

Avaliação das características fermentativas e da composição químico-bromatológica de silagens de grãos úmidos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)¹

Evaluation of fermentative characteristics and chemical-bromatological composition of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) wet grain silage

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu², João Bosco Pitombeira³,
Magno José Duarte Cândido⁴ e José Neuman Miranda Neiva⁵

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características fermentativas e a composição químico-bromatológica das silagens de grãos úmidos de sorgo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial com três idades de cortes (86, 93 e 100 dias) após o plantio (dap), duas formas de processamento (grãos moídos e grãos inteiros) e quatro repetições. Foram utilizados silos experimentais de PVC, que foram abertos após 30 dias da ensilagem, sendo colhidas amostras para análises laboratoriais. O teor de MS das silagens de grãos moídos variou de 58,4% (86 dap) a 72,6% (100 dap), diferindo das silagens de grãos inteiros, cujo teor variou de 56,9% (86 dap) a 71,1% (100 dap). O teor de PB nas silagens de grãos moídos variou de 9,6% (100 dap) a 10,1% (86 dap), com valores intermediários nos demais tratamentos. O teor de FDN das silagens de grãos moídos variou de 21,4% (86 dap) a 35,1% (100 dap) e foi inferior ao das silagens de grãos inteiros, que variou de 41,1% (93 dap) a 46,3% (100 dap). O teor de FDA variou de 6,0% (86 dap) a 6,5% (100 dap) nas silagens de grãos moídos e apresentou o valor médio de 7,9% nas silagens de grãos inteiros. Quanto ao EE, não foi observado efeito, com a média geral ficando em 2,7%. Os elevados valores de pH (4,8 a 6,2) não caracterizaram ocorrência de fermentações secundárias, em função do elevado teor de matéria seca das silagens. Os resultados obtidos permitem recomendar que os grãos úmidos de sorgo sejam colhidos até os 93 dias de idade e devam ser moídos antes da ensilagem.

Termos para indexação: conservação, idade de corte, processamento, valor nutritivo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the fermentative characteristics and the chemical-bromatological composition of silages of sorghum moist grain. A random sampling design was applied to the experiments in a factorial system with three cutting times after planting (86, 93, and 100 days) (DAP), two types of processing (whole and grinded grains), and four replications. The PVC silos used in the experiments were opened 30 days after ensiling, for sampling and analyzes of the material. Dry matter of the grinded grains silage varied from 58.4% (86 DAP) to 72.6% (100 DAP), and differed from the values of the whole grain silage, whose dry matter varied from 56.9% (86 DAP) to 71.1% (100 DAP). The percentage of CP in the grinded grains silage varied from 9.6% (100 DAP) to 10.1% (86 DAP) with intermediate values for the remaining treatments. The NDF percentage in the grinded grains silage varied from 21.4% (86 DAP) to 35.1% (100 DAP) and was lower than values found for the whole grains silage, which in turn varied from 41.1% (93 DAP) to 46.3% (100 DAP). The percentage of ADF in the grinded grains silage varied from 6.0% (86 DAP) to 6.5% (100 DAP) and averaged 7.9% for the whole grain silage. The values found for the EE were not significant and averaged 2.7%. The high values of pH (4.8 to 6.2) did not characterize for a fermentative process, owing to the high dry matter content of the silages. The results found suggest that sorghum moist grains should be harvested up to 93 days after planting and grinded before ensiling.

Index terms: conservation, harvest time, processing, nutritive value.

¹ Recebido para publicação em: 07/05/2004.

Aprovado em: 23/02/2005.

Parte da monografia para obtenção do título de Eng. Agrônomo do primeiro autor, apresentada à UFC, CE

² Eng. Agrônomo, mestrando do Curso de Agronomia/Zootecnia, CCA/UFC, CE, robertopompeu@zipmail.com.br

³ Eng. Agrônomo, Ph.D., Prof. do Dept. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE, pitomba@ufc.br

⁴ Pesquisador visitante do Dept. de Zootecnia, CCA/UFC, CE, magcandido@yahoo.com.br

⁵ Prof. do Curso de Zootecnia, UFT, TO, Araguaia@uft.edu.br

Introdução

A melhoria dos rebanhos no Nordeste tem levado os criadores a investir em alimentação de melhor qualidade, tendo o sorgo despontado como uma alternativa promissora por ser uma gramínea bastante produtiva, digestível e adaptada a locais secos e quentes, onde é difícil o cultivo de outras espécies como o milho.

É sabido que a estacionalidade na produção de forragem leva, conseqüentemente, a uma produção estacional dos rebanhos, criando os fenômenos da safra e da entressafra. A entressafra causa sérios prejuízos aos produtores, pois, na maioria das vezes, a receita obtida no período chuvoso não se verifica no período seco do ano (Neiva e Vasconcelos, 2000). Com isso, a suplementação na seca, com concentrados, torna-se prioridade no Nordeste, devendo-se buscar ingredientes alternativos para formulação de rações, face às relações desfavoráveis entre os custos dos insumos, uma vez que parte dos ingredientes são trazidos de outras regiões do país, aumentando os custos de produção. Nesse sentido, o uso de silagem de grãos úmidos de sorgo pode constituir uma importante alternativa para o uso desse cereal na formulação de suplementos.

Apesar do sorgo em grão ser largamente utilizado na alimentação de ruminantes, há escassez do emprego de grãos úmidos ensilados no Brasil. Isso posto, a ensilagem dos grãos de cereais na forma úmida tem sido uma das tecnologias de maior expansão do setor produtivo, por sua eficiência na conservação do concentrado energético empregado na alimentação animal (Costa et al., 2002), por prevenir custos excessivos com a aquisição de silos para o armazenamento dos grãos, além de seus valores quali-quantitativos.

Neste contexto, a conservação de grãos úmidos de sorgo na forma de silagens apresenta-se como uma alternativa bastante interessante, considerando-se a possibilidade de antecipar a colheita em até quatro semanas, maximizando o uso da terra e minimizando as perdas provocadas por ataque de pássaros, o que é um dos fatores limitantes para a expansão da cultura no estado do Ceará.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características fermentativas e o valor nutritivo de silagens de grãos de sorgo inteiros e moídos, com três níveis de umidade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, na área experimental do Departamento de Fitotecnia e no Núcleo de Pesquisas em Forragicultura (NPF) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza-CE, no período de abril a agosto de 2003.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial com três idades de corte (86; 93 e 100 dias), duas formas de processamentos (silagem de grãos inteiros e silagem de grãos moídos) e quatro repetições.

O preparo do solo para o plantio constou de duas gradagens. A infestação de plantas daninhas, principalmente tiririca (*Cyperus rotundus*), ocorrida entre o preparo do solo e o plantio, foi controlada com uma aplicação de Glifosate (Round up) na dosagem de 4 litros por hectare. Utilizou-se a variedade de sorgo granífero EA-955, desenvolvida na Universidade Federal do Ceará. O plantio foi realizado na época chuvosa, no dia 13 de abril de 2003, ocasião em que foi realizada uma adubação na dose de 536,3 kg.ha⁻¹ de NPK na proporção de 60:60:30, tendo a uréia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio como fontes desses nutrientes. Os adubos foram aplicados no plantio, exceto 2/3 de uréia, que foi dividida em duas partes iguais e aplicadas em cobertura aos 35 e 50 dias após o plantio.

Vinte e seis dias após o plantio, o herbicida Paraquat (Gramaxone) foi aplicado em pós-emergência, na dose de 3 litros por hectare, para o controle da tiririca. A praga de maior incidência foi a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), controlada com uma pulverização de Deltametrina (Decis) aos 55 dias após o plantio, na dose de 200 mL.ha⁻¹.

A colheita manual das panículas foi realizada aos 86 (Idade I), 93 (Idade II) e 100 (Idade III) dias após o plantio. Após cada corte foram retiradas amostras homogêneas de grãos moídos e inteiros, que foram imediatamente levadas ao Laboratório de Nutrição Animal para a realização das análises químico-bromatológicas (pré-ensilagem), conforme a Tabela 1.

Os grãos colhidos em cada corte foram removidos das panículas. Uma parte dos grãos foram ensilados inteiros e outra parte após a passagem no moinho com peneira de 5 mm.

Os grãos de sorgo inteiros e moídos de cada corte foram acondicionados em silos experimentais

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e extrato etéreo (EE) de grãos úmidos de sorgo moídos e inteiros em três idades de cortes (86; 93 e 100) dias após o plantio.

Tipo de Processamento	Idade de Corte (dias após plantio)	Variáveis avaliadas (%)					
		MS	PB	FDN	FDA	HC	EE
Moído	86	60,2	9,6	22,6	6,7	15,9	3,4
	93	62,3	9,9	26,7	7,4	19,3	3,4
	100	74,2	9,6	30,5	6,3	24,3	3,6
Inteiro	86	59,0	9,1	41,3	8,8	32,5	3,2
	93	62,4	9,7	42,8	9,2	33,6	4,4
	100	72,5	9,3	43,9	6,9	37,0	4,6

de “PVC” com 100 mm de diâmetro e 350 mm de comprimento. Em cada silo foi colocada uma quantidade de grãos inteiros e moídos correspondente a uma densidade de 823 e 892 kg.m⁻³, respectivamente. A compactação foi feita com um bastão de madeira e o fechamento com tampa de “PVC” dotada de válvula tipo “Bunsen”.

Trinta dias após a ensilagem, os silos foram abertos e colhidas amostras homogêneas de 700 gramas para realização das análises laboratoriais.

As amostras foram levadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (LNA/DZ/UFC). Foi retirada uma fração homogênea de cada amostra (subamostra), a qual foi pesada e colocada sobre bandeja de alumínio, em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as subamostras foram moídas e acondicionadas em recipientes plásticos para análises posteriores.

Nas amostras pré-secas, determinaram-se os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE), conforme técnicas descritas em Silva (1990). Os teores de hemicelulose (HC) no material analisado, em porcentagem da matéria seca, foram determinados por diferença, subtraindo-se da FDA a FDN.

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro a partir de 9 g de silagem misturadas com 60 mL de água destilada.

Para avaliação dos dados, foi realizada análise de variância no fatorial completo, desdobrando-se a interação independentemente da sua significância. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para tanto, empregou-se o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 1999).

Resultados e Discussão

Os teores de MS (Tabela 2) variaram ($P < 0,05$) com as idades de corte e tipo de processamento, mas a interação entre idade e tipo de processamento não foi significativa ($P > 0,05$). Observou-se elevação ($P < 0,05$) no teor de MS das silagens à medida que se retardou a colheita, porém, este fato já era esperado, pois há aumento no teor de MS dos vegetais com o avançar da idade (Van Soest, 1994)

Observou-se que o teor de MS das silagens de grãos moídos foi superior ($P < 0,05$) ao das silagens de grãos inteiros, possivelmente devido à perda de água provocada pelo aquecimento dos grãos no moinho.

Quando se comparou o teor de MS do material pré-ensilado (Tabela 1) com as silagens produzidas, observou-se a sua diminuição em quase todas as silagens avaliadas, provavelmente devido a perdas gasosas durante o processo de fermentação.

Para os teores de PB, houve efeito ($P < 0,05$) das idades de corte somente nas silagens de grãos moídos (Tabela 2), com diminuição nos teores à medida que foi aumentando a idade de colheita. Houve variação deste valor de 10,1% na idade I (86 dap) a 9,6% na idade III (100 dap). Tal alteração já era esperada, uma vez que com avançar da idade há maior deposição de carboidratos nos grãos em detrimento das frações nitrogenadas (Costa et al., 2003).

DeBrabander et al. (1992), trabalhando com grãos úmidos de milho com 61% de MS, obteve teor de PB de 11,4%. Este valor é superior ao obtido no presente trabalho, com silagem de grãos úmidos de sorgo moído, com teor de PB de 10,1% e teor de MS de 58,4%. No entanto, Santos et al. (2000), citado por Jobim et al. (2001), trabalhando com silagem

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC), extrato etéreo (EE) e de pH de silagens de grãos úmidos de sorgo moídos e inteiros, em três idades de cortes (86; 93 e 100 dias após o plantio).

	Idade de Corte (DAP)			média
	86 dias	93 dias	100 dias	
Processamento				
	% MS			
Moído	58,4 A c	63,9 A b	72,6 A a	65,0
Inteiro	56,9 B c	62,0 B b	71,1 B a	63,3
Média	57,6	63,0	71,9	
	% PB			
Moído	10,1 A a	9,8 A ab	9,6 A b	9,8
Inteiro	10,1 A a	10,0 A a	9,8 A a	10,0
Média	10,1	9,9	9,7	
	% FDN			
Moído	21,4 B b	21,9 B b	35,1 B a	26,1
Inteiro	42,7 A ab	41,1 A b	46,3 A a	43,4
Média	32,1	31,5	40,7	
	% FDA			
Moído	6,0 B a	6,5 B a	6,5 A a	6,3
Inteiro	8,4 A a	8,0 A a	7,3 A a	7,9
Média	7,2	7,2	6,9	
	% HC			
Moído	15,5 B b	15,5 B b	28,6 B a	19,9
Inteiro	34,3 A ab	33,1 A b	39,0 A a	35,5
Média	24,9	24,3	33,8	
	% EE			
Moído	2,9 A a	3,1 A a	2,3 A a	2,8
Inteiro	2,7 A a	2,5 A a	2,5 A a	2,6
Média	2,8	2,8	2,4	
	Valores de pH			
Moído	4,6 B b	4,6 B b	5,9 B a	5,0
Inteiro	5,8 A b	5,5 A c	6,2 A a	5,8
Média	5,2	5,1	6,1	

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna, dentro de cada variável, indicam médias semelhantes ($P>0,05$). Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam médias semelhantes ($P>0,05$).

de grãos úmidos de milho na alimentação de equinos, com 67% de MS, encontrou teor de PB de 7,69%. Este valor é inferior aos obtidos no presente trabalho, nas duas formas de processamento: grãos moídos (9,8%) e grãos inteiros (10%), com 63% de MS. Este fato pode estar associado à menor idade de corte do sorgo aqui adotada, apesar de o sorgo ter o teor de proteína bruta reconhecidamente superior ao do milho; ou ao manejo, provavelmente em decorrência

das diferenças dos níveis de fertilidade do solo, principalmente nitrogênio.

Quando comparadas à pré-ensilagem (Tabela 1), observou-se aumento no conteúdo de PB em quase todas as silagens testadas, exceto nas de grãos moídos nas idades II e III. Isto pode ser explicado pela perda de MS, fato normal no processo de fermentação. A perda de MS provoca elevação nos teores de PB, uma vez que os compostos nitrogenados não são perdidos nesse processo.

Em relação aos teores de FDN (Tabela 2), houve efeito ($P<0,05$) das idades de corte, do tipo de processamento e da interação entre ambos os fatores. Observou-se que o teor de FDN das silagens de grãos moídos nas idades I e II foi inferior ($P<0,05$) ao da idade III. Nas silagens de grãos inteiros não houve diferenças ($P>0,05$) entre as idades I (42,7%) e II (41,1%), havendo diferença ($P<0,05$) entre a idade II (41,1%) e a idade III (46,3%). O aumento do teor de FDN na idade III, nas silagens de grãos moídos e inteiros, pode ser explicado pelo espessamento da parede celular secundária com o avanço da idade da planta (Van Soest, 1994).

O teor médio de FDN da silagem de grãos moídos na idade I (21,4%), quando estes apresentavam 58,4% de MS, foi superior aos 13,3% obtidos por DeBrabander et al. (1992), os quais trabalharam com silagens de grãos úmidos de milho com 61% de MS. Por sua vez, Santos et al. (2000), citados por Jobim et al. (2001), trabalhando com silagens de grãos úmidos de milho com 67% de MS, encontraram teor de FDN inferior (7,1%), em relação aos teores encontrados nas silagens de grãos moídos de sorgo no presente trabalho (21,9%) com 63,9% de MS.

O conteúdo de FDN nas silagens de grãos inteiros foi superior ($P<0,05$) ao das silagens de grãos moídos nas três idades de corte. Como tal diferença foi encontrada no material original, infere-se que, durante a moagem, parte do pericarpo dos grãos moídos tenha sido expelida em decorrência da circulação de ar provocada pelo ventilador em funcionamento no interior do moinho, acarretando redução do teor de FDN dos grãos moídos em relação aos grãos inteiros.

Em relação aos teores de FDA (Tabela 2), houve efeito ($P<0,05$) do processamento e da interação (idade x processamento). Observou-se que a média do teor de FDA das silagens de grãos moídos foi de 6,3% e das silagens de grãos inteiros foi de 7,9%, não havendo diferenças ($P>0,05$) entre

as três idades de corte em cada tipo de processamento. Por outro lado, as silagens de grãos moídos apresentaram menor ($P < 0,05$) teor de FDA que as silagens de grãos inteiros nas idades I e II, o que pode ter sido acarretado pela eliminação de parte do pericarpo durante a moagem.

O teor médio de FDA nas silagens de grãos moídos, da idade II (6,5%), quando os grãos apresentavam 63,9% de MS, foi superior aos obtidos por Reis et al. (2001), trabalhando com silagens de grãos úmidos de milho com o teor de FDA de 2,5% e com 66% de MS.

De maneira geral, o baixo teor de FDA da silagem de grãos úmidos de sorgo permite caracterizá-la como excelente componente energético para elaboração de rações para ruminantes.

Com relação aos teores de hemicelulose (HC), observou-se efeito ($P < 0,05$) de idades de corte, tipo de processamento e da interação entre ambos os fatores. Observou-se que o teor de HC das silagens de grãos moídos, nas idades I e II, foi inferior ($P < 0,05$) ao da idade III. Nas silagens de grãos inteiros, apenas o teor de HC na idade II (33,1%) foi inferior ($P < 0,05$) ao da idade III (39%). Quanto ao tipo de processamento, observa-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre as três idades de corte, com o teor de hemicelulose sendo invariavelmente superior nas silagens de grãos inteiros em relação às de grãos moídos.

Santos et al. (2000), citado por Jobim et al. (2001), trabalhando com silagens de grãos úmidos de milho com 67% de MS, obteve teor de HC de 3,15%, sendo este valor inferior aos obtidos no presente trabalho, com as duas formas de processamento, ou seja, moídos (33,1%) e inteiros (15,5%), com 63% de MS.

Grande parte do efeito observado no teor de hemicelulose é decorrente da resposta obtida em termos de FDN, pois o referido teor é calculado pela diferença entre FDN e FDA, e o teor de FDA não apresentou grandes variações (Tabela 2).

Quanto ao teor de EE (Tabela 2), não houve efeito ($P > 0,05$) de nenhum dos tratamentos, ficando a média geral para todas as silagens em 2,8% da MS. Observou-se que houve diminuição do conteúdo de extrato etéreo das silagens quando comparadas à pré-ensilagem (Tabela 1), onde os teores das silagens de grãos moídos variaram de 3,4% (idade I) a 3,6% (idade III) e os das silagens de grãos inteiros variaram entre 3,2% (idade I) e 4,6% (idade III).

Embora a fração lipídica forneça 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (Silva, 1990), o baixo teor aqui relatado caracteriza como de importância secundária o uso desse nutriente em silagens de grãos úmidos de sorgo para o balanceamento energético de rações para ruminantes.

Para a variável pH, houve efeito ($P < 0,01$) da idade de corte, do tipo de processamento e da interação entre ambos (Tabela 2). Observou-se que nas silagens de grãos moídos não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as idades I e II (4,6), havendo, no entanto, diferença ($P < 0,05$), quando comparadas à idade III (5,9).

Quanto às silagens de grãos inteiros, observou-se que os valores de pH variaram entre 5,5 (corte II) e 6,2 (corte III), havendo diferenças entre as três idades de corte. Observou-se ainda, maiores valores de pH para silagens de grãos inteiros, comparativamente às de grãos moídos. Observa-se que quando os grãos são ensilados inteiros, fermentações secundárias indesejáveis podem ser favorecidas, havendo, conseqüentemente, perda da estabilidade do material ensilado. Segundo Nussio et al. (2002), a redução do tamanho da partícula pode ser uma alternativa para minimização da fermentação butírica, por promover maior compactação e um maior contato do substrato com as bactérias fermentativas, levando a uma maior produção de lactato e queda rápida de pH.

De maneira geral, o alto valor de pH caracteriza má fermentação, pois valores acima de 4,2 indicam proliferação de bactérias clostrídicas. Porém, segundo Van Soest (1994), em silagens com teores de matéria seca superiores a 35%, o pH não é uma variável importante na avaliação da sua qualidade, pois, nesse caso, o desenvolvimento da acidez é inibido pela umidade reduzida e pela alta pressão osmótica do meio.

Conclusões

Os grãos úmidos de sorgo devem ser colhidos até os 93 dias de idade nas condições climáticas similares às do litoral cearense e devem ser moídos antes da ensilagem, a fim de se obter silagens com fermentação adequada.

Há necessidade de mais trabalhos para se avaliar a digestibilidade e o consumo de nutrientes em animais alimentados com silagens de grãos úmidos de sorgo.

Referências Bibliográficas

- COSTA, C.; ARRIGONI, M. D. B.; SILVEIRA, A. C. Preservation of wet cereal grains for animal feed. In: FIRST VIRTUAL GLOBAL CONFERENCE ON ORGANIC BEEF CATTLE PRODUCT, 1., 2002, Embrapa Pantanal. **Anais eletrônicos...** Corumbá-MS, 2002. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/ingles/03en06.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2003.
- DeBRABANDER, D. L.; COTTYN, B. G.; BOUCQUE, C. H. V. Substitution of concentrates by ensiled high-moisture maize grain in dairy cattle diets. **Animal Feed Science Technology**, 1992, v. 38, p. 57-67.
- JOBIM, C. C.; FURTADO, C. E.; SCAPINELLO, C.; REIS, R. A. Produção e utilização de grãos de cereais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2. Lavras, **Anais...** Lavras: UFLA, 2001, p. 277-310.
- NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R. Técnicas para produção intensiva de volumosos em regiões semi-áridas. **Ciência Animal**. Fortaleza-CE, v. 10, n. 1, p. 70-74. out. 2000.
- NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-94.
- REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U. Característica de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.4, 2001, p.1308-1315.
- SAS Institute, **SAS (Statistical Analysis System)**. User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1999.
- SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed., New York: Cornell University Press. 1994. 476p.