

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DO AMIDO E
DE OUTROS NUTRIENTES, EM SILAGEM DE
GRÃOS ÚMIDOS DE SORGO, DETERMINADA
PELA TÉCNICA DO SACO DE NÁILON MÓVEL
E COLETA TOTAL EM EQUINOS**

AUGUSTA MARTINS ROMANIELLO GOLLCHER

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

AUGUSTA MARTINS ROMANIELLO GOLLCHER

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DO AMIDO E DE OUTROS
NUTRIENTES, EM SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE SORGO,
DETERMINADA PELA TÉCNICA DO SACO DE NÁILON
MÓVEL E COLETA TOTAL EM EQUÍNOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. José Augusto de Freitas Lima

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Gollcher, Augusta Martins Romaniello.

Digestibilidade aparente do amido e de outros nutrientes, em silagem de grãos úmidos de sorgo, determinada pela técnica do saco de náilon móvel e coleta total em eqüinos / Augusta Martins Romaniello Gollcher. – Lavras : UFLA, 2008.

70 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: José Augusto de Freitas Lima.

Bibliografia.

1. Tanino. 2. Digestibilidade. 3. Sorgo. 4. Eqüinos. 5. Silagem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.108552

AUGUSTA MARTINS ROMANIELLO GOLLCHER

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DO AMIDO E DE OUTROS
NUTRIENTES, EM SILAGENS DE GRÃOS ÚMIDOS DE SORGO,
DETERMINADA PELA TÉCNICA DO SACO DE NÁILON
MÓVEL E COLETA TOTAL EM EQUINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 3 de março de 2008

Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa UFLA

Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima UFLA

Prof. José Augusto de Freitas Lima
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Ao meu marido, Lucas, que permaneceu ao meu lado sempre,

OFEREÇO

A minha avó, Sonia e à minha filha, Ana Luiza, que sempre me deram
amor e força para continuar.

Aos meus pais, Pedro (*in memoriam*) e Vera,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não me deixar fraquejar, por estar sempre ao meu lado e ter me mostrado o verdadeiro sentido das coisas mais simples, colocando no meu caminho pessoas amigas e generosas.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do

BIOGRAFIA

Augusta Martins Romaniello Gollcher, filha de José Pedro Romaniello Gollcher e Vera Lúcia Silva Martins, nasceu em Montes Claros, Minas Gerais, em 6 de abril de 1981.

Em julho de 2005, concluiu o curso de Zootecnia, pela Universidade Federal de Lavras.

Em agosto de 2005, iniciou o mestrado em Zootecnia, área de concentração Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Lavras, realizando estudos na área de Nutrição de Eqüinos.

Em março de 2008, submeteu-se à banca para a defesa da dissertação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS, TABELAS, FIGURAS.....	i
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Particularidades digestivas dos eqüídeos.....	3
2.2 Digestibilidade.....	4
2.2.1 Ensaio de digestibilidade.....	6
2.3 Métodos de determinação da digestibilidade de nutrientes para eqüinos....	6
2.3.1 Método convencional de digestibilidade ou coleta total.....	7
2.3.2 Técnica do saco de náilon móvel.....	8
2.3.2.1 Perdas físicas dos sacos de náilon.....	11
2.4 Amido.....	12
2.4.1 Digestibilidade e aproveitamento do amido pelos eqüinos.....	13
2.5 Silagem de grãos úmidos de sorgo na alimentação animal.....	15
2.6 Quantidade de tanino no sorgo.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local e experimentos realizados.....	21
3.2 Experimento 1: Comparação dos valores nutritivos das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino na alimentação de eqüinos através do método de coleta total.....	22
3.2.1 Ensaio.....	22
3.2.2 Tratamentos.....	22
3.2.3 Silagem de grãos úmidos de sorgo de alto e baixo tanino.....	22
3.2.4 Período experimental e animais utilizados.....	23
3.2.5 Manejo e alimentação dos animais.....	24

	Página
3.2.6 Coleta das amostras.....	25
3.2.7 Preparo das amostras.....	25
3.2.8 Análises Laboratoriais.....	26
3.2.9 Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.....	26
3.2.10 Análise estatística.....	27
3.3 Experimento 2: Comparação da digestibilidade dos nutrientes das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, usando os métodos de coleta total e saco de náilon móvel.....	27
3.3.1 Ensaios.....	27
3.3.2 Tratamentos.....	27
3.3.3 Preparo das silagens utilizadas na TSNM e coleta total.....	28
3.3.4 Período experimental e animais utilizados.....	29
3.3.5 Manejo e alimentação dos animais.....	29
3.3.6 Sacos de náilon.....	30
3.3.7 Coleta e preparo das amostras.....	30
3.3.8 Análises laboratoriais.....	31
3.3.9 Determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes.....	31
3.3.10 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	32
3.4. Experimento 3 : Avaliação das perdas dos nutrientes das amostras de silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino utilizando sacos de náilon.....	33
3.4.1. Tratamentos e preparo das amostras.....	33
3.4.2. Análises laboratoriais.....	33
3.4.3 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 Experimento 1: Coeficientes de digestibilidade dos alimentos fornecidos aos animais.....	36

	Página
4.2 Experimento 2: Comparação entre os coeficientes de digestibilidade nas duas técnicas.....	39
4.3 Experimento 3: Desaparecimento dos nutrientes das silagens de sorgo....	42
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	59

LISTA DE ABREVIATURAS

AT	Alto tanino
BT	Baixo tanino
CDA	Coefficiente de digestibilidade aparente
CDAN	Coefficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes
CD	Coefficiente de digestibilidade
EB	Energia bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo
SGUSAT	Silagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino
SGUSBT	Silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo tanino
SSAT	Silagem de sorgo alto tanino
SSBT	Silagem de sorgo baixo tanino
TSNM	Técnica do saco de náilon móvel

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 Composição percentual e química das dietas.....	25
TABELA 2 Coeficientes da digestibilidade aparente e erros padrões da matéria seca, amido, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta do feno de coast-cross e das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo (SGUABT) e alto teor de tanino (SGUSAT).....	36
TABELA 3 Matéria seca digestível (MSD), amido digestível (AD), proteína digestível (PD), fibra em detergente neutro digestível (FDND), fibra em detergente ácido digestível (FDAD) e energia digestível (ED) com base na matéria seca.....	38
TABELA 4 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), amido (CDAA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) da silagem de grãos úmidos de sorgo baixo tanino usada na técnica do saco de náilon móvel nas três diferentes granulometrias e o método de coleta total	40
TABELA 5 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), amido (CDAA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino usando a técnica do saco de náilon móvel nas três diferentes granulometrias e o método de coleta total.....	40
TABELA 6 Percentagem média de desaparecimento da matéria seca (DMS), amido (DA), proteína bruta (DPB) e energia bruta (DEB) ocorrido nos sacos de náilon após a lavagem das silagens de grãos úmidos de sorgo nas três granulometrias.....	43

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Unidade básica dos taninos condensados (Schofield et al., 2001).....	19
FIGURA 2 Desaparecimento da matéria seca para as silagens de sorgo de baixo e alto teor de tanino.....	44
FIGURA 3 Desaparecimento da proteína bruta nas silagens de sorgo de baixo e alto teor de tanino.....	45
FIGURA 4 Desaparecimento da energia bruta (DEB) nas silagens de sorgo de baixo (BT) e alto (AT) teor de tanino.....	46
FIGURA 5 Desaparecimento do Amido (DAmido) nas silagens de sorgo de baixo (BT) e alto (AT) teor de tanino.....	47

RESUMO

GOLLCHER, Augusta Martins Romaniello, **Digestibilidade aparente do amido e de outros nutrientes, em silagem de grãos úmidos de sorgo, determinada pela técnica do saco de náilon móvel e coleta total em equinos.** UFLA 2008, 70p. Dissertação em Nutrição Animal-Monogástricos (Mestrado em Zootecnia)¹

Foram realizados três experimentos, sendo dois conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – MG, objetivando determinar a digestibilidade do amido e outros nutrientes de silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino e comparar os resultados através de duas técnicas de digestibilidade com equinos. Um terceiro experimento foi realizado na ESALQ/USP para avaliar, em laboratório, o desaparecimento dos nutrientes das silagens, em três granulometrias utilizadas na técnica do saco de náilon móvel. Nos dois primeiros experimentos foram utilizados quatro cavalos, com seis anos e peso médio de 330 Kg. Para o primeiro experimento foram realizados dois ensaios de digestibilidade através da coleta total, onde determinou-se o valor nutritivo das silagens de grãos úmidos de sorgo em substituição de 30% do feno de coast-cross para equinos. O segundo também contou com dois ensaios de digestibilidade, onde comparou-se a digestibilidade aparente do amido e demais nutrientes utilizando-se a técnica do saco de náilon móvel, com três granulometrias diferentes (1mm, 8mm e 13mm), e o método de coleta total para as duas silagens respectivamente. No terceiro comparou-se o desaparecimento das amostras das silagens moídas a 1mm, 8mm e 13mm utilizadas na técnica do saco de náilon móvel após lavagem em água. Os teores de matéria seca digestível, proteína digestível, fibra em detergente neutro digestível, fibra em detergente ácido digestível, amido digestível e energia digestível com base na matéria seca para as SGUSBT e SGUSAT foram respectivamente, 59,08 e 50,58%; 10,87 e 7,64%; 2,20 e 3,34%; 1,53 e 1,67%; 71,98 e 67,80% e 3.954 e 3.192 kcal/kg. Os resultados obtidos indicam que para ambas as silagens a técnica do saco de náilon móvel com amostras moídas a 8mm, foi uma boa técnica para quantificar a digestibilidade de todos os nutrientes, com exceção do amido, onde a granulometria de 1mm foi a que se igualou estatisticamente a coleta total. Foi observado que quando diminuiu-se a granulometria aumentava-se linearmente as perdas dos nutrientes

ABSTRACT

GOLLCHER, Augusta Martins Romaniello, **Apparent digestibility of starch and other nutrients of wet sorghum grain silage through the mobile nylon bag technique and total collection in equines.** UFLA, 2008. 70 pages. (Dissertation in Animal Nutrition –Monogastrics (Master in Animal Science)).²

Three experimental trials, conducted in the Animal Science Department of the Federal University of Lavras – MG, were undertaken, aiming to determine the digestibility of starch and other nutrients of wet high and low tannin sorghum grain silages and compare the results through two digestibility techniques in equines. A third experiment was accomplished in ESALQ/USP to evaluate, in laboratory, the disappearance of the nutrients of the silages, at three particle sizes utilized in the mobile nylon bag technique. In the two first experiments, four horses were utilized, aged six years and average weight of 330. For the first experiment, two digestibility trials were performed through total collection, where the nutritive value of the wet sorghum grain silages in replacement of 30% of cost-cross hay for equines was determined. The second also relied upon two digestibility trials, where apparent digestibility of starch and other nutrients was compared by utilizing the mobile nylon bag technique with three different particle sizes ground at three different particle sizes (1mm, 8mm and 13mm) and the total collection method for the two silages, respectively. In the third, the disappearance of the samples of the silages ground at 1mm, 8mm and 13mm utilized in the mobile nylon bag technique after washing in water was compared. The contents of digestible dry matter, digestible neutral detergent fiber, digestible acid detergent fiber, digestible starch and digestible energy based on dry matter for both the SGUSBT and SGUSAT were, respectively, 59.08 and 50.58%; 10.87 and 7.64%; 2.20 and 3.34%; 1.53 and 1.67%; 71.98 and 67.80% and 3.954 and 3.192 Mcal/kg. The obtained results point out that for both the silages, the mobile nylon bag technique with samples ground at 8mm, was a good technique to quantify the digestibility of all the nutrients with the exception of starch, where particle size of 1mm was the one which matched statistically the total collection. It was found that when particle size decreased, the losses of nutrients of the nylon bags after washing in water decreased.

² Guidance Committee: José Augusto de Freitas Lima (Adviser), Elias Tadeu Fialho, Paulo Borges Rodrigues.

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de domesticação, o homem mudou e tem mudado continuamente o hábito de vida dos eqüinos, adaptando consideravelmente a vida destes animais e suas necessidades a níveis algumas vezes insuportáveis para a capacidade funcional de seu aparelho digestivo. Até há pouco tempo, raramente os eqüinos recebiam alimentos concentrados, fenos de gramíneas ou leguminosas. A pastagem sempre constituiu a alimentação natural do cavalo e por isso, seu aparelho digestivo está anatômica e fisiologicamente preparado para a digestão de forragens ao longo de milhões de anos.

A eqüideocultura constitui importante segmento do agronegócio brasileiro. Além de sua ligação com a pecuária comercial, a atividade possui forte inter-relação com setores ligados ao lazer, à cultura, ao esporte e ao ecoturismo. O Brasil possui o quarto maior rebanho eqüino do mundo, com 5,8 milhões de cabeças, ficando atrás apenas do México, da China e dos EUA (FAO, 2006).

A região Sudeste ocupa posição de destaque na criação de eqüinos no Brasil, com o maior rebanho, que é de, aproximadamente, 1,5 milhão de animais. Neste contexto, o estado de Minas Gerais contribui com mais de 800 mil animais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2006).

Apesar desse crescimento, os estudos na área de nutrição eqüina e as informações sobre a digestibilidade dos nutrientes de vários alimentos são limitados em relação às demais espécies. Dentre os fatores limitantes na criação de eqüinos no Brasil, a alimentação é um dos pontos mais importantes. Uma alimentação correta, associada a um manejo adequado, propicia aos animais bom desenvolvimento muscular e ósseo, resultando numa maior longevidade, eficiência no trabalho e melhor desempenho reprodutivo.

A utilização de silagem de grãos úmidos de sorgo no Brasil é pouco difundida, sendo uma tecnologia em fase de expansão. Segundo Kramer & Voorsluys (1991), a silagem de grãos úmidos foi introduzida em 1981, na região de Castro, PR sendo, inicialmente, utilizada na alimentação de suínos e, posteriormente, para bovinos de leite e corte. O milho e o sorgo são as plantas mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo e alto rendimento, além de não haver necessidade de aplicação de aditivos para estimular a fermentação (Zago, 1991).

A cultura do sorgo contribui com 10% a 12% da área total cultivada para silagem no Brasil e se destaca, de modo geral, por apresentar produtividade de matéria seca (MS), em t/ha./ano, mais elevada que a do milho, principalmente em condições marginais de cultivo, como nas regiões de solos de baixa fertilidade natural e onde é freqüente a ocorrência de estiagens longas (Rocha Júnior et al., 2000).

As ocorrências de produções limitadas, de políticas reguladoras de estoque, entre outros fatores, têm levado diversos produtores a utilizarem ingredientes alternativos na alimentação animal. Assim, a realização de estudos com silagem de grãos úmidos na alimentação animal justifica-se em função da possibilidade de redução de custos em relação à utilização do sorgo seco ou do milho pós-armazenado. Além de ser de baixo custo, esta tecnologia permite a antecipação na colheita e o armazenamento simples e econômico, evitando ataque de roedores e insetos aos grãos, diminuindo as perdas no campo e conservando o valor nutritivo por maior período de tempo.

O objetivo desta pesquisa foi, considerando-se a alimentação de equinos, avaliar a digestibilidade aparente do amido e de outros nutrientes das silagens de grãos úmidos de sorgo de alto e baixo teor de tanino, em diferentes granulometrias, por meio da técnica do saco de náilon móvel, em comparação com o método de coleta total de fezes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Particularidades digestivas dos eqüídeos

Os eqüídeos são classificados como monogástricos herbívoros, com ceco e cólon funcionais e isso significa que, no funcionamento do seu aparelho digestivo, os alimentos são expostos, primeiro, às enzimas estomacais e pancreáticas, antes de atingir as áreas de fermentação. Assim, estes animais utilizam bem o volumoso, por apresentarem flora microbiana que coloniza o ceco e cólon que os torna capazes de digerir a fibra (Hansen, 1997).

Os eqüinos possuem uma fisiologia digestiva com características específicas: mastigação eficiente, taxa de passagem gástrica rápida, digestão enzimática intensa no intestino delgado e ação microbiana prolongada no intestino grosso (Wolter, 1975).

Estes animais possuem mastigação muito potente, por isso a tornam metódica e completa, sendo acompanhada pela produção abundante de saliva, que contém concentração muito baixa de amilase, praticamente sem tempo de atuar e com ação pré-gástrica totalmente desprezível (Santos et al., 2002).

A boca, o esôfago, o estômago e o intestino delgado representam 38,5% do trato digestivo dos cavalos, sendo o estômago bem pequeno em relação ao tamanho corporal com capacidade para 8 a 15 litros ou 10% do trato digestivo. Por este motivo, os alimentos não permanecem no estômago por muito tempo (± 90 minutos), esvaziando-se de 6 a 8 vezes por dia. Devido a essa pequena capacidade, o bolo alimentar é estratificado.

A ordem de chegada dos alimentos condiciona a ordem de saída, permanecendo apenas o último terço do bolo que sofrerá, com maior intensidade, a ação do suco gástrico. O mais importante segmento do trato gastrointestinal dos eqüinos é o intestino grosso, tanto em volume,

aproximadamente 62%, como em tempo de retenção, entre 48 e 72 horas, tempo suficiente para a ação da digestão microbiana, sendo dividido em três grandes porções: o ceco, o cólon e o reto. O ceco está separado do intestino delgado pela válvula ileocecal e do cólon pelo orifício ceco-cólico, estas particularidades anatômicas dos eqüinos permitem reter as partículas alimentares celulósicas por mais tempo no ceco (Hansen, 1997).

O cólon é dobrado sobre si mesmo na cavidade abdominal, o que também permite um retardamento da velocidade de trânsito, possibilitando o desenvolvimento de uma abundante população microbiana, composta de bactérias celulolíticas, lignolíticas e de protozoários que degradam os resíduos alimentares que escaparam da digestão enzimática.

No ceco e no cólon ventral, os resíduos nitrogenados são hidrolisados com produção de amônia (NH_3), que pode ser absorvida pelo sangue ou utilizada pelos microrganismos para a síntese protéica. No cólon dorsal, são degradados, essencialmente, os corpos microbianos, porém, ao contrário do que ocorre nos ruminantes, onde sofrem digestão no intestino, resultando em aminoácidos essenciais, nos eqüinos, sofrem apenas a putrefação, que resulta somente em amônia, que só pode ser utilizada parcialmente no fígado para a produção de aminoácidos essenciais (Tisserand, 1983).

2.2 Digestibilidade

A digestibilidade refere-se àqueles nutrientes do alimento que, atacados e desdobrados no trato digestivo pelas enzimas ou microflora, são absorvidos pelo organismo e, quando relacionados à composição química e ao consumo de matéria seca, fornecem o valor nutritivo dos alimentos. Digestibilidade aparente total é a porcentagem de alimento ou de seus nutrientes absorvida ao longo de todo trato gastrointestinal do animal (Martin-Rosset, 1993). Quanto maior a

digestibilidade de um alimento, maior será a quantidade de nutrientes fornecidos para os processos de manutenção, crescimento, reprodução e trabalho (Carvalho et al., 1998).

Segundo Olsson & Ruudvere (1955), uma série de fatores afeta a digestão nos eqüinos. São eles: individualidade do animal, composição química do alimento, capacidade de alimentação, tipo de trabalho, granulometria e conteúdo de água nos alimentos, velocidade de trânsito dos alimentos no trato digestivo e a quantidade de fibra presente na ração.

Martin-Rosset (1990) afirma que a quantidade de alimentos que um cavalo pode ingerir varia de acordo com o teor de MS dos mesmos, com o peso corporal do animal, com a sua produção (produção de leite, ganho de peso corporal e trabalho) e com o seu estado fisiológico. O consumo alimentar de um cavalo adulto pode variar de 8 a 12 kg MS/animal/dia, podendo, esse consumo, variar de 2,8% do peso corporal, para um potro em crescimento, a 1,5%, para uma égua no final de gestação (National Academy Press, NRC 2007). De acordo com o NRC (2007), eqüinos soltos em pastagens de boa qualidade consomem, diariamente, de 2,0% a 3,5% de seu peso corporal na base da matéria seca.

Roston & Andrade (1992) consideraram a digestibilidade da energia e da proteína de um alimento como os principais parâmetros na avaliação do seu valor nutritivo. Alguns autores encontraram correlações positivas entre a digestibilidade e o consumo voluntário de alimento, entre o teor de proteína e a sua digestibilidade e entre o teor de proteína e a energia (Campling, 1966; Nascimento, 1970 e Minson, 1972, citados por Araújo et al., 2000).

2.2.1 Ensaio de digestibilidade

Os ensaios de digestibilidade são conduzidos com o objetivo de avaliar diferentes dietas ou alimentos, quanto à disponibilidade de nutrientes. Na prática, esses ensaios são conduzidos com diversos animais e, geralmente, utilizam vários alimentos. Os alimentos a serem testados devem ser preparados e armazenados antes do início do experimento para evitar variações na sua composição. A dieta deve ser fornecida de forma que não haja sobras ou que estas sejam controladas (Araújo et al., 2000).

O período de coleta deve durar de cinco a dez dias, para garantir uma excreção fecal média constante, visando minimizar o efeito das variações. As fezes devem ser coletadas diariamente, misturadas e retiradas amostras representativas para cada animal, que serão secas à temperatura entre 55° e 65°C, para evitar a formação de substâncias indesejáveis (Van Soest, 1994). A digestibilidade de nutrientes orgânicos nos alimentos é comumente expressa em porcentagem da matéria seca que desaparece no balanço entre alimento ingerido e excreção de fezes.

2.3 Métodos de determinação da digestibilidade de nutrientes para equinos

Os métodos mais utilizados para determinar a digestibilidade dos nutrientes em equinos são: coleta total, usando gaiolas metabólicas ou outras modificações, indicadores externos e internos, método *in vitro* e *in situ* e, recentemente, a técnica do saco de náilon móvel (*in vivo*).

2.3.1 Método convencional de digestibilidade ou coleta total

Muitos estudos de balanço nutricional em equinos requerem a coleta total e a separação de fezes e urina. Entretanto, as informações sobre estas técnicas são escassas. Os primeiros experimentos de metabolismo com equinos foram conduzidos utilizando-se bolsas de coleta de urina e de fezes.

O desenvolvimento do método convencional para a determinação da digestibilidade inaugurou-se praticamente com os primeiros estudos sobre balanços nutricionais realizados por Maynard & Loosli (1966).

As dificuldades inerentes à coleta quantitativa das fezes fizeram com que os pesquisadores utilizassem bolsas coletoras, como as mostradas por Gorski et al. (1957), para bovinos e as por Vander Noot et al. (1965), para equinos.

Mckensie et al. (1979) apresentaram um modelo de gaiola metabólica, que, no entanto, ainda não eliminava a necessidade do uso de bolsa coletora de urina. As gaiolas de metabolismo destinadas a superar as dificuldades das bolsas coletoras, de se manterem limpas, conservadas e ajustadas, têm sido as mais utilizadas (Araújo et al., 1996; Furtado & Tosi, 1996; Araújo et al., 2000).

Algumas pesquisas realizadas no Brasil para determinar a digestibilidade dos alimentos com equino têm utilizado baias comuns, com pisos e paredes impermeabilizadas, sendo as coletas de fezes feitas diretamente no piso (Veiga et al., 1974; Manzano & Carvalho, 1978; Pereira et al., 1995; Pereira&Rossi, 1995). Porém, esse método apresenta grandes dificuldades, como a necessidade de plantões de 24 horas para se evitar as contaminações de fezes com urina, além de inviabilizar a coleta de urina.

Stillions & Nelson (1968) desenvolveram uma gaiola de metabolismo para equinos machos semelhante às utilizadas com bovinos. Os animais foram mantidos nessas gaiolas por um período de três meses, sem nenhum problema de edema e de consumo de alimento, quando estes foram devidamente exercitados.

Furtado & Tosi (1996) adaptaram um modelo de gaiola de metabolismo para o Brasil a partir das americanas e obtiveram ótimos resultados. O modelo de gaiola metabólica proposto apresentou características desejáveis, ou seja, permitiram a coleta de fezes, urina e sangue, sem perdas e ou contaminações, bem como o controle no fornecimento de alimentos e de água.

2.3.2 Técnica do saco de náilon móvel

A técnica do saco de náilon móvel (TSNM) determina a digestibilidade dos nutrientes de vários alimentos ao mesmo tempo, de forma simples e rápida, necessitando de pequenas amostras do alimento teste. A moagem das amostras é necessária para diminuir a variação nos resultados de digestibilidade e simular a mastigação normal realizada pelos animais. Entretanto, este processamento pode influenciar a natureza e o conteúdo de vários constituintes dos alimentos em teste. De acordo com Huntington & Givens (1995), as amostras de forragens e silagens não devem ser moídas, sendo, portanto, inseridas nos sacos de náilon *in natura*.

Estudos sobre a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos para eqüinos necessitam de grandes quantidades de alimentos e se limitam a testar um alimento por ensaio. A utilização de sacos de náilon, contendo pequenas amostras de alimentos, evita essas limitações, medindo-se rapidamente a digestibilidade dos nutrientes de vários alimentos ao mesmo tempo em um período relativamente curto (Araújo et al., 2000).

O uso de sacos em estudos de digestão data de longo tempo. Spallanzani (1785), citado por Sauer et al. (1983), estudou, nele próprio, a digestão e a taxa de passagem do pão e da carne, contidos em sacos de linho, sendo excretados nas fezes em menos de 24 horas, tendo o conteúdo desaparecido completamente. Sauer et al. (1983), trabalhando com suínos fistulados no duodeno,

desenvolveram um método conhecido como “a técnica do saco de náilon móvel”, pelo qual pequenos sacos de náilon contendo amostras de alimentos eram pré-digeridos *in vitro* com HCl e pepsina, depois inseridos no duodeno através da fistula e recuperados nas fezes. Os resultados obtidos foram similares aos encontrados em experimentos convencionais de digestibilidade, portanto, mostrou tratar-se de uma técnica precisa, rápida e de baixo custo para determinar a digestibilidade dos nutrientes.

Graham et al. (1985) compararam a técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alguns alimentos em suínos. Observaram que os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica e da proteína bruta determinados pela técnica do saco de náilon foram superestimados para todos os alimentos em estudo. Outras pesquisas foram realizadas com suínos, a fim de se comparar a digestibilidade dos nutrientes entre as técnicas do saco de náilon móvel e coleta total. Os coeficientes de digestibilidade encontrados nestes trabalhos foram subestimados pela técnica do saco de náilon, para proteína bruta (Sauer et al., 1989) e energia bruta (Lange et al., 1986).

Para equínos, a utilização dessa técnica, no Brasil, foi feita por meio de pesquisas de Araújo et al. (1996), em que se determinou o tempo de passagem de três tamanhos de sacos de náilon (3,5 x 3,5 cm, 3,5 x 4,5 cm e 3,5 x 6,5 cm) e da digesta por meio de partículas de polietileno. Observaram, portanto, que os sacos de tamanho (3,5 x 4,5 cm e 3,5 x 6,5 cm) tiveram um tempo de passagem (54 e 48 horas, respectivamente) dentro dos limites de variação do tempo de passagem da digesta (48 a 66 horas). Os referidos autores concluíram que ambos os sacos poderiam ser utilizados para determinar a digestibilidade dos nutrientes para equínos, porém, sugeriram o uso do saco de tamanho (3,5 x 6,5 cm), devido à sua maior capacidade de amostra, permitindo que haja resíduo para ser analisado.

Na literatura, têm sido encontradas citações para eqüinos utilizando-se o método *in situ*, em que se faz uma pré-digestão *in vitro*, simulando o estômago e, depois, os sacos de náilon são incubados no ceco, por meio de fistula (Miraglia et al., 1988). Applegate & Hershberger (1969) utilizaram os métodos de digestibilidade *in vitro*, *in situ* e coleta total, para comparar a digestibilidade dos nutrientes de três fenos com pôneis. Estes autores constataram que a digestibilidade da celulose, da hemicelulose e da MS foi maior pelo método de coleta total, intermediário pela técnica do saco de náilon e menor pela técnica *in vitro*. Os coeficientes de digestibilidade para MS, celulose e hemicelulose obtidos *in vitro* foram positivamente correlacionados aos obtidos pela técnica do saco de náilon. Os coeficientes para celulose e MS encontrados *in vitro* e pela técnica do saco de náilon foram positivamente correlacionados aos respectivos coeficientes encontrados pelo método de coleta total. Os autores concluíram que as técnicas *in vitro* e *in situ* proporcionaram confiáveis estimativas para a digestibilidade de forragens. Miraglia et al. (1988), comparando a técnica *in situ* e a coleta total em pôneis, encontraram coeficientes de digestibilidade positivamente correlacionados a DMS e DMO.

Dentre os fatores que afetam a digestibilidade aparente dos nutrientes pela técnica do saco de náilon móvel, pode-se destacar o tempo de passagem e o tamanho dos sacos, já estudados por Araújo et al. (1996). Já a granulometria do alimento também parece ser um outro fator muito importante, necessitando ser pesquisado.

Brand et al. (1989) estudaram três granulometrias do sorgo grão (800micras, 1mm e 3mm), usando a técnica do saco de náilon móvel para suínos. Os resultados de energia digestível mostraram que a amostra moída a 3mm foi significativamente menor que 800 micras e esse, por sua vez, foi maior que 1mm. Portanto, a granulometria de 1mm foi a que melhor se correlacionou aos valores de energia digestível obtidos pelo método de coleta total.

Sauer et al. (1989) também encontraram aumento na digestibilidade da proteína do farelo de soja, passando de 88,2% para 91,3%, quando o tamanho das partículas decresceu de 2 para 0,5mm, respectivamente. Mas, não houve alteração na digestibilidade da farinha de carne e de ossos. Isso indica que o

estimada por meio da diferença entre perda relacionada com a lavagem e a solubilidade do alimento, ou seja, a perda de MS menos a perda de N.

2.4 Amido

O amido é um carboidrato solúvel, produzido em grande quantidade nas folhas dos vegetais, como forma de armazenar temporariamente os produtos da fotossíntese. Como reserva permanente de alimento para a planta, o amido ocorre nas sementes, bem como na medula, nos raios medulares e no córtex de caules e raízes de plantas perenes e outras. Ele constitui de 50% a 65% do peso das sementes de cereais secos e até 80% da substância seca dos tubérculos (Mello Jr., 1991).

O amido é um polissacarídeo constituído por dois polissacarídeos estruturalmente diferentes: amilose e amilopectina. A amilose possui cadeia linear não ramificada, composta por 250 a 300 unidades de D-glicopiranoose (glucose) ligadas uniformemente por pontes glicosídicas alfa-1,4, que conferem

a proporção de amilose pode ser pequena (menos de 6%) ou nula (Bobbio & Bobbio 1992).

A alfa-amilase (alfa-1,4-glicano hidrolase), enzima presente no suco pancreático e na saliva, hidrolisa o amido rompendo aleatoriamente as ligações glicosídicas alfa-1,4. Assim, a amilose dá origem a uma mistura de glicose, maltose e amilopectina, ou seja, de oligossacarídeos ramificados e não ramificados, que contêm ligações alfa-1,6.

2.4.1 Digestibilidade e aproveitamento do amido pelos eqüinos

Existem cinco fatores que afetam a digestibilidade de amido nos cavalos, a sua fonte, o tipo de processamento, a quantidade ingerida, o tempo de alimentação com forragens e as diferenças individuais entre cavalos.

A forma como cada molécula de amido é construída varia para cada tipo de grão, tendo um grande impacto na sua absorção no intestino delgado. Em experimento realizado por Meyer & Radicke (1992), citados por Casalecchi (2003), ficou demonstrado que, em cavalos alimentados com capim, milho e aveia, a quantidade de amilase aumentou no jejuno em todos os casos, porém, teve um pequeno aumento nos cavalos alimentados com capim, um médio

intestinal rugosa. Estes dissacarídeos são completamente digeridos no intestino delgado de cavalos saudáveis (Frape, 1992).

A enzima envolvida na digestão do amido é a α -amilase, provinda do pâncreas, que realmente é uma mistura de diversas moléculas semelhantes. As ligações α -1,4, tanto da amilose quanto da amilopectina, são atacadas e quebradas pela α -amilase, em suas porções médias, resultando na produção de polissacarídeos de comprimento intermediário, conhecidos como dextrinas. Essas cadeias continuam a ser atacadas até que as unidades de di e trissacarídeos sejam formadas: maltose e maltriose, respectivamente. Este processo digestivo ocorre para a amilopectina da mesma forma que para a amilose, exceto com as ligações α -1,6, nos ramos da cadeia de amilopectina, que não são hidrolisados. Como essas ramificações não são hidrolisadas, formam-se oligossacarídeos de cadeia ramificada, conhecidos como dextrina limite, bem como um dissacarídeo com ligação α -1,6, conhecido como isomaltose (Cunningham et al., 1993).

O amido é digerido, na sua maior parte, no intestino delgado, por meio da ação das amilases e maltases e a glicose liberada é absorvida nas paredes do jejuno e íleo. Até o final do intestino delgado, de 60% a 95% do amido de cereais é digerido, sendo o amido do milho em menor proporção do que o da aveia (Meyer, 1995). Segundo Pilliner (1992), a complexidade da estrutura química do amido e o período de tempo em que o material permanece no intestino delgado influenciam a digestibilidade deste carboidrato.

Por outro lado, fatores individuais, como hábito alimentar (mastigação) e a atividade da amilase no intestino delgado, podem causar diferenças consideráveis na digestibilidade do amido. Animais que se alimentam mais vagarosamente apresentam menor percentagem de partículas maiores no quimo jejunal, promovendo maior digestibilidade do amido (Kienzle, 1994).

Em condições normais de alimentação, parte do amido da dieta passa intacto ao ataque enzimático no intestino delgado do cavalo e chega ao intestino

grosso. Este amido residual, que escapa da digestão no intestino delgado, é fermentado no ceco, sendo de considerável importância para a avaliação de alimentos amiláceos para os eqüinos (Wolter, 1975).

2.5 Silagem de grãos úmidos de sorgo na alimentação animal

Define-se silagem como sendo o produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de ar, finamente picada e acondicionada rapidamente em estrutura de armazenagem. A ensilagem de grãos úmidos consiste na colheita dos grãos, logo após a maturação fisiológica, ocasião em que apresenta teor de umidade, aproximadamente, de 28%, numa amplitude de 25% a 30% . A silagem de planta inteira (volumoso energético) é um alimento distinto da silagem de grão úmido (concentrado energético). Portanto, são alimentos complementares e não substitutivos (Costa et al., 1999).

O sorgo é uma planta C4, de ciclo curto e com altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo. O crescente aumento das áreas plantadas com sorgo no Brasil mostra o potencial deste cereal na alimentação animal.

O uso de silagem de grão úmido em rações para monogástricos tem crescido no Brasil. A ensilagem de grãos permite aumento na digestibilidade do amido, devido à sua gelatinização pelo aumento da temperatura e ação dos ácidos gerados durante o processo (Jobim et al., 2001). Além disso, os taninos podem ser hidrolisados em açúcares durante a ensilagem, melhorando o valor nutritivo do alimento (Van Soest, 1994).

Segundo Barcellos et al. (2006), a substituição de 100% do milho pela silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo conteúdo de tanino, em rações para frangos de corte, não prejudica o desempenho e reduz o custo por quilo produzido. Foi constatado também, pelos mesmos autores, que a silagem de grãos úmidos de sorgo alto tanino pode substituir o milho em até 33%, sem afetar o desempenho de frangos de corte.

Patricio et al. (2006) concluíram, em seu experimento, que as silagens de grãos úmidos de sorgo de alto e de baixo conteúdo de tanino possuem bom valor nutritivo e ótimo conteúdo de energia digestível (2.700 e 2.641 kcal/kg na matéria natural, respectivamente). Portanto, podem substituir totalmente o milho nas rações para leitões em fase de creche, pois não prejudicam o desempenho e apresentam menores custos por quilograma de leitão produzido. Lopes et al. (1994), trabalhando com leitões na fase de creche, observaram que silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo conteúdo de tanino proporcionaram melhor desempenho e que os alimentados com as silagens de alto tanino apresentaram valor nutricional semelhante ao do milho seco.

Coelhos em crescimento, alimentados com silagem de sorgo de baixo tanino substituindo 30% do milho, apresentaram índices de ganho de peso e custo melhores, numericamente, do que a ração sem a substituição (Furlan et al., 2006).

Ribeiro et al. (2002), trabalhando com ovelhas alimentadas com silagens de milho e sorgo, observaram que não houve diferença no desempenho dos animais.

Valvasori et al. (1998), trabalhando com vacas recebendo silagens de sorgo e cana, concluíram que, embora as ingestões totais de MS e PB tenham sido próximas, os ganhos de peso e as conversões de MS e PB em ganhos de peso foram melhores para o tratamento com silagem de sorgo (SS), em relação ao com silagem de cana-de-açúcar (SC). A digestibilidade in vivo de dietas com

sorgo úmido substituindo milho úmido foi estudada em 12 fêmeas bovinas, por Passini et al. (2002). Estes autores concluíram que a substituição do grão úmido de milho pelo de sorgo ensilado, nas proporções de 50% e 100%, diminuiu linearmente a digestibilidade aparente do amido das dietas no trato digestivo total.

Há poucos trabalhos sobre a utilização de silagem de grãos úmidos na nutrição de cavalos. Contudo, Oliveira et al. (2007) estudaram a viabilidade do uso das silagens de grãos úmido de sorgo com baixo (SSBT) e alto teores de tanino (SSAT) na alimentação de éguas em manutenção, comparados aos grãos secos. A dieta era composta por 50% de volumoso e 50% de concentrado, contendo grão de sorgo como principal fornecedor de energia. Estes autores verificaram similaridade entre as dietas constituídas por sorgo ensilado e sorgo seco de baixo tanino, no qual os valores médios digestíveis da MS, amido, PB e FDN foram de 54,04%, 98,91%, 49,76% e 32,20%, respectivamente, validando o uso de sorgo úmido ensilado de baixo e de alto teores de tanino, como principal grão energético nos concentrados para equinos.

2.6 Quantidade de tanino no sorgo

A quantidade de tanino encontrada nos grãos é responsável pela denominação de sorgo com baixo ou alto tanino. Assim, este composto pode estar presente no grão de sorgo em menor ou em maior concentração. A presença de altos níveis de tanino, que caracteriza as variedades resistentes ao ataque de pássaros, tem influência negativa no desempenho dos animais (Costa et al., 1999).

Taninos são definidos como compostos secundários, portanto, não estão envolvidos em processos essenciais das plantas (respiração, transpiração, fotossíntese, etc.). O termo tanino é antigo e está ligado à capacidade desses

compostos de se ligarem com proteínas presentes na pele dos animais,

R₂ e R₃). Estes grupos podem ser H ou OH e estão diretamente relacionados com a atividade da molécula e com a capacidade de formar ligações com outras moléculas (Schofield et al., 2001).

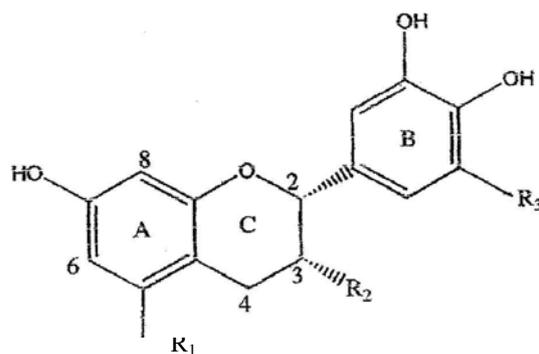


FIGURA 1 Unidade básica dos taninos condensados (Schofield et al., 2001).

A exigência de grãos de sorgo para o mercado de aves e suínos fez com que as empresas de sementes desenvolvessem híbridos com baixo teor de tanino nos grãos. Normalmente, os híbridos forrageiros possuem teores mais elevados de tanino, pois são originados de plantas mais rústicas. A seleção de variedades com maiores concentrações de tanino (grãos marrons) está associada com a perda de produtividade, devido ao ataque de pássaros, insetos e fungos.

A incubação anaeróbica do sorgo de alta umidade tem sido utilizada para minimizar o tanino quimicamente detectável (Patrício et al., 2006) e melhorar o desempenho animal, pois, segundo Van Soest (1994), os taninos podem ser hidrolizados para açúcares em meio ácido. Portanto, pode-se levantar a hipótese de que a acidez da silagem exerce importante papel na digestão de grãos de sorgo de alto teor de tanino.

A caracterização nutricional dos grãos de sorgo e o estudo dos efeitos dos seus compostos secundários possibilitam um melhor emprego deste cereal

na alimentação animal, assim como um melhor entendimento dos seus efeitos positivos e negativos na digestão dos eqüinos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e experimentos realizados

Este trabalho constituiu-se de três experimentos, sendo dois realizados por meio de ensaios de digestibilidade, que foram desenvolvidos na Sala de Metabolismo de Eqüinos, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Este município está situado na região Sul do estado de Minas Gerais, geograficamente localizado nas coordenadas de 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 910 metros (Castro Neto et al., 1980). O clima é do tipo CWB, segundo classificação de Köppen, tendo duas estações definidas: seca (de abril a setembro) e chuvosa (de outubro a março). As temperaturas médias com seus erros padrões das mínimas e máximas, durante a fase de alimentação e coletas (de janeiro/07 a março/07), respectivamente, foram de $18,5 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ e de $28,31 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$. As médias das umidades relativas, com seus erros padrões, foram de $79,94 \pm 1,06\%$.

O terceiro experimento referiu-se ao desaparecimento dos nutrientes e foi realizado no Laboratório de Bromatologia, no Departamento Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ. Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

Os experimentos foram conduzidos no período de fevereiro de 2006 a março de 2007 (período relacionado desde o plantio das silagens até a finalização dos ensaios metabólicos).

3.2 Experimento 1: Comparação dos valores nutritivos das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino na alimentação de equinos através do método de coleta total

3.2.1 Ensaios

Numa fase preliminar deste experimento, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) dos nutrientes do feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*). Procedeu-se dessa forma para se obter, por diferença, os CD dos nutrientes, separadamente, de dois genótipos de grãos de sorgo ensilados, usados no experimento.

Foram realizados dois ensaios, objetivando-se comparar os valores de digestibilidade das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, por meio do método coleta total.

3.2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos de dois ensaios (coleta total de fezes) para determinar os coeficientes de digestibilidade aparente do amido e de outros nutrientes em equinos.

No primeiro ensaio, os animais foram alimentados com feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) e silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo tanino (*Sorghum bicolor L. Moench.*) da variedade SARA.

No segundo ensaio, a alimentação foi constituída de feno de coast-cross e silagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino da variedade BRS701.

3.2.3 Silagem de grãos úmidos de sorgo de alto e baixo tanino

As silagens foram provenientes do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual de

São Paulo (UNESP), Campus de Botucatu. Foram determinados os teores de tanino dos grãos úmidos no momento da ensilagem, sendo 0,69% para baixo tanino e 1,44% para o sorgo de alto tanino.

As silagens utilizadas foram confeccionadas apenas com grãos de sorgo. As variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) utilizadas para a confecção das silagens de grãos úmidos de sorgo foram Sara e BRS-701, para baixo e alto teor de tanino, respectivamente, que foram plantados em janeiro de 2006. A colheita dos mesmos foi efetuada em maio de 2006, na fase de maturação fisiológica, ocasião em que os grãos apresentaram 29,32% e 30,73% de umidade, para os genótipos de baixo e alto teor de tanino, respectivamente.

Utilizou-se o equipamento destinado ao enchimento de silos tipo “bag” (BOELTER, modelo OB 20), que foi adaptado para realizar a moagem dos grãos. Devido à impossibilidade do uso de peneiras, pela umidade presentes nos grãos no momento da ensilagem, monitorou-se a granulometria deste material pela determinação do diâmetro geométrico médio (DGM), de acordo com a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996), obtendo-se o DGM de 8mm. Depois de moído, o material foi acondicionado em tambores de polietileno preto com tampa dupla (de vedar e de rosca), com capacidade individual de 200 kg, aproximadamente, de sorgo de baixo e alto tanino. Após a completa compactação do material nos tambores (silos), eles foram vedados com lona plástica preta e fechados por 7 meses.

3.2.4 Período experimental e animais utilizados

Ambos os ensaios foram realizados durante um período de 20 dias, sendo 15 dias, fase pré-experimental, de adaptação aos alimentos testados e 5 dias, fase experimental, coleta total das fezes. Entre cada ensaio foi utilizado um período de 5 dias para descanso dos animais.

Foram utilizados quatro cavalos castrados, sem raça definida, com média de 6 anos e peso médio de $330 \pm 11,73$ kg. Estes animais foram os mesmos para todos os ensaios, incluindo a fase preliminar.

3.2.5 Manejo e alimentação dos animais

Os animais foram vermifugados, tosados e banhados com carrapaticida, previamente aos períodos experimentais.

Durante a fase pré-experimental, os cavalos ficaram alojados em baias de alvenaria com piso de cimento contendo bebedouro automático, cocho com sal (média de 50g/dia/cavalo) e comedouro. Após este período, os cavalos foram colocados em gaiolas de metabolismo, providas de baldes plásticos para água e sal mineral, comedouro frontal e coletor de fezes, nas quais se procedeu a coleta total por cinco dias.

A dieta constituiu-se de feno de coast-cross como alimentação base (fase preliminar), a uma quantidade de 2% do peso vivo com base na matéria seca, dividida em quatro refeições iguais, de forma a atender as recomendações do NRC (2007) referentes às exigências diárias de nutrientes para equinos de 400 kg. Para os ensaios de digestibilidade, silagens substituíram 30% do feno de coast-cross com base na matéria seca, sendo oferecidas de forma gradativa durante cada período de adaptação (15 dias).

Foram realizados quatro fornecimentos de feno e silagem diários, às 6, 12, 18 e 24 horas, e a água foi completada também nos mesmos horários, para que sempre houvesse água disponível. O sal era fornecido no primeiro e no último horário.

A composição centesimal do feno e das silagens de baixo e alto teor de tanino encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1 Composição centesimal do feno e das silagens de baixo e alto teor de tanino.¹

Alimento	MS (%)	Nutriente (% MS)				EB (Kcal/kg)
		MO	Amido	PB	FDN FDA	

3.2.8 Análises laboratoriais

Para as amostras deste ensaio, as análises foram efetuadas de acordo com a seguinte metodologia:

- . matéria seca (MS) – estufa a 105°C (AOAC, 1995);
- . proteína bruta (PB) – método Kjeldhal (AOAC, 1980);
- . matéria mineral (MO) – incineração em mufla, a 600°C;
- . energia bruta: calorímetro adiabático PARR– 1261;
- . componentes da parede celular (fibra detergente neutro - FDN, fibra detergente ácido - FDA) segundo Van Soest (1994);
- . amido: foi analisado no Laboratório de Bromatologia, na ESALQ/USP Piracicaba, segundo a teoria de Poore et al. (1989), modificada para leitura de glicose por colorimetria, segundo Pereira & Rossi (1995). A enzima usada para a digestão das amostras foi a Amyloglucosidase (Sigma A-3042).

Todas as análises, exceto amido, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA.

3.2.9 Determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes

O fornecimento e o consumo das dietas de cada unidade experimental, durante o período de coletas, foram registrados. As fezes foram pesadas e seus valores anotados diariamente.

A digestibilidade dos nutrientes das silagens de sorgo de baixo e alto teor de tanino foi calculada por diferença da digestibilidade do feno de coast-cross, utilizando-se a fórmula de Matterson et al. (1965).

3.2.10 Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do teste t, para amostras emparelhadas (Triola, 1999). As análises foram realizadas no Microsoft Office Excel 2003, a partir da barra de ferramentas, análise de dados.

Foram comparadas as digestibilidades das silagens de sorgo de baixo tanino e de alto tanino, fornecidas aos mesmos animais, porém, em períodos diferentes.

3.3 Experimento 2: Comparação da digestibilidade dos nutrientes das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e de alto teor de tanino, usando os métodos de coleta total e saco de náilon móvel

3.3.1 Ensaios

Foram realizados dois ensaios, com o objetivo de comparar os valores de digestibilidade das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e de alto teor de tanino, respectivamente, por meio do método de coleta total e da técnica do saco de náilon móvel.

3.3.2 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos de dois métodos para determinar a digestibilidade aparente do amido e de outros nutrientes em eqüinos, que foram: o método de coleta total (padrão) e a técnica do saco de náilon móvel com amostra do alimento teste, moído em três diferentes granulometrias.

No primeiro ensaio, foram comparados os valores de digestibilidade da silagem de grãos úmidos de sorgo com baixo teor de tanino, obtidos pelos dois métodos, totalizando quatro tratamentos.

No segundo ensaio, foram comparados os valores de digestibilidade da silagem de grãos úmidos de sorgo com alto teor de tanino, obtidos pelos dois métodos, totalizando quatro experimentos.

O método da coleta total (padrão) foi o tratamento testemunha, determinando-se a digestibilidade por meio da medição do consumo do alimento e a quantidade perdida nas fezes, sendo o mesmo realizado no experimento 3.2.

3.3.3 Preparo das silagens utilizadas na TSNM e coleta total

A técnica do saco de náilon móvel foi constituída de três tratamentos, formados por três graus de moagem das silagens de sorgo. Duas foram obtidas em campo, por meio do equipamento destinado ao enchimento de silos tipo “bag” (BOELTER, modelo OB 20) para a moagem do material e, alterando-se a regulagem deste equipamento, foi possível realizar a prensagem, que diminuiu a integridade dos grãos, ou seja, resultando na abertura dos mesmos. Devido à impossibilidade do uso de peneiras, pela umidade presente nos grãos no momento da ensilagem, monitorou-se a granulometria deste material pela determinação do diâmetro geométrico médio (DGM), de acordo com a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996), obtendo-se o DGM de 8 e 13 mm para moagem e prensagem, respectivamente. A outra granulometria foi obtida em laboratório, por meio de moinho com peneira de crivo de 1mm. Obtiveram-se, assim, as três granulometrias para a TSNM: 1mm, 8mm e 13mm.

Foram utilizados como silo experimental, para as silagens utilizadas na TSNM, baldes de PVC (20 cm de diâmetro com 40 cm de altura), com capacidade para, aproximadamente, 22 kg, sendo devidamente vedado, com quatro repetições por granulometria para ambas as silagens.

Para o desenvolvimento do ensaio de digestibilidade aparente pela metodologia padrão, utilizaram-se tambores de polietileno preto com tampa dupla (de vedar e de rosca), com 200 kg grãos de sorgo de alto e baixo tanino na granulometria de 8mm. Após completa compactação do material nos silos, estes foram vedados com lona plástica preta e fechados.

3.3.4 Período experimental e animais utilizados

O período experimental e os animais utilizados foram os mesmos, já descrito detalhadamente no item 3.2.3..

3.3.5 Manejo e alimentação dos animais

O manejo e a alimentação dos cavalos foram os mesmos do experimento 1.

A inserção dos sacos de náilon nos cavalos foi realizada via sonda nasogástrica, iniciando-se no dia anterior ao primeiro dia de coleta de fezes. Às 13 horas, um animal por vez era retirado da gaiola para a inserção dos saquinhos, sendo 5 sacos de náilon contendo amostras moídas a 1mm, 5 sacos com 8mm, 5 sacos com 13mm e 1 saco de náilon com ausência de alimento (branco, para medir a taxa de impregnação) por cavalo/dia, durante 5 dias consecutivos. Cada animal, ao final do período de coleta, totalizou um número de 25 repetições por granulometria, em cada uma das silagens estudadas respectivamente, para se obter resíduo adequado para as análises laboratoriais. A recuperação dos sacos de náilon nas fezes foi realizada quatro vezes ao dia, às 6, 12, 18 e 24 horas e eles foram imediatamente congelados para análises posteriores.

Os valores da composição química dos alimentos experimentais são os mesmos apresentados no experimento 1.

3.3.6 Sacos de náilon

Foram utilizados sacos de náilon de poliéster branco de tamanho interno de 3,5 x 6,5cm, com porosidade determinada de 60 micras e preparados de acordo com Araújo et al. (1996). Dentro de cada saco de náilon foi colocado 1g de amostra dos alimentos testes, nas granulometrias 1mm, 8mm e 13mm, mantendo-se a relação de 10 a 20 mg de matéria seca de amostra por cm² de superfície dos sacos, conforme recomendação de Nocek (1988).

Depois, os sacos de náilon descongelados foram lavados em água corrente até a água sair limpa e levados à estufa com ventilação de ar forçada, durante 72 horas, a 60°C. Os sacos que permaneceram no trato digestivo do cavalo por período superior a 96 horas foram desprezados, conforme Araújo et al. (1996). Ainda, os sacos de náilon recuperados, por tratamento, por animal, durante os dias de coleta, foram abertos e os resíduos formaram uma amostra composta utilizada nas análises bromatológicas.

3.3.7 Coleta e preparo das amostras

As coletas e o preparo das amostras para a coleta total das fezes foram as mesmas do item 3.2.7.

As coletas dos sacos de náilon foram realizadas durante os quatro horários de alimentação e de coleta de fezes, à medida que os mesmos eram recuperados nas fezes. Os sacos recuperados foram identificados, anotando-se o tempo de passagem, e armazenados a -15°C.

Os sacos de náilon foram descongelados em temperatura ambiente e, em seguida, lavados em água corrente numa máquina lavadora, por 40 minutos (até a água ficar transparente) e levados à estufa com ventilação de ar forçada durante 72 horas, a 60°C. Os sacos que permaneceram no trato digestivo do cavalo por período superior a 96 horas foram desprezados, conforme Araújo et al. (1996).

Os sacos de náilon recuperados por tratamento, por animal, durante os dias de coleta, foram abertos e os resíduos formaram uma amostra composta. Dessa forma, os resíduos obtidos sofreram moagem em peneira com crivo de 1 mm, identificados e utilizados nas análises bromatológicas.

Os sacos de náilon com ausência de alimento, denominados branco, foram utilizados para determinar as impregnações, ou seja, os resíduos de fezes e microrganismos aderidos às paredes dos sacos de náilon.

3.3.8 Análises laboratoriais

Para as amostras da coleta total e dos sacos de náilon, as análises foram: MS, PB, EB e amido, já descritas. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, na UFLA e no Laboratório de Bromatologia, na ESALQ/USP Piracicaba.

3.3.9 Determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes

Os ensaios realizados por meio da coleta total e seus coeficientes de digestibilidade já foram detalhados no experimento anterior.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes obtidos pela técnica do saco de náilon móvel foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{CDAN (\%)} = \frac{(\text{Pa} \times \text{Na}) - (\text{Pr} \times \text{Nr})}{(\text{Pa} \times \text{Na})} \times 100$$

em que:

Pa – peso da amostra seca a 60°C;

Na – percentagem do nutriente na amostra;

Pr – peso do resíduo seco, a 60°C;

Nr – percentagem do nutriente no resíduo.

3.3.10 Delineamento experimental e análises estatísticas

A análise estatística foi dividida em duas análises de variâncias. A primeira análise foi para a silagem de sorgo de baixo tanino e a segunda, para sorgo de alto tanino. Para ambas, foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com 4 tratamentos (método de coleta total e 3 granulometrias usadas na técnica do saco de náilon móvel) e 4 repetições (cavalos). Assim, para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens, foi considerado o modelo estatístico definido por:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + B_j + e_{ijk},$$

em que :

Y_{ijk} – coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens referentes ao método i , ao cavalo j e ao erro experimental;

μ - constante associada a todas as observações;

M_i – efeito do método i , sendo $i = 1,2,3,4$;

B_j – efeito do cavalo j , sendo $j = 1,2,3,4$;

e_{ijk} – erro associado a cada observação.

3.4 Experimento 3 : Avaliação das perdas dos nutrientes das amostras de silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, utilizando sacos de náilon

O terceiro estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal na ESALQ-USP, com objetivo de avaliar o desaparecimento dos nutrientes dos sacos de náilon após a lavagem em água. Foram utilizados sacos de náilon idênticos aos dos experimentos 2, em que foram colocadas as mesmas quantidades de amostras de silagens de sorgo.

3.4.1 Tratamentos e preparo das amostras

Neste caso, os tratamentos foram constituídos pelas duas silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, moídas a 1mm, 8mm e 13mm, sendo 24 repetições para os saquinhos contendo 1mm e 12 saquinhos para as de 8 e 13mm, totalizando 48 saquinhos para cada silagem.

Os sacos de náilon utilizados para avaliar o desaparecimento dos nutrientes foram lavados juntamente com os sacos oriundos dos ensaios do segundo experimento, portanto, sofrendo o mesmo procedimento de lavagem em máquina de lavar. Em seguida, os sacos foram levados à estufa com ventilação de ar forçada, durante 72 horas, a 60°C.

3.4.2 Análises laboratoriais

Após a lavagem dos saquinhos, foi feita uma amostra composta, para cada uma das silagens, contendo os resíduos de cada 3 saquinhos, formando 6 repetições para 1mm, 3 para 8mm e 3 para 13mm.

As análises bromatológicas foram: MS, MO, amido, PB e EB, de acordo com os métodos já citados nos experimentos anteriores. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal na ESALQ/USP.

3.4.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

A determinação das perdas de MS, amido, PB e EB foi calculada da mesma forma como se obtiveram os coeficientes de digestibilidade na técnica do saco de náilon móvel.

Nesse experimento foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com dados desbalanceados, num esquema fatorial 3x2, com 3 graus de moagem (granulometrias de 1mm, 8mm e 13mm) e 2 silagens (alto e baixo tanino). O experimento constou de 24 parcelas, e o número de repetições dos tratamentos que envolveram a granulometria de 1mm foi igual a 6 e, para as demais granulometrias, utilizaram-se 3 repetições.

Portanto, o modelo estatístico para os valores de perdas dos nutrientes dos alimentos foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ji} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} – perda de MS, MO, PB, EB e amido referente à granulometria i na silagem j na repetição k ;

μ - constante associada a todas as observações;

a_i - efeito da granulometria i , sendo $i = 1,2,3$;

b_j - efeito da silagem j , sendo $j = 1,2$;

ab_{ji} - efeito da interação entre a granulometria i e a silagem j ;

e_{ijk} – Erro associado a cada observação.

Foi realizado um teste F para a interação entre as granulometrias e as silagens, sobre os desaparecimentos dos nutrientes.

Foi realizada uma análise de regressão para as três granulometrias, por se tratar de dados quantitativos, em que as equações de regressão para os desaparecimentos dos nutrientes foram estimadas utilizando-se o software Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Coeficientes de digestibilidade dos alimentos fornecidos aos animais

Os coeficientes de digestibilidade aparentes da matéria seca, amido, proteína bruta, FDN, FDA e energia bruta das SGUSBT, SGUSAT e do feno de coast-cross encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 Coeficientes da digestibilidade aparente e erros padrões da matéria seca, amido, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta do feno de coast-cross e das silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo (SGUABT) e alto teor de tanino (SGUSAT)¹.

Nutrientes (%)	Feno	SGUSBT	SGUSAT
Matéria seca	47,43	87,70±0,91a ¹	73,65±3,99b
Amido	89,57	100,00	100,00
Proteína bruta	47,50	82,36 ±1,43a	71,33 ±1,60b
FDN	54,72	58,37 ±4,67a	44,93 ±5,37b
FDA	49,52	42,98 ±1,94a	28,52±4,71b
Energia bruta	45,59	87,70 ±0,82a	73,65 ±1,04b

¹Médias seguidas letras distintas na mesma linha diferem entre si, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes avaliados das silagens de sorgo demonstram que a SGUSBT possui valor nutricional melhor ($P < 0,05$) em relação à SSAT na alimentação de equinos. Isso difere do encontrado para suínos (Mitaru et al., 1984; Myer et al., 1986; Patrício et al., 2006), quando a ensilagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino promoveu a desativação dos taninos, tornando-se semelhante ao grão de baixo tanino. Pesquisas avaliando o uso de grãos de sorgo secos de alto tanino relatam redução na digestibilidade da proteína e da energia, inibição da atividade microbiana e enzimática ao longo do trato digestivo para diversas espécies (Salgado, 1991). Comportamento similar

foi observado no atual ensaio, para a dieta contendo SGUSAT, sugerindo não ter havido benefício da ensilagem dos grãos de sorgo com alto teor de tanino na desativação do tanino, sobre os CD de nutrientes para cavalos em manutenção.

Santos et al. (2002), avaliando, em potros, o fornecimento de silagem de grão úmido de milho (SGUM) na alimentação constituída por 40% de volumoso e 60% de concentrado, obtiveram para CDAMS, CDAPB e CDAEB, respectivamente, 86,66%, 64,18% e 81,96%, por meio da substituição de 25% na MS do concentrado pela SGUM. Esta observação deve ser vista com cautela, por se tratar de grãos e de categoria animal distintas, além de diferentes relações de concentrado:volumoso consumido, no qual a combinação desses fatores do ensaio anterior, como o uso de milho, cavalo em crescimento e menor ingestão de feno, podem ter contribuído para a discrepância no resultado do CDEB entre os experimentos.

A maioria das pesquisas que avaliam a digestão de amido de grãos de cereais na nutrição de cavalos encontra valores para o CD próximos ou iguais a 100% (Gobesso et al., 2004; Santos et al., 2002; Fombelle et al., 2004; Al Jassim, 2006; Bailoni et al., 2006; Julliard et al., 2006; Oliveira et al. 2007), igualando-se ao resultado do atual ensaio.

Segundo Jobim et al. (2001), o processo de ensilagem permite aumentar a digestibilidade do amido dos grãos devido à gelatinização pelo aumento da temperatura e pela ação dos ácidos da silagem. Além disso, o processo de ensilagem pode hidrolizar os taninos em açúcares, reduzindo ou eliminando seus efeitos antinutricionais (Van Soet, 1994).

Segundo Barcellos et al. (2006), os grãos ensilados com alta umidade aumentam a digestão do amido por meio da quebra da estrutura protéica dos grãos, desfazendo a estrutura cristalina do amido.

Campos et al. (2001) verificaram que a presença de taninos nas silagens de sorgo não influenciou a degradação da FDN em ruminantes ($P > 0,05$). Em

contraposição, Oliveira et al. (2007) identificaram que a dieta contendo maior teor de tanino ativo interferiu negativamente ($P < 0,05$) na digestibilidade da FDN para éguas em manutenção. Da mesma forma, na presente pesquisa, a SGUSAT obteve menor ($P < 0,05$) CDAFDN, em relação à SGUSBT, no qual o valor médio foi de 44,93.

Os valores de nutrientes digestíveis das SGUSBT e SGUSAT, obtidos nesta pesquisa, são apresentados na Tabela 3. Os resultados indicam que esses alimentos apresentam valores de nutrientes digestíveis satisfatórios, em especial a ED da silagem de baixo tanino, que apresentou valor maior do que o sorgo grão para equinos, de acordo com NRC (2007), de 3,75 Mcal/kg. A ED da silagem de alto tanino ficou pouco abaixo do valor do sorgo grão (NRC, 2007). Os demais nutrientes apresentaram-se semelhantes ao sorgo grão.

TABELA 3 Matéria seca digestível (MSD), amido digestível (AD), proteína

Portanto, considerando os bons resultados de digestibilidade e as vantagens dos grãos de sorgo em comparação ao milho, a SGUS de baixo tanino pode ser considerada uma opção mais viável em relação ao milho comum.

Quanto ao uso da SGUSAT, deve-se ter cuidado com a quantidade a ser fornecida a esta espécie animal, devido ao seu efeito negativo sobre o aproveitamento da proteína e sua baixa ED. Contudo, mais pesquisas devem ser conduzidas para esclarecer os efeitos da SGUSAT na alimentação de equinos, como a variedade do sorgo e a umidade no momento da ensilagem, pois os resultados entre as pesquisas têm apresentado contradições.

4.2 Experimento 2: Comparação entre os coeficientes de digestibilidade nas duas técnicas

A taxa média de recuperação dos sacos de náilon atingiu, aproximadamente, 90% do total de sacos encubados (variação de 80% a 100%), superando os valores de 55%, obtidos por Machebouef et al. (1995) e de 80%, por Fombelle et al. (2004). Porém, esta taxa foi inferior à de 96% obtida por Araújo et al. (2000). Estas diferenças podem estar relacionadas às características da dieta oferecida aos equinos, como a composição e o padrão alimentar.

Os resultados de digestibilidade aparente da matéria seca, amido, proteína bruta e energia bruta, para as silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto tanino, nas duas técnicas estudadas, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5. Para as duas silagens, obtiveram-se resultados semelhantes em relação às granulometrias, não tendo havido diferença significativa ($P > 0,05$) entre coleta total e TSNM 8mm pra CDAA. Com relação aos coeficientes de digestibilidade aparente dos demais nutrientes, os saquinhos com amostras moídas a 1mm foram superiores ($P < 0,05$) à coleta total.

TABELA 4 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), amido (CDAA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) da silagem de grãos úmidos de sorgo baixo tanino usada na técnica do saco de náilon móvel, nas três diferentes granulometrias e o método de coleta total.

Tratamentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			
	CDAMS	CDAA	CDAPB	CDAEB
Saco náilon (1mm)	98,19 a ²	99,92 a ²	97,65 a ²	98,03 a ²
Sacos náilon (8mm)	83,93 b	86,55 b	83,54 b	83,75 b
Sacos náilon (13mm)	29,67 c	27,17 c	43,61 c	30,53 c
Coleta total	87,70 b	100,00 a	82,36 b	87,70 b
CV ¹ (%)	2,93	3,06	4,14	2,89

¹ Coeficiente de variação;

² Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste SNK, a 5% de probabilidade.

TABELA 5 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), amido (CDAA), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino usando a técnica do saco de náilon móvel, nas três diferentes granulometrias e o método de coleta total.

Tratamentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			
	CDAMS	CDAA	CDAPB	CDAEB
Saco náilon (1mm)	90,04 a ²	99,68 a ²	87,24 a ²	89,20 a ²
Sacos náilon (8mm)	67,93 b	76,97 b	70,11 b	69,84 b
Sacos náilon (13mm)	21,18 c	26,28 c	39,08 c	21,57 c
Coleta total	73,65 b	100,00 a	71,33 b	73,65 b
CV ¹ (%)	8,07	4,63	5,48	5,20

¹ Coeficiente de variação;

² Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste SNK, a 5% de probabilidade

Garcia & Maier (1995) afirmam que, na confecção da silagem, os grãos devem ser moídos para facilitar a compactação, condição necessária para garantir boa qualidade ao produto final. Além disso, a moagem ativa enzimas que promovem polimerização dos taninos em moléculas de peso molecular acima de 3.000, diminuindo os efeitos do tanino no sorgo.

Os CDAs das amostras moídas a 13mm foram os piores, devido ao tamanho da área a ser digerida, dificultando, assim, a absorção dos nutrientes. Segundo Kotarski et al. (1992), citados por Costa et al. (1999), a menor degradação do sorgo é explicada pela presença da matriz protéica envolvendo o grânulo de amido, a qual dificulta a ação das enzimas microbianas e é maior no sorgo do que no milho. Também é explicada pela composição (proporção de amilose:amilopectina), a forma física e a integridade celular das unidades de amido (processamento dos grãos).

Moron et al. (2000) relataram que a moagem e a quebra do grão de sorgo aumentam a degradação do amido no rúmen, sem necessidade de aplicação do calor, na intenção de gelatinizar o amido. Segundo os autores, uma possível explicação para a ocorrência desse incremento na degradação seria a separação dos grânulos de amido da matriz protéica, expondo-os ao ataque dos microrganismos do rúmen.

Os resultados das amostras de 8mm mostraram-se estatisticamente iguais ($P>0,05$) às da coleta total, sendo apenas inferior no CDAA. Isto, provavelmente, se deve à diferença entre os silos, à vedação e à fermentação nelas ocorridas. Silagens produzidas em silos experimentais tipo laboratorial PVC apresentam diferenças quanto à composição bromatológica e à dinâmica de fermentação, com relação àquelas produzidas em condições de campo, em silos do tipo tambor e em torta (Neumann et al., 2005). A diferença também pode ter ocorrido pela falta de mastigação dos alimentos depositados nos saquinhos. Assim, os grânulos de amido não foram quebrados em partículas menores (quebrando a conformação cristalina do amido), o que, provavelmente, ocorreu na silagem ofertada diretamente aos animais.

A grande vantagem deste procedimento consiste na possibilidade de avaliar vários alimentos simultaneamente e de maneira isolada, sem interferência de efeitos associativos. Entretanto, a técnica possui especificações que devem

ser atingidas e ou controladas, como a porosidade do náilon, a densidade da amostra inserida no saco e a granulometria da amostra. Ensaio têm sido desenvolvidos para solucionar estes requisitos. Assim, Nocek (1988) conseguiu padronizar satisfatoriamente a porosidade do tecido que deve estar entre 40 a 60 μm e a densidade da amostra, ou seja, quantidade de amostra por superfície de área do saco de 10 a 20 mg/cm^2 .

A padronização da TSNM é imprescindível para a difusão da técnica na experimentação com equinos. O grande fator limitante da técnica está relacionado à granulometria da amostra, pois não há consenso entre os pesquisadores sobre qual orientação deve ser seguida. Dessa forma, as recomendações dividem-se em utilizar amostra finamente moída, *in natura*, da mesma forma como é oferecida ao animal, ou tentar mimetizar o tamanho de partícula do alimento quando alcança o estômago, após a mastigação.

Portanto, diante das opções de processamento da amostra, a tomada de decisão deve estar baseada na identificação das limitações e dos benefícios que cada granulometria oferece, além de ter conhecimento do alimento a ser testado, bem como de seu comportamento frente à unidade experimental em estudo e de estabelecer os objetivos a serem atingidos com o ensaio, como obter valor de digestão comparativo ou absoluto. Contudo, mais pesquisas devem ser realizadas para responder a essas questões e, assim, padronizar a TSNM para poder prever com exatidão os CD de nutrientes em equinos consumindo silagem de grãos úmidos de cereais.

4.3 Experimento 3: Desaparecimento dos nutrientes das silagens de sorgo

A lavagem dos sacos de náilon em água afetou linearmente ($P < 0,05$) o desaparecimento dos nutrientes, indicando que o desaparecimento para todos os nutrientes e EB diminuiu à medida que se foi aumentando a granulometria. Não

houve efeito da interação entre as granulometrias e as silagens sobre o desaparecimento dos nutrientes ($P>0,05$).

Os resultados médios do desaparecimento da matéria seca (DMS), amido (DA), proteína bruta (DPB) e energia bruta (DEB) dos sacos de náilon contendo as amostras nas diferentes granulometrias, para as silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 Percentagem média de desaparecimento da matéria seca (DMS), amido (DA), proteína bruta (DPB) e energia bruta (DEB), ocorrido nos sacos de náilon, após a lavagem das silagens de grãos úmidos de sorgo, nas três granulometrias.

Tratamentos	Percentagem de desaparecimento dos nutrientes (%)			
	DMS	DA	DPB	DEB
Saco náilon (1mm)	57,36	60,80	54,84	58,36
Saco náilon (8mm)	27,46	20,20	22,44	26,57
Saco náilon (13mm)	7,93	3,03	7,97	7,94
CV(%)	7,72	10,62	8,10	8,12

¹ Coeficiente de variação

Os resultados do desaparecimento da matéria seca (DMS) dos sacos de náilon contendo as amostras nas diferentes granulometrias, para as silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, encontram-se na Figura 2.

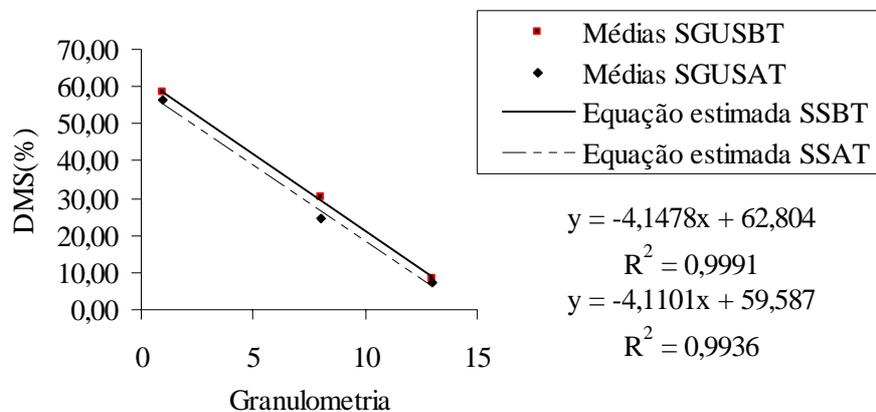


Figura 2 Desaparecimento da matéria seca para as silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, nas três diferentes granulometrias.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as silagens somente para desaparecimento da MS, tendo a de alto tanino obtido uma menor perda de MS em relação à de baixo tanino. Isso se deve à presença de tanino, que fornece maior resistência aos grãos e ao fato de apresentarem um teor de MS maior do que a silagem de baixo tanino.

A variação no desaparecimento da MS foi de 7,93% (13mm), 27,46% (8mm) e 57,36% (1mm). Estas perdas são muito superiores aos valores encontrados por Nocek (1985), de 27% DMS para o farelo de soja moído a 2mm e por Araújo et al. (2000), em cujo trabalho o desaparecimento da MS do grão de milho moído a 1mm foi de 30,10%. Estas diferenças estão relacionadas ao tempo de lavagem dos saquinhos, tendo o tempo utilizado por estes autores sido de 15 minutos, inferior ao do presente trabalho, que foi de 40 minutos.

Porém, Molina et al. (2003) obtiveram, para silagens de grãos úmidos de sorgo de alto e baixo tanino, os seguintes desaparecimentos da MS, respectivamente, 23,01% BT e 19,49% AT, comprovando que a presença do tanino realmente interfere na solubilidade dos grãos.

Os resultados do desaparecimento da proteína bruta (DPB) dos sacos de náilon contendo as amostras nas diferentes granulometrias para as silagens de grãos úmidos de sorgo encontram-se nas Figura 3.

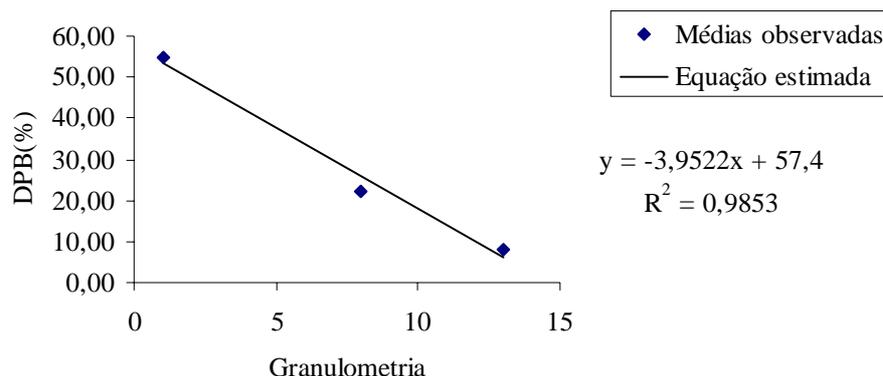


FIGURA 3 Desaparecimento da proteína bruta nas silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto teor de tanino, nas três diferentes granulometrias.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o desaparecimento da PB entre as duas silagens de sorgo, tendo os resultados sido de 7,97% (13mm), 22,43% (8mm) e 54,83% (1mm). Molina et al. (2003) não observaram diferenças ($P > 0,05$) no desaparecimento da PB para silagens de sorgo de baixo e alto teor de tanino com 5mm, afirmando que estes resultados representam a porção de nitrogênio solúvel ou suficientemente moído em partículas pequenas para sair pelos poros da bolsa de incubação. O resultado encontrado por eles foi de 22,83%, próximo ao encontrado, no presente trabalho, para a granulometria, de 8mm.

A lavagem em água, normalmente, tende a remover parte do nitrogênio e alguns carboidratos não estruturais e de reserva presentes nos alimentos (Araújo et al., 2000). A perda física de pequenas partículas pode ser confirmada observando-se os resultados e a diferença entre a granulometria de 1mm com as demais, de 8mm e 13mm.

Os resultados do desaparecimento da energia bruta (DEB) dos sacos de náilon contendo as amostras nas diferentes granulometrias para as silagens de grãos úmidos de sorgo encontram-se nas Figuras 4.

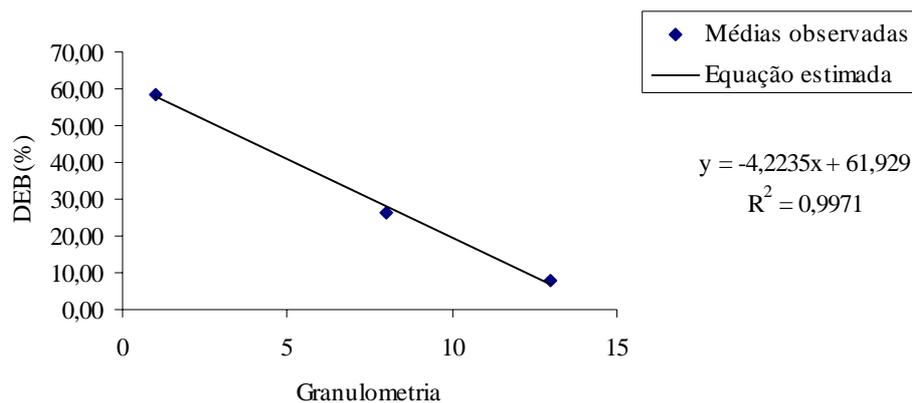


FIGURA 4 Desaparecimento da energia bruta (DEB) nas silagens de grãos úmidos de sorgo de baixo (BT) e alto (AT) teor de tanino, nas três diferentes granulometrias.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as silagens para o desaparecimento da EB. A variação das perdas entre as granulometrias de 1mm, 8mm e 13mm foram, respectivamente, de 58,36%, 26,57% e 7,93%.

Os resultados do desaparecimento do amido (DAmido) dos sacos de náilon contendo as amostras nas diferentes granulometrias, para as silagens de grãos úmidos de sorgo, encontram-se nas Figuras 5.

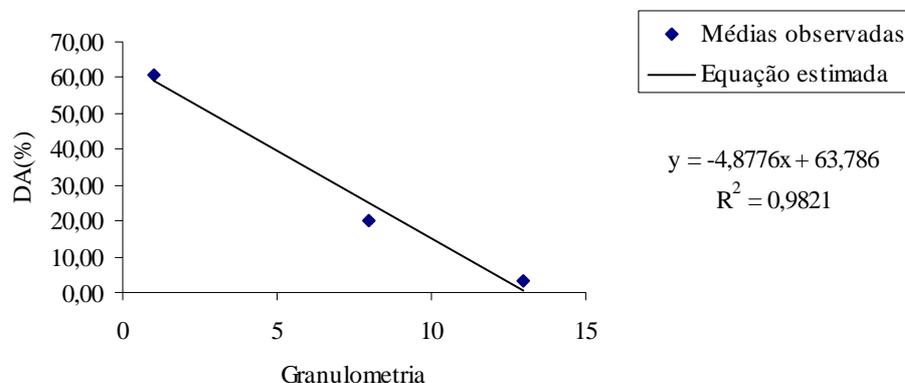


FIGURA 5 Desaparecimento do Amido (DAmido) nas silagens de grãos úmido de sorgo de baixo (BT) e alto (AT) teor de tanino, nas três diferentes granulometrias.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o desaparecimento do amido entre as duas silagens. As médias de desaparecimento foram 3,03% (13mm), 20,20% (8mm) e 60,80% (1mm). Apesar da interação não ter sido significativa, neste caso, fica visível observar que o desaparecimento do amido na granulometria de 13 mm foi em torno de 50% inferior aos demais nutrientes. Esta observação pode estar relacionada ao tipo e distribuição do amido no endosperma do grão de sorgo, pois, segundo Rooney & Pflugfelder (1986), a região periférica do endosperma do grão é extremamente densa, dura e resistente à penetração de água e à digestão, se tornando barreira física à camada adjacente rica em amido.

Michalet-Doreu & Ould-Bah (1992), citados por Molina et al. (2003), afirmaram ser razoável assumir que estas pequenas partículas que escapam dos saquinhos durante o processo de lavagem consistiria, principalmente, de material potencialmente degradado e não afetam a degradabilidade final do material incubado.

A composição das perdas ocorridas nos sacos de náilon constitui-se do próprio material que escapa pelos poros do tecido (perda mecânica), bem como de nutrientes altamente solúveis em água, amido e proteína. Neste tocante, alimentos fermentados, como as silagens, apresentam perda significativa de N (Nocek, 1988). Contudo, o elevado desaparecimento de nutrientes com as três granulometrias das silagens de grãos úmidos de sorgo na atual pesquisa não se deve apenas às perdas de compostos solúveis, mas também pode ser justificado pelo tempo de lavagem superior realizada em 40 minutos. Huntington & Givens (1995) alertam sobre a severidade das perdas efetivas de matéria seca a partir dos sacos, em relação aos programas de lavagem intensos, superestimando os valores de digestibilidade.

Há muitas controvérsias entre os pesquisadores sobre a granulometria ideal das amostras utilizadas na TSNM, bem como do uso de amostras *in natura*, ou seja, na forma como é oferecida aos animais. Entretanto, relatos confirmam que, com o aumento do grau de intensidade de moagem da amostra, o material torna-se mais susceptível à grande perda mecânica, resultando em dados de digestão irreais. Além disso, a moagem prévia do material inserido nos sacos aumenta as perdas de compostos solúveis em água antes da incubação, quando comparado ao uso de amostras *in natura* (Nocek, 1988).

Estas afirmações estão de acordo com os resultados obtidos no atual ensaio, em que as perdas de nutrientes das amostras das silagens de grãos de sorgo *in natura*, com DGM de 13 mm, foram muito inferiores ($P < 0,05$) em relação às aquelas moídas a 1 mm. A técnica do saco de náilon móvel apresenta-se promissora, porém, os estudos, principalmente com relação a equinos, ainda são poucos e, assim, ainda há fatos não muito bem explicados ou, de certa forma, contraditórios.

5 CONCLUSÕES

A silagem de grãos úmidos de sorgo com baixo teor de tanino possui bom valor nutritivo e ótimo conteúdo de energia digestível (3,954 Mcal/kg). A ED para a silagem de grãos úmidos de sorgo de alto tanino foi de 3,192 Mcal/kg.

A técnica do saco de náilon móvel com amostras de silagens de sorgo moídas a 1mm mostrou-se um bom método para estimar a digestibilidade aparente do amido e as amostras moídas a 8mm foram melhor para os a digestibilidade da matéria seca, energia bruta e proteína bruta.

O desaparecimento dos nutrientes após a lavagem dos saquinhos em água foi maior para as amostras moídas a 1mm.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL JASSIM, R.A.M. Supplementary feeding of horses with processed sorghum grains and oats. **Animal Feed Science and Technology**, v.125, p.33-44, 2006.
- APPLEGATE, C.S.; HERSHBERGER, T.V. Evaluation of “in vitro” and “in vivo” cecal fermentation techniques for estimating the nutritive value of forages for equine. **Journal of Animal Science**, v.28, n.18, p.19-22, Jan. 1969.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. Comparação da técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos concentrados em eqüinos. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.375-384, 2000.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F.; TEIXEIRA, J.C. Uso da técnica do saco de náilon móvel na determinação da digestibilidade aparente em eqüinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.957-963, 1996.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists**. 13.ed. Washington: AOAC International, 1980. 1015p.
- AOAC - ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official and tentative methods of analysis**. 16 ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.
- BAILONI, L.; MANTOVANI, R.; PAGNIN, G.; SCHIAVON, L.S. Effects of physical treatments on the resistant starch content and in vitro organic matter digestibility of different cereals in horses. **Livestock Science**, v.100, p.14-17, 2006.
- BARCELLOS, L.C.G.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de tanino para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.104-112, 2006.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992. 151p.
- BRAND, T.S.; BADENHORST, H.A.; SIEBRITS, F.K.; KEMM, E.H. Use of the mobile nylon bag technique to determine digestible energy in pig diets. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.19, n.4 p.165-170, Mar. 1989.

- CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2005. 76p. Tese (Doutorado em Ciência) – Universidade de São Paulo. CENA - Centro de energia nuclear na agricultura. Piracicaba, SP.
- CAMPOS, W.E.; SATURNINO, H.M.; SOUSA, B.M. Avaliação da degradabilidade “in situ” da fibra detergente neutro e fibra em detergente ácido de quatro genótipos de sorgo com diferentes teores de tanino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.38.
- CARVALHO, M.A.G.; GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C. Digestibilidade aparente em eqüídeos submetidos a três condutas de arraçoamento. I. Matéria seca, proteína bruta e energia bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.4, p.421-427, 1998.
- CASALECCHI, F.M. da L. **Digestibilidade aparente total de dietas com milho submetido a diferentes processamentos e resposta glicêmica em eqüínos**. 2003. 48p. Tese (Mestrado em Nutrição Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, SP.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G.C.; VILELA, E. A probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p.55-65, jan./jun. 1980.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M.D.B.; SILVEIRA, A.C.; CHARDULO, L.A.L. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.69-88.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.11, p.3523-3535, 1993.
- FOMBELLE, A.; VEIGA, L.; DROGOUL, C. Effect on diet composition and feeding pattern on prececel digestibility of starches from diverse botanical origins measured with teh mobile nylon bag technique in horses. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3625-3634, 2004.
- FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Global horse population 2006**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

- FRAPE, D. **Nutrición y alimentación del caballo**. Espanã: Acriba, 1992. 404p.
- FURLAN, A.C.; SCAPINELO, C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo ou de alto conteúdo de tanino para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.775-784, 2006.
- FURTADO, C.E.; TOSI, H. Gaiola de metabolismo para eqüinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza. SBZ. 1996. v.4, p192-193.
- GARCIA, D.M.; MAIER, J.C. Redução do teor de tanino no sorgo mediante moagem e armazenamento dos grãos e sua ação sobre o desempenho de pintos na fase inicial. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.254-261, 1995.
- GOBESSO, A.A. de O. Digestão pré-cecal e total de nutrientes utilizando dietas para eqüinos fistulados no íleo. Jaboticabal : Universidade Estadual Paulista, 2001, 89p. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) – Universidade Estadual Paulista, 2001.
- GORSKI, J.; Blosser, T.H.; Murdock, F.R.; Hodgson, A.S.; Soni, B.K.; Erb, R.E. An urine and feces collection apparatus for heifers and cows. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.16, n.1, p.100-109, 1957.
- GRAHAM, H.; AMAN, P.; NEWMAN, R.K.; NEWMAN, C.W. Use of nylon-bag technique for pig feed digestibility studies. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.54, n.3, p.10091-1095, Nov. 1985.
- HANSEN, K. **Practical horse nutrition and feeding management**. Laramie USA - University of Wyoming. Department of Animal Science, 1997.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of procedure. **Nutritional Abstracts and Reviews**, Series B, v.65, n.2, p.63-93, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIDRA **Sistema IBGE de recuperação automática 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2007.
- JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. do. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, Paraná. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. V.1, 319p. p.146-176.

JULLIAND, V.; FOMBELE, A. de; VARLOUD, M. Starch digestion in horses: the impact of feed processing. **Livestock Science**, v.100, p.44-52, 2006.

KIENZLE, E. Small intestinal digestions of starch in the horse. **Revue Medicin.Veterinary.**, v.145, n.2, p.199-201, 1994.

KRAMER, J.; VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p.35-47.

LANGE, C.F.M. de; SAUER, W.C.; HARTOG, L.A., HUISMAN, J.D. The use of the mobile nylon bag technique for the determination of the digestible energy content in cereal grain for pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.66, n.4, p.1174, Dec. 1986.

LOPEZ, S.; FRANCE, J.; DHANOA, M.S. Acorreção for particulate matter loss when applying the polyester-bag method. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.71, p.135-137, 1994.

MACHEBOUEF, D.; MARANGI, M.; PONCET, C. Study of nitrogen from different hays by the mobile nylon bag technique in horses. **Annales de Zootechnie**, v.44, p.219-223, 1995.

MANZANO, A.; CARVALHO, R.T.L. de. Digestibilidade aparente de uma ração peletizada e do arraçoamento tradicional em eqüinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.13, n.4, p.92-99, 1978.

MARTIN-ROSSET, W.; DULPHY, J.P. Digestibility interactions between forages and concentrates in horses: influence of feeding level - comparison with sheep. **Livestock Production Science**, v.17, p.263-276, 1987.

MARTIN-ROSSET, W. L'Alimentation des chevaux. Institute National de la Recherche Agronomique, Paris, 1990

MARTIN-ROSSET, W. **La alimentacion de los caballos**. Tradução de Antonio Conceillón Martinez. Barcelona : Editorial Aedos, 1993. 174p.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. **The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens**. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965.11p. (Research Report, 7).

- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K. **Nutrição animal**. Rio de Janeiro: Usaid, 1966. 550p.
- MCKENSIE, R.A.; BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; DILLON, R.D.; STANDFAST, N.F. A technique for the conduct of nutritional balance experiments in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.11, n.4, p.232-234, 1979.
- MELLO Jr., C. do A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. In.: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1991. p.263-283.
- MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 302p.
- MIRAGLIA, N.; MARTIN-ROSSET, W.; TISSERAND, J.L. Mesure de la digestibilité des fourrages destinés aux chevaux par la technique des sacs de nylon. **Annales Zootechnie**, Versailles, v.37, n.1, p.13-20, 1988.
- MITARU, B.N.; REICHERT, R.D.; BLAIR, R. Nutritive value of reconstituted sorghum grains for weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.58, n.5, p.1211-1215, 1984.
- MYER, R.O.; GORBET, D.W.; COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1290-1297, 1986.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUZA, B.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. 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.222-228, 2003.
- MORENO, J.O. **Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas a dietas à base de sorgo – soja**. 2005. 86p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MORON, I.R.; TEIXEIRA, J.C.; OLIVEIRA, A.I.G. de; PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, J.S. Cinética da digestão ruminal do amido dos grãos de Milho e sorgo submetidos a diferentes formas de Processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.208-212, jan./mar. 2000.
- NEUMMAN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; NÖRNBERG, J.L.; MELLO, R.O.; SOUZA, A.N.M.; PELLEGRINI, L.G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, l. Moench) **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.224-242, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of horses**. 7.ed.rev. Washington, 2007. 541p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.71, n.8, p.1052-1069, 1988a.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988b.

NUNES, R.V.; BUTERI, C.B.; NUNES, C.G.V. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: 2001. p.246-272.

OLIVEIRA, K.; COSTA, C.; FAUSTINO, M.G. GASQUE, V. DA S.; SANTOS, V.P.; LIMA, M.N.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; ABDALLA, A.L. Valor nutritivo e estudo cinético do trato digestivo de dietas contendo grãos secos ou silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo e alto tanino para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.6, p.1809-1819, 2007.

OLSSON, N.; RUUDVERE, A. The nutrition of the horse. **Nutrition Abstracts and Reviews**, London, v.25, n.1, p.1-18, jan. 1955.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A.C.; RODRIGUES, P.H.M.; CASTRO, A.I.; TITTO, E.A.L.; ARRIGONI, M.D.B.; COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum** Maringá, v.24, n.4, p.1147-1154, 2002.

PATRICIO, V.M.I.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N.; JOBIM, C.C.; COSTA, C. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de tanino para leitões na fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1406-1415, 2006.

PEREIRA, J.C.; CARMO, M.B.; MOTTA, V.A.F. Feno de aveia (*Avena brizantyna*, K. Koch) associado ao concentrado em diferentes proporções na alimentação de equinos. **Revista da SBZ**. Viçosa, MG, v.18, n.5, p.359-366, 1989.

PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. de; CARMO, M.D. do. Avaliação de métodos para determinação da digestibilidade aparente em equinos. **Revista da SBZ**. Viçosa, MG, v.24, n.3, p. 382-390, maio/jun. 1995.

- PEREIRA, J.R.A., ROSSI JR., P. 1995. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ. 25p.
- PILLINER, S. **Nutrición y alimentación del caballo**. Espanã: Acribia, 1992. 207p.
- POORE, M.H.; ECK, T.P.; SWINGLE, R.S.; THEURER, C.B. **Total starch and relative starch availability of feed grains**. In: *Bienal Conference on Rumen Function*. v.20, p. 35, Abstracts. Chicago, 1989.
- RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F. Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para ovelhas em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.299-302, 2002.
- ROCHA JR., V.R.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.6, p.506-511, 2000.
- ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.3, p.1607- 1623, 1986.
- ROSTON, A.J.; ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: coletânea de informações. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.647-666, 1992.
- SALGADO, J.M. Estudio comparativo de cinco metodos para la determicion de taninos en sorgo. **I. Revista Cubana de Ciencia Avícola**, v.18, p.167-170, 1991.
- SANTOS, C.P.; FURTADO, C.E.; JOBIM, C.C.; FURLAN, A.C.; MUNDIM, C.A.; GRAÇA, E.P.; Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos em crescimento: valor nutricional e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1214-1222, 2002.
- SAUER, W.C.; HARTOG, L.A. den; HUISMAN, J.; VAN LEEUWEN, P.; LANGE, C.F.M. de. The evaluation of the mobile nylon bag technique for determining the apparent protein digestibility in a wide variety of feedstuffs for pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.2, p.432-440, Feb. 1989.
- SAUER, W.C.; JORGENSEN, H.; BERZINS, R. A modified naylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.63, n.1, p.223-237, Mar. 1983.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.M.; PELL, A.N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, p.21-40, 2001.

SISVAR – Sistema para Análise de Variância. Versão 4.6. Lavras: UFLA/DEX, 2004. Software.

STILLIONS, M.C.; NELSON, N.E. Metabolism stall for male equine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.27, n.1, p.68-72, Jan. 1968.

TISSERAND, J.L. **A alimentação prática do cavalo**. São Paulo: Andrei, 1983. 83p.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. 7.ed. Editora JC, 1999. 410p.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L.; ARCARO, J.R.P.; ARCARO JR., I. Desempenho de bezerros recebendo silagens de sorgo ou de cana-de-açúcar como únicos alimentos volumosos **Brazilian Journal Veterinary Res. Animal Science**, São Paulo, v.35 n.5, p. 224-228, 1998.

VANDER NOOT, G.W.; FONNESBEEK, P.V.; LYDMAN, R.K. Equine metabolism stall and collection harness. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.24, n.3, p.691-698, Aug. 1965.

VANHATALO, A.; KETOJA, E. The role of the large intestine in post-ruminal digestion of feeds as measured by the mobile-bag method in catheter. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.73, p.491-505, 1995.

van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York - Cornell University Press, 1994. 476p.

van STRAALLEN, W.M.; ODINGA, J.J.; MOSTERT, W. et al. Digestion of feed amino acids in the rumen and small intestine of dairy cows measured with nylon-bag techniques. **British Journal of Nutrition**, v.77, n.7, p.83-97, 1997.

VEIGA, J.S.M.; ANDREASI, F.; PRADA, F.; MENDONÇA JR., C.X. Digestibilidade aparente da matéria seca, em eqüinos “1/2 sangue bretão” e “1/2 sangue inglês”. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.11, p.7-20, 1974.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1991. p.169-218.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA suínos e aves, 1996.p.1-5. (Comunicado técnico)

WOLTER, R. **Alimentacion del caballo.** Zaragoza: Acribia, 1975. 172p.

ANEXOS

Página

ANEXO A

Tabela 1A. Análise do teste T para dados pareados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de baixo(SSBT) e alto (SSAT) teor de tanino.....	60
--	----

ANEXO A.

Tabela 1A. Análise do teste T para dados pareados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de baixo (SSBT) e alto (SSAT) teor de tanino.

Teste t para CDAMS	SSBT	SSAT
Média	87,698	73,64894
Variância	3,29167	63,74973
Observações	4	4
Correlação de Pearson	-0,57236	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	3	
Stat t	3,07266	
P(T>=t)	0,02722	

Teste t para CDAPB	SSBT	SSAT
Média	82,3551	71,32735
Variância	8,12508	10,26836
Observações	4	4
Correlação de Pearson	-0,24132	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	3	
Stat t	4,61882	
P(T>=t)	0,00955	

Teste t para CDAFDN	SSBT	SSAT
Média	58,36805	44,94392
Variância	87,27387	115,3983
Observações	4	4
Correlação de Pearson	0,516344	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	3	
Stat t	2,69786	
P(T>=t)	0,03696	

Teste t para CDAFDA	SSBT	SSAT
Média	42,9775	28,5178
Variância	0,98142	6,374246
Observações	4	4
Correlação de Pearson	-0,41131	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	3	
Stat t	9,42587	
P(T>=t)	0,00127	

Teste t para CDAEB	SSBT	SSAT
Média	87,69804	73,64894
Variância	3,29167	63,74973
Observações	4	4
Correlação de Pearson	-0,57236	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	3	
Stat t	3,072656	
P(T>=t)	0,027224	

ANEXO B.

Tabela 1B. Análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de sorgo de baixo tanino usando a técnica do saco de náilon móvel e o método de coleta total.

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	6450.164069	2150.054690	213.145*
CAVALO	3	99.426569	33.142190	3.286
erro	9	90.785706	10.087301	
Total corrigido	15	6640.376344		

Coefficiente de variação(%)=4.14

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	10943.709869	3647.903290	780.005*
CAVALO	3	45.163169	15.054390	3.219
erro	9	42.090906	4.676767	
Total corrigido	15	11030.963944		

Coefficiente de variação(%)= 2.89

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do amido

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	14494.913669	4831.637890	837.566*
CAVALO	3	25.626669	8.542223	1.481
erro	9	51.918006	5.768667	
Total corrigido	15	14572.458344		

Coefficiente de variação(%)= 3.06

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	11243.461569	3747.820523	776.087*
CAVALO	3	47.112919	15.704306	3.252
erro	9	43.462106	4.829123	
Total corrigido	15	11334.036594		

Coeficiente de variação(%)= 2.93

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

ANEXO B.

Tabela 2B. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de sorgo de alto tanino usando a técnica do saco de náilon móvel e o método de coleta total.

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	871.325650	1623.775217	120.597*
CAVALO	3	33.859250	11.286417	0.838
erro	9	121.179800	13.464422	
Total corrigido	15	5026.364700		

Coeficiente de variação(%)= 5.48

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	9891.483369	3297.161123	316.634*
CAVALO	3	35.071069	11.690356	1.123
erro	9	93.718356	10.413151	
Total corrigido	15	1020.272794		

Coeficiente de variação(%)= 5.20

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do amido

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	14436.458719	4812.152906	391.931*
CAVALO	3	50.420669	16.806890	1.369
erro	9	110.502556	12.278062	
Total corrigido	15	14597.381944		

Coeficiente de variação(%)= 4.63

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca

Fontes de variação	GL	SQ	QM	Fc
METODO	3	10469.725219	3489.908406	134.093*
CAVALO	3	31.338119	10.446040	0.401
erro	9	234.233706	26.025967	
Total corrigido	15	10735.297044		

Coeficiente de variação(%)= 8.07

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste SNK

ANEXO C.

Tabela 1C. Análises de variância da porcentagem de desaparecimento dos nutrientes das silagens de sorgo em três granulometrias nos sacos de náilon após lavagem em água.

Análise de variância do desaparecimento da matéria seca

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Silagem	1	42.560067	42.560067	5.065	0.0372
Granulometria	2	10584.136050	5292.068025	629.752	0.0000
Silagem*Granulometria	2	24.268633	12.134317	1.444	0.2621
erro	18	151.261433	8.403413		

Coeficiente de variação(%)= 7.72

Teste Tukey para silagem
Erro padrão: 0,83

Silagem	Médias
SSA	36.194167 a1
SSB	38.857500 a2

Regressão para Granulometria
Erro padrão de cada média dessa FV: 1,08034285729134
b1 : X
b2 : X²

Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para	
			H0: Par=0	Pr> t
b0	61.193930	1.11928655	54.672	0.0000
b1	-4.128945	0.12673425	-32.580	0.0000

R² = 99.94%

Granulometria	Médias observadas	Médias estimadas
1	57.358333	57.064985
8	27.458333	28.162370
13	7.928333	7.517645

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Prob.<F
b1	1	8919.611142	8919.611142	1061.427	0.000
b2	1	5.402778	5.402778	0.643	0.433
Resíduo	18	151.261433	8.403413		

Análise de variância do desaparecimento da proteína bruta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Silagem	1	0.192604	0.192604	0.024	0.8788
Granulometria	2	10051.037113	5025.518556	623.988	0.0000
Silagem*Granulometria	2	15.437912	7.718956	0.958	0.4022
erro	18	144.969667	8.053870		

Coeficiente de variação(%)= 8.10

Teste Tukey para silagem

Erro padrão: 0,81

Silagem	Médias
SSA	34.930000 a1
SSB	35.109167 a1

Regressão para Granulometria

Erro padrão de cada média dessa FV: 1,0576356210888

b1 : X

b2 : X^2

Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	57.392829	1.09576078	52.377	0.0000
b1	-3.951598	0.12407048	-31.850	0.0000

R^2 = 98.53%

Granulometria	Médias observadas	Médias estimadas
1	54.835000	53.441231
8	22.435000	25.780046
13	7.973333	6.022057

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Prob.<F
b1	1	8169.833736	8169.833736	1014.398	0.000
b2	1	121.963718	121.963718	15.143	0.001
Resíduo	18	144.969667	8.053870		

Análise de variância do desaparecimento da energia bruta

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Silagem	1	26.797067	26.797067	2.843	0.1090
Granulometria	2	11179.515825	5589.757913	593.082	0.0000
Silagem*Granulometria	2	10.800625	5.400312	0.573	0.5738
erro	18	169.648683	9.424927		

Coeficiente de Variação(%)= 8.12

Teste Tukey para silagem

Erro padrão: 0,886233925658262

Tratamentos	Médias
SSA	36.748333 a1
SSB	38.861667 a1

Regressão para Granulometria

Erro padrão de cada média dessa FV: 1,14412307830616

b1 : X

b2 : X^2

Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	61.927661	1.18536590	52.243	0.0000
b1	-4.223658	0.13421626	-31.469	0.0000

R^2 = 99.71%

Granulometria	Médias observadas	Médias estimadas
1	58.357500	57.704002
8	26.570000	28.138394
13	7.935000	7.020103

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Prob.<F
b1	1	9333.516042	9333.516042	990.301	0.000
b2	1	26.812488	26.812488	2.845	0.109
Resíduo	18	169.648683	9.424927		

Análise de variância do desaparecimento do amido

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Silagem	1	28.015204	28.015204	1.894	0.1856
Granulometria	2	15397.593171	7698.796585	520.489	0.0000
Silagem*Granulometria	2	52.191338	26.095669	1.764	0.1997
erro	18	266.246350	14.791464		

Coeficiente de variação(%)= 10.62

Teste Tukey para silagem
 Erro padrão: 1,11023510606571

Tratamentos	Médias
SSB	35.130833 a1
SSA	37.291667 a1

Regressão para granulometria
 Erro padrão de cada média dessa FV: 1,43330735872244

b1 : X
 b2 : X^2

Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	63.779893	1.48497456	42.950	0.0000
b1	-4.877144	0.16814026	-29.006	0.0000

R^2 = 98.21%

Granulometria	Médias observadas	Médias estimadas
1	60.802500	58.902748
8	20.203333	4.762737
13	3.036667	0.377015

Somas de quadrados seqüenciais - Tipo I (Type I)

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Prob.<F
b1	1	12445.116906	12445.116906	841.372	0.000
b2	1	226.590964	226.590964	15.319	0.001
Resíduo	18	266.246350	14.791464		

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)