$) para o sorgo sem tanino. O tanino influenciou a degradabilidade do amido (Tabela 7), fato este que para WARREHAM *et al.*, (1994) pode ser explicado pela capacidade de os taninos interagirem com as proteínas da matriz protéica do amido formando complexos tanino-proteína e tornando as proteínas mais resistentes ao ataque microbiano. A degradabilidade ruminal média do amido foi de 40,7%.

Para a interação forma de conservação x granulometria (Tabela 8) foi possível observar que apenas triturando o grão, já houve um aumento na degradabilidade ruminal do amido. Houve diferença ($P < 0,01$) para as três granulometrias na forma de conservação silagem de grão úmido, sendo a forma moído fino a de melhor degradabilidade. Para o grão armazenado seco as granulometrias, moído fino e moído grosso não diferiram estatisticamente ($P < 0,01$) entre si, sendo ambas superiores a forma inteiro.

De maneira geral a conservação grão seco obteve melhor degradabilidade que a conservação silagem,

o que é contraditório ao observado na literatura, onde a ensilagem favorece a digestibilidade do amido, pois o pH ácido facilita a solubilização parcial da matriz protéica e o acesso dos microorganismos ao amido, este fato pode ser explicado, talvez, pelo maior tempo de aporte de nutrientes que o grão seco teve antes de sua colheita em relação a silagem de grão úmidos

Tabela 8. Degradabilidade ruminal do amido de grãos ensilados úmidos e grãos armazenados secos na interação forma de conservação x granulometria

	Fn	Gr	In
Silagem úmida	53,70 Aa	41,95 Bb	18,87 Ca
Grão seco	55,92 Aa	58,38 Aa	15,35 Ba

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,01.

Para a interação granulometrias com o tempo como subparcela, é possível observar na Figura 4 que, apenas triturando o grão, é possível que 100% da degradabilidade ruminal do amido ocorresse ao tempo médio de oito horas de incubação ruminal, enquanto que o material inteiro só veio a ser degradado no mesmo percentual ao tempo médio de trinta horas, fato que justifica custos com moagem e pode até reduzir despesas com rações concentradas.

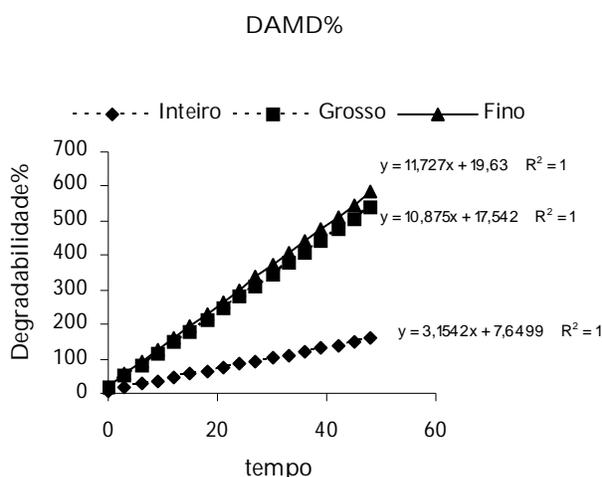


Figura 4. Degradabilidade ruminal do amido (DAMD) para a interação granulometria com o tempo como sub parcela (48h)

Isto pode ser explicado pelo aumento da superfície de contato da partícula com o meio ruminal, aumentando a solubilidade. MORON *et al.*, (2000), trabalhando com degradabilidade do amido de grãos de sorgo (BR 005) e milho em diferentes processamentos observaram que a redução do tamanho da partícula promoveu melhor degradabilidade para os grãos processados que os não processados, encontrando valores médios de degradação do grão inteiro, partido ao meio e moído (2 mm) de 6,2; 33,4 e 48,6% respectivamente.

Na Tabela 9, para a degradabilidade efetiva do amido, os valores indicam aumento significativo após a moagem, seja qual for o sorgo ou forma de conservação, de modo que, é possível observar um aumento de mais de dezoito vezes na taxa de degradação de 2%^{h-1} para o híbrido com tanino na forma de grão seco, depois de aplicado a moagem grossa ao grão, o que evidencia a eficiência da moagem. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o processamento aumentou a fração de amido rapidamente degradável no rúmen. Isso aconteceu porque o rompimento da estrutura cristalina dos grânulos de amido aumentou a sua solubilidade tornando-os mais acessíveis à degradação, NOCEK, (1987). MORON *et al.*, (2000), observaram que a redução do tamanho da partícula promoveu melhora na degradabilidade efetiva do amido dos grãos comparado ao grão inteiro, sem a necessidade de aplicação de calor na intenção de geleificar o amido. Esta melhora pode ser explicada pela separação dos grânulos de amido na matriz protéica, expondo-os ao ataque dos microorganismos do rúmen.

Para a degradabilidade efetiva do amido, apesar de não ter sido feito desdobramento estatístico é possível observar que a degradabilidade dos grãos secos é bem maior que as da silagem úmida. A explicação para este fato pode ser fundamentada, no estágio de colheita dos grãos secos, onde estes tiveram mais tempo para fechamento dos grãos, e assim maior aporte de nutrientes até a colheita.

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

Degradabilidade efetiva do amido (%)											
Híbrido com Tanino						Híbrido sem Tanino					
Silagem			Grão			Silagem			Grão		
F _n	Gr	In	F _n	Gr	In	F _n	Gr	In	F _n	Gr	In
61,3	64,4	23,1	72,4	65,0	3,5	53,6	48,8	12,0	83,9	73,8	13,1
49,3	35,4	13,0	47,2	48,7	2,4	48,1	29,2	6,7	57,4	59,7	12,7
41,4	27,5	10,4	37,5	40,4	1,5	43,3	20,8	2,9	50,1	52,5	12,3
Frações e Taxa de Fermentação											
-3,1	13,7	6,0	14,1	14,6	-17,9	-189,6	-2,9	-18,1	37,3	30,2	-4549,1
76,3	79,5	461,4	121,3	73,7	22,5	248,2	90,1	35,2	372,4	63,9	4592,8
0,104	0,002	0,001	0,018	0,043	0,249	0,595	0,027	0,119	0,003	0,043	0,855
5,47	9,41	11,98	3,18	3,21	7,87	11,24	3,50	8,74	2,49	13,91	4,44

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos podemos inferir que a moagem dos grãos de sorgo proporcionou aumento da degradabilidade ruminal e efetiva da matéria seca, proteína bruta e amido.

A presença do tanino no grão de sorgo não alterou a degradabilidade da matéria seca.

A presença do tanino no grão de sorgo alterou a degradabilidade potencial da proteína bruta nas granulometrias grosso e inteiro e do amido, apenas na forma de conservação grão seco.

Recomenda-se a moagem dos grãos de sorgo, sem tanino conservado na forma de grão seco.

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. 2268-75, 2001.
- ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.231-236.
- BRANDT, B.; STOCK, R.; KREKEMEIER, K. Dry and high-moisture corn influence on finishing steers performance digestion. **Nebraska Beef Cattle Report**. Lincoln, v.48, p. 23-25, 1985.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2004. 88f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba.
- CAMPOS, W.E.; SATURNINO, H.M.; SOUSA, B.M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L.C.; FERREIRA, P.M.; CARVALHO, A.U. Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I - Matéria seca e proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.55, n.2, 2003.
- CHANG, M.J.; BAILEY, J.W.; COLLINS, J.L. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption but not absorption and utilisation of protein in rats. **Journal of Nutrition**, v.124, p.283-288, 1994.
- CHUNG, K.T.; WONG, T.Y.; WEI, C.I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. Tannins and human health: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38, p.421-464, 1998.
- FIT CURVE, International Feed Resources, **Unit Macaulay Institute**. Disponível em: <http://www.macaulay.ac.uk/IFRU>. Acesso em: 18 jan. 2008.
- 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, n.3, p.876-881, 1975.

- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstract Reviews: Série B**. Wallingford, v.65, p.63-93, 1995.
- KNOX, A.I. McNEILL; McNAB, J.M. Selection between high and low tannin diets by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, p. 849, 1995.
- LONGSTAFF, M.; MACNAB, J.M. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of aminoacids, starch and lipids, and on digestive enzyme activities in young chicks. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.199-216, 1991.
- MADER, T.L.; DAHLQUIST, J.M.; BRITTON, R.A. et al. Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p. 3480-3486, 1991.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. **Taninos no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, v.27, 1997. 26p. (Circular Técnica).
- McALLISTER, T.A.; RODE, L.M.; MAJOR, D.J.; CHENG, K. J.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 70, p.571- 579, 1990.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agricultural Science**, v.88, p.645-50, 1977.
- MOLINA, L.R. et al. Parâmetros de degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor*) (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, avaliados pela técnica *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.222-28, 2003.
- MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, N.M. et al. Digestibilidade *in situ* das frações fibrosas de silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor*) (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.169-179, 2002.
- MORON, I.R.; TEIXEIRA, J.C.; OLIVEIRA, A.I.G.; PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, J.S.E. Cinética da Digestão Ruminal do Amido dos Grãos de Milho e Sorgo Submetidos a Diferentes Formas de Processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.208-12, 2000.
- MYER, R.O.; GOBERT, D.W.; COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moistured state for growing finishing swine. **Journal Animal Science**, v.62, p.1290-97, 1986.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9th Edition. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting "in situ" estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, v.60, n.5, p.1347-58, 1987.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-69, 1988.
- NOCEK, J.E. and KOHN, R.A. In situ particle size reduction of alfafa timothy hay as influence by form and particle size. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.2, p.932-45, 1988.
- NOZELLA, E.F. **Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da caatinga e utilização de tratamentos físico-químicos para redução do teor de taninos**. 2006. 99f. Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Piracicaba.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, L. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- ORSKOV, E.R.; DEB HOVELL, F.D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para valoracion de los alimentos. **Produccion Animal Tropical**, v.5, p.213-233, 1980.
- OWENS, N.F.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, n.1, p.1634-1648, 1986.
- REIS, W. **Degradabilidade de Grãos Secos e Ensilados de Híbridos de Milho Submetidos a Formas de Processamento**. 2006. 68f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Botucatu.
- SAEG (SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA). **Central de Processamento de Dados**. Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 1983. 68p.
- SCHEUERMANN, G.N. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. **UBA- Informa**, p.95-96, 2003. (In formativo Técnico - União Brasileira de Avicultura), p.95-96,2003.

- SCHUEERMANN, G.N. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte.** Concórdia: Embrapa suínos e aves, 1998.
- SILVA, D.J. **Análise de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos).** Viçosa: UFV - Imprensa Universitária, 2002. 166 p.
- STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; CLEALE, R.M. et al. High-moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, n.4, 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, n.5, p.931-936, 1974.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2ed. Viçosa: UFV-DZO, 2006. 329p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca, New York: Cornell Uni. Press, 1994. 476p.
- WARREAM, C.N.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Processing and antnutritive factors in feedstuffs. In: COLE, D.J.A.; VARLEY, M.A. **Principles of pig sciences.** Longhbouroug: Nottingham Univ. Press, 1994. 472p.