

VALOR NUTRITIVO DA CASCA DE CAFÉ TRATADA COM AMÔNIA ANIDRA¹

Alexandre Lima de Souza²

Rasmo Garcia³

Odilon Gomes Pereira⁴

Paulo Roberto Cecon⁵

Aureliano Vieira Pires⁶

Daniele Rebouças Santana Loures⁷

RESUMO

A casca de café submetida ao tratamento com diferentes níveis de amônia anidra (0,0; 2,2; 3,2 e 4,2%) e com dois teores de umidade baixo, (16%) e alto (30%), foi analisada quanto aos teores de nitrogênio total (NT), retenção de nitrogênio (RN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, lignina e aos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro. A casca de café utilizada foi proveniente de indústria beneficiadora localizada no sul de Minas Gerais e apresentou 11% de proteína bruta (PB), dos quais 26,6% na forma de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e 33,9 na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN). A amonização elevou os teores de PB e diminuiu as relações NIDN/NT e NIDA/NT, estimando-se valores mínimos de 16,96 e 11,53% nos níveis de 4,19 e 3,92% de amônia anidra para as respectivas variáveis. O teor de umidade não melhorou a retenção do nitrogênio adicionado pela amônia anidra. Os teores de

¹ Aceito para publicação em 09.07.2002.

² Departamento de Zootecnia, UFV, 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: alsouza@alunos.ufv.br

³ Departamento de Zootecnia, UFV. 36571-000 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: rgarcia@ufv.br

⁴ Departamento de Zootecnia, UFV. 36571-000 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: odilon@dpi.ufv.br

⁵ Departamento de Informática, UFV. 36571-000 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁶ Departamento de Tecnologia Rural e Animal, UESB. 45700-000 Itapetinga, BA. E-mail: aupires@uesb.br

⁷ Departamento de Zootecnia, ESALQ/USP. 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: dloures@esalq.usp.br

hemicelulose, lignina e FDA não foram alterados pela amonização e elevação do teor de umidade da casca de café. A amonização elevou os teores de FDN, estimando-se máximo valor (52,28%) para o nível de 2,19% de amônia anidra. As alterações na composição químico-bromatológica resultantes da amonização não foram suficientes para elevar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

Palavras-chaves: amonização, composição químico-bromatológica, digestibilidade *in vitro*, resíduo agroindustrial.

ABSTRACT

NUTRITIVE VALUE OF COFFEE PEEL TREATED WITH ANHYDROUS AMMONIA

Coffee peel with two moisture contents (16 and 30%) was submitted to four levels of anhydrous ammonia (0.0, 2.2, 3.2, and 4.2%) in order to verify the changes on total nitrogen (TN), nitrogen retention (NR), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral and acid detergent fiber (ADF, NDF), hemicellulose, lignin, dry matter and neutral detergent fiber digestibilities. Ammoniation increased the crude protein contents and reduced the NDIN/TN and ADIN/TN relations. Minimum values of 16.96 and 11.53% were estimated for ammonia levels of 4.19 and 3.92% to NDIN/TN and ADIN/TN respectively. The nitrogen retention was not affected by the moisture content. Hemicellulose, lignin and ADF were neither altered by ammoniation nor by the moisture content. Maximum values of 52.28% were estimated for NDF for ammonia level 2.19%. The changes caused by ammoniation on the chemical bromatological composition were not sufficient to increase the *in vitro* dry matter and neutral detergent fiber digestibilities.

Key words: ammoniation, chemical-bromatological composition, *in vitro* digestibility, agroindustrial residue.

INTRODUÇÃO

Em face da grande atividade agrícola e diversidade de sua agroindústria, o Brasil produz anualmente milhões de toneladas de subprodutos e resíduos que podem ser aproveitados de diferentes formas na alimentação animal. A utilização de alimentos alternativos no arraçamento de animais pode contribuir para aumentar os índices produtivos ou mesmo reduzir gastos com a alimentação dos rebanhos. De acordo com Ferreira et al. (6), os gastos com alimentação contribuem com cerca de 60 a 80% dos custos variáveis nos sistemas de confinamento.

Dentre os diferentes tipos de resíduos passíveis de incorporação na dieta de animais ruminantes, a casca de café, obtida após beneficiamento do grão, destaca-se pelo grande volume e por estar disponível em vários Estados brasileiros. O Brasil é o principal produtor de café do mundo (5), com o Estado de Minas Gerais produzindo anualmente mais de 2.300.000 t

de café em coco, resultando, após cada safra, em mais de 1.150.000 t de casca (1).

A casca de café, como outros resíduos da agroindústria, pode apresentar elevados teores de fibra, na qual está presente grande quantidade de componentes antiqualitativos, como lignina e ácidos fenólicos, que reduzem a digestibilidade da parede celular (10). Também os baixos teores de N disponível e o alto teor de fibra indigestível são fatores que contribuem para o menor aproveitamento destes resíduos, reduzindo o consumo e desempenho animal.

Vários resultados de pesquisas têm mostrado que o valor nutritivo de diferentes volumosos pode ser melhorado com a utilização de tratamentos químicos. Dentre estes, a amonização de volumosos utilizando amônia anidra e uréia são os mais empregados. Além de elevar os conteúdos de N, aumentando a disponibilidade para os microrganismos ruminais (20, 25), a amônia provoca alterações benéficas na fração fibrosa dos volumosos, causando solubilização parcial da fração hemicelulose do material amonizado (17, 22).

De modo geral, duas teorias explicam o efeito da amônia sobre os constituintes da parede celular das forragens. A primeira, denominada amonólise, baseia-se no rompimento de ligações ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos ou moléculas de carboidratos, resultando na formação de amida. A segunda envolve uma hidrólise alcalina, resultante da reação entre o hidróxido de amônia, formado pela alta afinidade entre a amônia e a água, e as ligações do tipo éster entre os carboidratos estruturais (2, 8). Todavia, alguns fatores como doses de aplicação de amônia, períodos de amonização, temperatura ambiente, umidade e qualidade do material, dentre outros, podem ser responsáveis por diferentes respostas ao aumento do teor de proteína bruta, retenção de nitrogênio e alterações da fração fibrosa do material tratado (23, 26).

Diante do volume de casca de café que anualmente é produzido no Brasil e das poucas informações científicas sobre tratamentos químicos que possam melhorar a qualidade desse resíduo, conduziu-se este experimento, objetivando avaliar os efeitos de diferentes níveis de amônia anidra, em casca de café, com ou sem umidade, sobre o teor de matéria seca, frações nitrogenadas, constituintes da parede celular, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, no período de 29.05 a 20.08.98.

A casca de café utilizada no experimento foi proveniente de indústrias beneficiadoras, onde o preparo do café é realizado por via seca. Após a secagem, o café em coco, forma como o grão é colhido, é descascado, formando proporções semelhantes de café beneficiado e casca, a qual compreende a polpa, mucilagem e o pergaminho (3). A composição bromatológica da casca de café utilizada é mostrada na Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da casca de café

Componentes	%
Matéria seca	83,5
Proteína bruta ¹	11,0
Fibra em detergente neutro ¹	50,3
Fibra em detergente ácido ¹	35,6
Hemicelulose ¹	14,7
Celulose ¹	22,7
Lignina ¹	12,4
Gordura ¹	1,6
Carboidratos solúveis em álcool ¹	17,4
Amido ¹	2,3
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro ²	33,9
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido ²	26,6
Cinzas ¹	7,4
Digestibilidade "in vitro" da matéria seca	59,5
Digestibilidade "in vitro" da fibra em detergente neutro	26,6

¹. Valores em porcentagem da matéria seca.
². Valores em porcentagem da proteína bruta.

Neste experimento foram avaliados oito tratamentos: 1- casca de café com 16% de umidade + 0% de amônia anidra; 2- casca de café com 16% de umidade + 2,2% de amônia anidra; 3- casca de café com 16% de umidade + 3,2% de amônia anidra; 4- casca de café com 16% de umidade + 4,2% de amônia anidra; 5- casca de café com 30% de umidade + 0% de amônia anidra; 6- casca de café com 30% de umidade + 2,2% de amônia anidra; 7- casca de café com 30% de umidade + 3,2% de amônia anidra; e 8- casca de café com 30% de umidade + 4,2% de amônia anidra. A quantidade de amônia aplicada foi calculada de acordo com a matéria seca (MS) do resíduo utilizado.

A casca de café antes de ser amonizada foi espalhada sobre uma lona plástica, na qual foi realizada a sua homogeneização. Em seguida foram colocados 7,5 kg de casca em sacos plásticos, previamente etiquetados, com capacidade para 80 litros. Em 12 de um total de 24 unidades experimentais adicionou-se água, visando elevar o teor de umidade de 16 para 30%. A adição de água foi feita individualmente em cada unidade experimental. Nesse procedimento foram utilizados baldes plásticos com capacidade para 40 litros, efetuando-se a mistura de casca e água, manualmente.

Foi utilizada em cada saco plástico uma mangueira plástica de 3/8", com extremidade inferior obstruída. Visando obter melhor distribuição da amônia no material, foram feitos furos de 5 mm na parte da mangueira que ficou em contato direto com a casca de café. Aproximadamente 10 cm dessa mangueira foram projetados para o exterior de cada saco plástico, onde foi feita a conexão com a mangueira que estava ligada ao botijão de amônia anidra. Em seguida, os sacos foram vedados com fitas plásticas adesivas, após prévia expulsão do ar.

A aplicação da amônia foi realizada 18 horas após a montagem das unidades experimentais. Para a aplicação da amônia anidra foi utilizado um cilindro com capacidade de 28 kg que foi mantido deitado, de modo a facilitar a saída da amônia, sobre uma balança eletrônica com capacidade de 50 kg e precisão de 5 g. A quantidade de amônia aplicada foi controlada pela diferença de peso registrada na balança.

Oitenta e dois dias após a aplicação da amônia anidra, foram coletadas amostras referentes a cada unidade experimental, as quais foram colocadas em sacos plásticos e, em seguida, armazenadas em *freezer* para posteriores análises. Com a finalidade de não perder o nitrogênio proveniente da amonização, realizou-se a pré-secagem de todas as amostras por liofilização. Realizada esta etapa, procedeu-se à moagem das amostras em moinho tipo Willey, utilizando peneira de 1 mm. Com a intenção de evitar uma possível contaminação por amônia de uma amostra que recebeu dose mais elevada de amônia anidra e de outra que tenha recebido menor dose ou mesmo daquelas que não foram amonizadas, a moagem foi realizada, respeitando-se a seqüência das doses de amônia. Após a moagem, as amostras foram colocadas em vidros, identificadas e armazenadas em local fresco, até o momento de serem submetidas às análises químico-bromatológicas.

As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) foram determinadas de acordo com os procedimentos descritos por Silva (24). Para a determinação da DIVMS

e DIVFDN, utilizou-se o método de duas etapas (96 horas de incubação), seguindo os procedimentos descritos pelo autor supracitado. Já os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados de acordo com os procedimentos descritos por Licitra et al. (11), sendo estes expressos como porcentagem do nitrogênio total NIDN/NT e NIDA/NT, respectivamente.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4×2 , sendo quatro níveis de amônia anidra (0,0; 2,2; 3,2; e 4,2) e dois de umidade, baixo (16%) e alto (30%), dispostos num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio das análises de variância e de regressão, adotando-se 1% de probabilidade. Fez-se a escolha do melhor modelo com base no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, de Student, a 1% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa SAEG, versão 7.1 (27).

RESULTADOS E DISCUSÃO

Ao estudar a regressão polinomial, verificou-se efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de amônia anidra sobre o teor médio de matéria seca da casca de café, estimando-se pela equação $\hat{Y} = 76,1692 - 0,457359^{**} N$ ($r^2 = 0,75$) uma redução de 0,457% no teor de MS a cada unidade de amônia adicionada. Isso pode ser atribuído, em grande parte, à alta afinidade pela umidade do ar em materiais tratados com amônia, como consequência de sua elevada higroscopicidade (15). Estudos desenvolvidos por Cândido et al. (4) com bagaço de cana amonizado evidenciaram reduções nos teores de matéria seca do material tratado em relação à testemunha.

Os valores médios de proteína bruta (PB) na casca de café, com ou sem elevação de seu teor de umidade, submetidos a diferentes níveis de amônia anidra, são apresentados no Quadro 2. Pela análise de variância detectou-se efeito ($P < 0,01$) dos níveis de amônia e da interação níveis de amônia x teores de umidade, não se constatando efeito ($P > 0,01$) do teor de umidade.

Apesar de se observar incremento no teor de proteína bruta com a elevação das doses de amônia, o aumento do teor de umidade da casca de café revelou efeito ($P < 0,01$) somente na dose de 2,2% de amônia anidra (Quadro 2). Pelo estudo de regressão, conforme a técnica de identidade de

modelos, detectou-se resposta linear $\hat{Y} = 11,6836 + 4,50694^{**} N$ ($r^2 = 0,98$) com a adição de níveis crescentes de amônia nos teores de PB ($P < 0,01$).

QUADRO 2 - Teores médios de proteína bruta na casca de café, com baixa e alta umidade, submetida a diferentes níveis de amônia anidra					
Teores de umidade	Proteína bruta (% na MS)				Médias
	Níveis de amônia anidra				
	0,0	2,2	3,2	4,2	
Baixo	10,99a	21,45a	26,62a	30,34a	22,35
Alto	11,60a	23,24 b	25,90a	29,87a	22,65
Médias	11,29	22,34	22,26	30,10	22,50
Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste F, a 1% de probabilidade.					

Uma vez que o nitrogênio é retido por meio de uma reação da amônia com a água dos materiais e, ou, com uma reação de amonólise, a retenção de nitrogênio (RN) pode ser limitada pela quantidade de água no material (23) e pelo número de ligações ésteres suscetíveis à amonólise. Aumentos nos valores de PB, em decorrência do processo de amonização, são consistentes em diversos trabalhos de pesquisa. Todavia, a magnitude desses aumentos foi amplamente variável, o que pode ser atribuído a vários fatores, como doses de amônia aplicada, temperatura ambiente e qualidade e umidade inicial do material, dentre outros (23, 26).

Os dados relativos à retenção de nitrogênio (RN) na casca de café tratada com diferentes níveis de amônia e dois teores de umidade podem ser observados no Quadro 3. A análise de variância não detectou efeito ($P > 0,01$) dos níveis de amônia, do teor de umidade e da interação níveis de amônia anidra x teores de umidade.

Em estudos com palhada de trigo tratada com amônia anidra (1,5; 3,0; e 4,5%, base da MS) verificou-se RN de 89, 67 e 51%, respectivamente, observando-se também melhoria na retenção de nitrogênio quando o conteúdo de umidade da palhada foi elevado de 12 para 30% (23).

A exemplo do teor de proteína bruta, pelos resultados da maioria das pesquisas com material amonizado verificou-se grande variação nos valores de retenção de nitrogênio, o que pode ser atribuído aos mesmos fatores

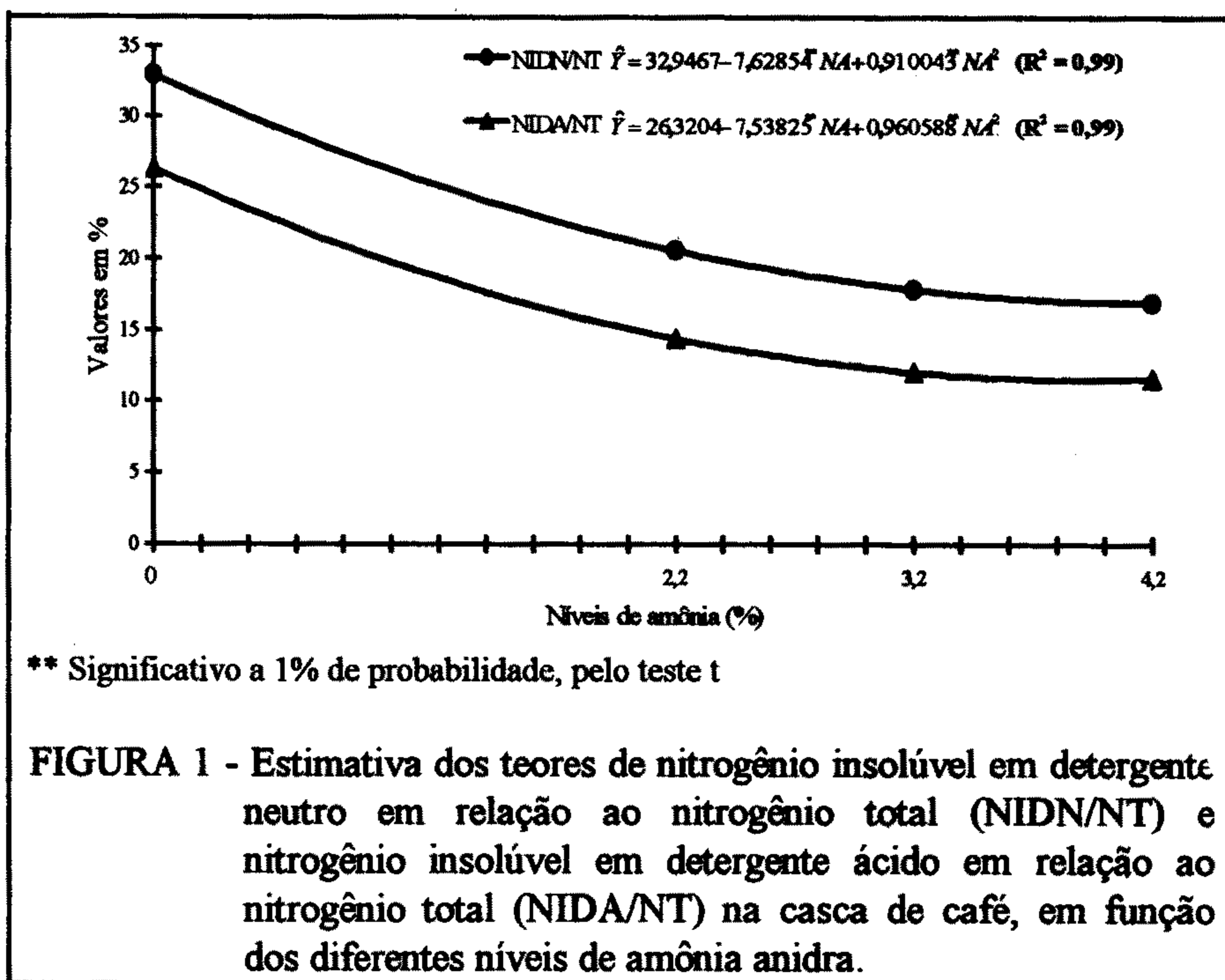
relacionados aos aumentos nos teores de PB, como doses de amônia aplicadas e qualidade e umidade iniciais do material, dentre outros.

Os dados relativos aos teores de NIDN e NIDA, em relação ao nitrogênio total NIDN/NT e NIDA/NT, respectivamente, são apresentados no Quadro 3. A análise de variância detectou efeito dos níveis de amônia para o NIDN/NT e NIDA/NT, não se constatando efeito ($P > 0,01$) do teor de umidade e da interação níveis de amônia x teores de umidade em ambas as variáveis.

QUADRO 3 - Médias de retenção de nitrogênio (RN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro em relação ao nitrogênio total (NIDN/NT) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao nitrogênio total (NIDA/NT) na casca de café submetida a diferentes níveis de amônia anidra					
Componentes	Níveis de amônia anidra (%)				Médias
	0,0	2,2	3,2	4,2	
RN (%)	-	96,37	94,02	89,12	93,17
NIDN/NT (%)	33,07	19,13	19,00	16,52	21,93
NIDA/NT (%)	26,36	14,11	12,42	11,45	16,09

Um ponto importante a ser destacado refere-se ao alto teor de NIDN/NT (33,07%) e NIDA/NT (26,36%) encontrado na casca de café não-tratada. De modo geral, os volumosos e subprodutos agrícolas apresentaram alto teor de nitrogênio ligado a componentes da parede celular. Valores de 64,4% de NIDN/NT e 58,9% de NIDA/NT em fenos de gramíneas, em estágio de maturação das sementes, foram registrados por Reis et al. (20). Os altos valores dessas frações nos volumosos, em geral, constituem-se em um problema, uma vez que, além de conterem baixo conteúdo de nitrogênio, a presença dessas formas indicam baixo aproveitamento do nitrogênio pelos microrganismos do rúmen (11, 28).

No estudo de regressão, constatou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de amônia sobre os valores de NIDN/NT e NIDA/NT (Figura 1), estimando-se valores mínimos de 16,96 e 11,53% nos níveis de 4,19 e 3,92% de amônia anidra para as respectivas variáveis.



Estimando-se a quantidade de nitrogênio disponível ($ND = NT - NIDA$), verificaram-se valores médios de ND de 1,33; 3,07; 3,67; e 4,25 nas doses de 0,0; 2,2; 3,2; e 4,2% de amônia anidra, respectivamente. Isso demonstra que a adição de nitrogênio não-protéico, por meio do tratamento com amônia anidra, causou diluição do conteúdo de NIDN e NIDA, aumentando a quantidade de N disponível para a síntese de proteína microbiana. Resultados semelhantes foram registrados por Reis et al. (20). Segundo estes autores, a aplicação de amônia anidra trouxe efeitos positivos sobre a fração nitrogenada dos volumosos testados, havendo maior disponibilidade de nitrogênio solúvel.

Diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, Lines e Weiss (12), ao tratarem feno de alfafa (16% de umidade) com 2% de amônia anidra, por um período de três semanas, verificaram que o valor de NIDN/NT aumentou de 15 para 30,8% e o teor de NIDA/NT permaneceu constante. Já Paiva et al. (16), utilizando palhada de milho amonizada com 0, 2 e 4% de amônia anidra, relataram que o teor de NIDA/NT aumentou com a elevação das doses. Estes autores observaram também correlação positiva ($r = 0,71$; $P < 0,01$) entre os teores de nitrogênio total e NIDA/NT, indicando que parte do nitrogênio adicionado à palhada de milho ligou-se covalentemente a algum constituinte da parede celular.

A análise de regressão revelou efeito quadrático ($P < 0,01$) na fração FDN, estimando-se máximo valor (52,28%) para o nível de 2,19% de amônia anidra, segundo a equação de regressão $\hat{Y} = 49,6046 + 1,4525^{**} NA - 0,3335^{**} NA^2$ ($R^2 = 0,98$). O aumento no conteúdo da FDN em materiais amonizados pode ser explicado, em parte, pelo nitrogênio proveniente da amônia que fica retido na parede celular na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (12), conforme constatado no presente estudo.

Resultados diferentes ao deste estudo foram relatados por Garcia et al. (7), que registraram menor teor de FDN (64,4%) na casca de café tratada com 4% de uréia e 1% de grão de soja moído quando comparado ao valor de FDN (70,5%) da casca de café *in natura*. A redução no teor de FDN dos volumosos submetidos a amonização, na maioria das vezes, é devido a uma solubilização parcial da hemicelulose (15, 17).

Pela análise de regressão não detectou efeito ($P > 0,01$) dos níveis de amônia anidra sobre teores de FDA, hemicelulose, celulose e lignina, estimando-se médias de 35,70; 14,7; 22,86; e 12,33% para as respectivas variáveis.

Em vários trabalhos, como os de Lines et al. (12) e Rosa et al. (22), também não foi detectado efeito da amonização sobre os teores de FDA, celulose e lignina. Segundo Sundstøl e Coxworth (26), os produtos alcalinos, como a amônia anidra, solubilizam a hemicelulose e, normalmente, não causam a hidrólise da celulose e lignina.

Em outros trabalhos, relatou-se diminuição no conteúdo de FDA (9) e lignina (20), enquanto outros apresentaram aumentos nas frações FDA, celulose e, ou, lignina (14, 19).

Os aumentos nos conteúdos de FDA, celulose e lignina, observados nesses trabalhos, geralmente estão associados à solubilização de um ou mais constituintes da parede celular e ao fato de os resultados obtidos serem expressos em termos percentuais da matéria seca, o que resulta em aumentos relativos nas frações não-solubilizadas durante o tratamento. Esses aumentos podem ocorrer, ainda, devido à reação de Maillard e ao aumento do nitrogênio ligado à fração FDA em forragens amonizadas (28).

Em decorrência de o teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido ter aumentado em função dos níveis de amônia aplicados, poderia ser esperado aumento no conteúdo de FDA e lignina, fato esse não observado. Resultados semelhantes foram verificados por Reis et al. (21), em estudos com outros volumosos amonizados.

Ao submeter os valores da DIVMS e DIVFDN à análise de variância, não se detectou efeito do nível de amônia anidra e do teor de

umidade, bem como da interação de níveis de amônia x teores de umidade. No Quadro 4 são apresentados as médias da DIVMS na casca de café sem ou com elevação do teor de umidade, submetida a diferentes níveis de amônia anidra.

QUADRO 4 - Médias da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) submetidas a diferentes níveis de amônia anidra					
Componentes	Níveis de amônia anidra (%)				Médias
	0,0	2,2	3,2	4,2	
DIVMS	60,06	59,30	59,22	60,00	59,52
DIVFDN	29,59	29,01	28,03	28,84	28,90

Pela análise de regressão não se detectou efeito ($P > 0,01$) dos níveis de amônia nessas variáveis. Apesar de a amonização ter provocado aumento considerável no teor de proteína bruta e diminuição na relação de NIDN/NT e NIDA/NT na casca de café, essas mudanças não foram suficientes para melhorar a DIVMS da casca de café, cujo teor médio geral foi de 59,52%.

A amonização também não melhorou a DIVFDN, o que pode ser explicado, em parte, pela ineficiência da amônia agindo sobre os constituintes da parede celular da casca de café. Já os baixos valores da DIVFDN encontrados nesse resíduo parecem estar associados, entre outros, aos altos teores de lignina presentes na sua fração fibrosa. A lignina é um dos principais fatores que podem limitar a digestão dos polissacarídeos da parede celular (10).

Aumentos na DIVMS de volumosos tratados com amônia anidra ou uréia, relatados em diversos trabalhos, são relacionados, geralmente, a um aumento no teor de nitrogênio total e diminuição no conteúdo da fibra em detergente neutro e hemicelulose. Esses fatores, juntos, trazem melhor atividade dos microrganismos do rúmen, em razão do acréscimo da disponibilidade de energia e de compostos nitrogenados, os quais podem influenciar positivamente a elevação da digestibilidade dos volumosos e subprodutos em geral (17, 21).

Nem sempre a amonização tem causado aumentos na digestibilidade de forragens e, ou, subprodutos da agroindústria, o que está diretamente relacionado com o método empregado, as condições ambientais e o tipo e qualidade inicial do material utilizado. Os efeitos da amonização são mais pronunciados em materiais que tenham baixa qualidade inicial em

comparação com aqueles de maior valor nutritivo, podendo variar para uma mesma espécie entre os diferentes cultivares (13, 18).

CONCLUSÕES

1) A amonização eleva os teores de proteína bruta e diminui os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido na casca de café, melhorando a composição químico-bromatológica. Todavia, a elevação do teor de umidade da casca de café não melhora a retenção do nitrogênio adicionado pela amônia anidra.

2) Os constituintes da parede celular, excetuando a fibra em detergente neutro, não são alterados pela amonização e elevação do teor de umidade da casca de café.

3) A digestibilidade da casca de café não é melhorada pela amonização.

REFERÊNCIAS

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, 59:3-49, 1999.
2. BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. & HERTEL, J.M. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) hay. *J. Anim. Sci.*, 54:173-7, 1982.
3. CAIELLI, E.L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. *Informe Agropecuário*, 10(119):36-8, 1984.
4. CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. & PIMENTEL, J.C.M. Amonização do bagaço de cana-de-açúcar. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. *Anais, Botucatu, SBZ*, 1998. p. 424-6.
5. FAO. *Production Yearbook*, 51(142):174, 1997. (FAO Statistics Series, 142).
6. FERREIRA, J.J.; SALGADO, IG.F. & MARQUES NETO, J. Terminação de bovinos em confinamento: maior produtividade e abastecimento de carne. *Informe Agropecuário*, 13(153/154):83-7, 1987.
7. GARCIA, I.F.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C. & BARBOSA, C.M.P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. *R. Bras. Zoot.*, 29:564-72, 2000.
8. GARCIA, R. & NEIVA, J.N. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. In: Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, 5, 1994, Salvador. *Anais, Salvador, Bureau*, 1994. p.41-61.
9. HAL, N.V. & SINGH, G.P. Effect of ammoniation through urea treatment of oat straw on the rumen degradability of fibre. *Indian J. Dairy Sci.*, 47:176-80, 1994.
10. JUNG, H.G. & ALLEN, M.S. Characteristics of plant walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73:2774-90, 1995.
11. LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M. & VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 57:347-58, 1996.

12. LINES, L.W. & WEISS, W.P. Use of nitrogen from ammoniated alfalfa hay, urea, soybean meal, and animal protein meal by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 79:1992-9, 1996.
13. MALES, J.R. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 65:1124-30, 1987.
14. NEIVA, J.N.M.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C.; PIRES, A.J.V. & PEREIRA, O.G. Características químicas da silagem e do rolão de milho amonizados. *R. Bras. Zoot.*, 27:461-5, 1998.
15. PAIVA, J.A.J. Níveis de amônia anidra, períodos de amonização e de aeração sobre a composição químico-bromatológica e a degradabilidade "in situ" da palhada de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, UFV, 1992. 162p. (Tese de doutorado).
16. PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; UEIROZ, A.C. & REGAZZI, A.J. Efeitos dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores de compostos nitrogenados e retenção de nitrogênio na palhada de milho. *R. Soc. Bras. Zoot.*, 24:673-81, 1995.
17. PIRES, A.J.V. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento. Viçosa, UFV, 2000. 65p. (Tese de doutorado).
18. RAHAL, A.; SINGH, A. & SINGH, M. Effect of urea treatment and composition on, and prediction of nutritive value of rice straw of different cultivars. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 68:165-82, 1997.
19. REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. & BONJARDIM, S.R. Amonização de resíduos de culturas de inverno. *R. Soc. Bras. Zoot.*, 22:787-93, 1993.
20. REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. & RUGGIERI, A.C. Procedimentos analíticos para prever a eficiência da amonização. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais, Botucatu, SBZ, 1998. p.137-9.
21. REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; RUGGIERI, A.C. & PEREIRA, J.R.A. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de feno de gramíneas tropicais. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais, Botucatu, SBZ, 1998. p.563-5.
22. ROSA, B.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T.; KRONKA, S.N. & JOBIM, C.C. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. *R. Bras. Zoot.*, 27:815-22, 1998.
23. SCHNEIDER, M. & FLACHOWSKY, G. Studies on ammonia treatment of wheat straw : effects of level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 29:252-64, 1990.
24. SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1990. 165p.
25. SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S.C. & PAULINO, M.F. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. *Rev. Bras. Zootec.*, 30:983-91, 2001.
26. SUNDSTØL, F. & COXWORTH, E.M. Amonia treatment. In: Sundstøl, F. & Coxworth, E.M.(eds.). Straw and other fibrous by products as feed. Amsterdam, Elsevier, 1984. p.196-247.
27. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, 1997. 150p. (Manual do usuário).
28. VAN SOEST, P.J. & MASON, V.C. The influence of Mallard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 32:45-53, 1991.