

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE ÁGUA E DE URÉIA SOBRE A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA PALHA DE ARROZ¹

ROSSALA FADEL², BENEVAL ROSA³, ITAMAR PEREIRA DE OLIVEIRA⁴ E JOÃO DANIEL DE SOUZA OLIVEIRA⁵

1. Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora e apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da EV/UFG.

2. Zootecnista (rossala_fadel@hotmail.com).

3. Professor do Departamento de Produção Animal da UFG (beneval@vet.ufg.br).

4. Pesquisador. Doutor da Embrapa Arroz e Feijão (itamar@cnpaf.embrapa.br).

5. Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição bromatológica da palha de arroz submetida a diferentes doses de uréia e água, em que se utilizou um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com 20%, 30% e 40% de água e 2%, 4% e 6% de uréia fertilizante com base na matéria seca. Verificou-se interação significativa ($P < 0,05$) entre água e uréia adicionadas para os teores médios de proteína bruta (PB). A adição de 4% e 6% de uréia e 20% e 30% de umidade permitiu maiores reduções ($P < 0,05$)

nos teores médios de fibra em detergente neutro (FDN). Foi observado que 4% e 6% de uréia e 40% de água permitiram maiores reduções nos teores médios de fibra em detergente ácido (FDA). Foram observadas maiores reduções de hemicelulose com a interação ($P < 0,05$) 2% e 4% de uréia com 20% e 30% de água. Concluiu-se que com a adição de 4% de uréia e 30% de água houve um aumento dos teores médio de PB e proporcionaram maiores reduções nos teores médio de FDA, FDN e hemicelulose na palha de arroz.

PALAVRAS-CHAVE: Amonização, análises bromatológicas, FDN, proteína, uréia.

SUMMARY

EVALUATION OF DIFFERENT WATER AND UREA PROPORTION ON THE BROMATOLOGIC COMPOSITION OF RICE STRAW

This experiment evaluated the nutritional composition of rice straw submitted to the different urea doses and water, by using a completely randomized experimental design in factorial combination of 20, 30 and 40% of water and 2, 4 and 6% of urea fertilizer on basis of the dry matter. Significant interaction was verified ($P < 0.05$) among water and urea added for medium crude protein content. By the addition of 4 and 6% of urea and 20, 30% of moisture reduced ($P < 0.05$) in the NDF (neutral fiber in detergent)

content. It was observed that 4 and 6% of urea and 40% of water reduced the of ADF (acid fiber detergent) contents. Highest hemicelulose reductions were observed with the interaction ($P < 0.05$) of 2 and 4% of urea with 20 and 30% of water. The addition of 4% of urea and 30% of water increased the CP (crude protein) content, and provided highest reductions on the ADF, NDF and hemicelulose contents of the rice straw.

KEY WORDS: Ammonia, bromatologic analyses, NDF, protein, urea.

INTRODUÇÃO

O volume de resíduos produzidos pela lavoura orizícola em todo o território brasileiro,

quantitativamente, representa um grande potencial de alimento para os ruminantes. A palha de arroz tem sido pouco usada na dieta animal, uma vez que

sempre foi considerada como material fibroso de baixo valor nutritivo.

A palha de arroz assemelha-se ao feno de capim colhido em estágio avançado de crescimento (GONÇALVES & SOCCOL, 1997) e pode ser utilizado de várias maneiras pelos animais: *in natura*, ensilado, inteiro, moído e tratado com álcali. Apresenta baixo coeficiente de digestibilidade, dados o alto teor de parede celular lignificada e o baixo conteúdo de nitrogênio. Para maximizar a utilização desse resíduo, há necessidade de se fornecer alimento complementar e/ou adotar técnicas capazes de elevarem seu valor nutritivo.

Atualmente, tem-se observado que com algum enriquecimento com proteína e sais minerais ou submetida a tratamentos físicos, químicos ou biológicos, a palha de arroz pode tornar-se um importante suplemento na alimentação animal.

Um das alternativas é o tratamento químico com uréia, que reduz as barreiras físicas e químicas da digestão da parede celular, bem como incrementa o conteúdo de nitrogênio da palha (DAMASCENO, 1992). A utilização da uréia, como fonte de amônia, é uma tecnologia simples, de fácil execução no tratamento de subprodutos agroindustriais com altos teores de fibra, semelhantes à palha de arroz, no caso de torná-los mais aproveitáveis pelos ruminantes.

O efeito da amonização sobre a estrutura da fibra dos volumosos inclui a solubilização da hemicelulose e o aumento da digestão da celulose e da hemicelulose, em razão da expansão da fração fibrosa (JACKSON, 1977; KLOPFENSTEIN, 1978). A celulose se expande quando tratada com agentes alcalinos, o que reduz as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, que ligam moléculas de celulose. Parte da lignina e sílica é dissolvida durante a amonização, e as ligações intermoleculares do tipo éster entre o ácido urônico da hemicelulose e da celulose são também rompidas (VAN SOEST, 1994).

A amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, por meio de duas reações químicas, e a principal é a amonólise das ligações do tipo éster existente entre as cadeias de hemicelulose e entre os grupos de carboidratos ou moléculas de carboidratos e a lignina, resultando na formação de amidas. A hidrólise dessas ligações existentes entre moléculas

de carboidratos com outro carboidrato ou com a lignina também pode ocorrer. A outra reação é a hidrólise alcalina, resultante da ação do hidróxido de amônio (NH_4OH), formado em virtude da amônia anidra com a água contida na forragem (SUNDSTOL, 1984; SUNDSTOL & COXWORTH, 1984). Diante do baixo conteúdo e da fraca basicidade do hidróxido de amônio, resultante da alta afinidade entre a amônia e a água, a hidrólise alcalina tem menor participação no processo de amonização quando se trabalha com palhas, porquanto estas se apresentam com baixo conteúdo de água.

Com este trabalho avalia-se a composição bromatológica da palha de arroz submetida a diferentes doses de uréia e água adicionadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas dependências do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus II, localizado no município de Goiânia, GO, na região Sul do estado de Goiás, com latitude sul de $16^{\circ}40'22''$, longitude de $49^{\circ}15'29''$ a oeste de Greenwich, apresentando uma altitude média de 730 m (BRASIL, 1969). A temperatura média é de $29,90^{\circ}\text{C}$, com máxima de $29,40^{\circ}\text{C}$ e com mínima de $15,20^{\circ}\text{C}$, umidade relativa média de 71,50%, precipitação pluviométrica média anual de 1.487,2 mm e insolação total de 2.645,7 horas (BRASIL, 1969).

A palha de arroz utilizada foi proveniente de uma lavoura implantada em solo de textura média, com saturação em bases de 60%. A adubação consistiu nas aplicações de 250 kg/ha da fórmula 4-30-16+zinco no plantio (16/1/2000), de 200 kg/ha de sulfato de amônio, em cobertura, 45 dias após o plantio. A variedade utilizada foi a Guaíra, com taxa de semeadura de 100 sementes/metro linear. Aplicou-se herbicida pré-emergente para o controle das ervas daninhas.

A colheita do arroz foi realizada em 28 de abril de 2000, e a palha permaneceu na lavoura por 24 horas após o corte, realizado com ceifadeira de barra lateral. Utilizou-se uma bateadeira estacionária para a colheita dos grãos, e a palha foi enfardada

com uso de trator. Obtiveram-se fardos de 90 cm de comprimento, com 40 cm de largura e 30 cm de altura e com peso médio de 9,50 kg, que foram armazenados em galpão ventilado até o dia da amonização.

O processo da amonização consistiu na colocação de 1 kg de matéria seca de palha de arroz dentro de um saco de polietileno de cor preta, e em seguida foram aplicados os respectivos tratamentos.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3x3. Os fatores 20%, 30% e 40% referem-se à quantidade aplicada de água e 2%, 4% e 6% à de uréia fertilizante (na base da matéria seca), de acordo com BANZATO & KRONKA (1989).

Posteriormente, os sacos foram fechados e permaneceram por 35 dias expostos ao meio ambiente. Decorridos 35 dias, os sacos foram abertos e, em seguida, colhidas amostras para a determinação dos teores de umidade. Logo após, ficaram expostos ao sol por dois dias, quando foram colhidas amostras de cada tratamento e colocadas em sacos plásticos vedados, identificados e levados para o laboratório, onde foram armazenadas em *freezer*. As amostras da palha de arroz, congeladas, foram moídas e colocadas em sacos plásticos identificados, para determinação da matéria seca (MS), do nitrogênio total (Nt), da FDN, da FDA e da hemicelulose, de acordo com as recomendações de SILVA (1999).

A análise de variância foi determinada utilizando-se o programa STAT da UNESP-Jaboticabal (1994), e a comparação das médias dos tratamentos deu-se pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bromatológica da palha de arroz, antes da amonização, apresentou a seguinte composição: MS (matéria seca) = 90,60%; PB (proteína bruta) = 6,30% na MS; FDN (fibra em detergente neutro) = 77,37% na MS; FDA (fibra em detergente ácido) = 46,80% na MS; hemicelulose = 30,56% na MS.

Observa-se, pelos dados da Tabela 1, que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre as proporções de água e de uréia adicionadas, em re-

lação aos teores médios de matéria seca (MS) da palha de arroz, dois dias após a abertura dos sacos de polietileno.

No entanto, houve redução ($P < 0,05$) dos teores médios de MS da palha com o aumento da proporção de água adicionada (Tabela 1). Amostras que receberam 40% de água apresentaram teores médios de MS menores (82,19%) do que aquelas nas quais foram adicionadas 20% de água (87,42%). Entretanto, não foi possível reconstituir a umidade prevista de 20%, 30% e 40%, em todos os tratamentos. Uma hipótese é a possível perda de água através da porosidade dos sacos de polietileno, pois, no momento de sua abertura, as amostras apresentaram teores médios de MS de 81,45%, 75,50% e 75,77%, respectivamente, para a adição de 20%, 30% e 40% de água, e de 73,13%, 78,77% e 80,69% para a adição de 2%, 4% e 6% de uréia, com base na MS da palha, respectivamente.

ROSA et al. (2000) e GRAZIANI et al. (2001) também não conseguiram obter a reconstituição da umidade de 20%, 30% e 40% utilizando metodologia semelhante ao deste trabalho.

TABELA 1. Médias dos teores de matéria seca (%) da palha de arroz nos diferentes tratamentos. Goiânia, GO, 2000.

Uréia (%)	Água (%)			Médias (%)
	20	30	40	
2	88,38*	85,64	83,18	85,73 ^A
4	87,12	85,42	80,90	84,47 ^A
6	86,76	85,53	82,49	84,93 ^A
Médias	87,42 ^a	85,53 ^b	82,19 ^c	

C.V. (%)=1,30

* Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, indicam que não houve diferença entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre as proporções de água e uréia adicionadas para os teores médios de proteína bruta (PB) da palha de arroz (Tabela 2).

TABELA 2. Interação estatística para os teores proteína bruta (% na MS) da palha de arroz nos diferentes tratamentos. Goiânia, GO, 2000.

Uréia (%)	Água (%)		
	20	30	40
2	10,20Ca*	10,93Ca	10,29Ca
4	15,36Bb	16,56Ba	11,46Bc
6	19,82Aa	18,22Ab	16,80Ac
C.V. (%) = 3,61			

*Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, indicam que não houve diferença entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Observa-se, pelos dados da Tabela 2, que os teores médios de PB aumentaram ($P < 0,05$) com as proporções crescentes de uréia adicionadas. Esse comportamento é normal nos trabalhos de amonização de volumosos de baixa qualidade, com aumentos de cerca de 6,00 pontos percentuais nos teores médios de PB das forragens amonizadas. REIS (1997), avaliando o efeito da amônia anidra e da uréia para tratamento de volumosos de baixo valor nutritivo, observou a elevação dos teores dos compostos nitrogenados, fato explicado pelo aumento do nitrogênio total (Nt) dos produtos usados. De maneira geral, os valores de N podem ser aumentados de 0,8 a 1,0 unidade percentual pela amonização com uréia (BERGER et al., 1994).

O maior teor médio de PB no tratamento em que se utilizaram 6% de uréia e 20% de água foi, possivelmente, consequência da baixa atividade da urease ou do baixo teor de umidade da palha, o que resultou em alto teor de nitrogênio não-protéico vindo da uréia, em virtude da pequena perda de N na forma de amônia. Resultados semelhantes foram observados por RAMANA & KRISHNA (1990), avaliando doses crescentes de água e de uréia na amonização de volumosos de baixa qualidade.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os teores médios de FDN nas diferentes proporções de água e de uréia adicionadas nos diferentes tratamentos (Tabela 3).

TABELA 3. Interação estatística para os teores de fibra em detergente neutro (% na MS) da palha de arroz nos diferentes tratamentos. Goiânia, GO, 2000.

Uréia (%)	Água (%)			Médias (%)
	20	30	40	
2	75,49	76,57	79,66	77,27 a
4	74,21	74,20	77,83	75,74b
6	74,05	75,92	77,26	75,26b
Médias	74,58b	75,56b	78,10 ^a	
C.V. (%) = 1,50				

*Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, indicam que não houve diferença entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Observa-se, pelos dados da Tabela 3, que com a adição de 4% e 6% de uréia e 20% e 30% de umidade ($P < 0,05$) os teores médios de FDN da palha amonizada foram menores respectivamente. No entanto, com a adição de 20% e 30% de água ocorreram as maiores reduções ($P < 0,05$) nos teores médios de FDN (74,58% e 75,56%), respectivamente.

É importante considerar que os volumosos não respondem de maneira uniforme ao processo de amonização. Geralmente, tem sido demonstrado que aqueles alimentos de mais baixa qualidade inicial têm maior resposta ao tratamento com uréia (SUNDSTOL & COXWORTH, 1984). Além disso, fatores tais como o conteúdo de umidade e a atividade ureática proveniente da planta exercem influência acentuada na resposta à aplicação de uréia (WILLIAMS et al., 1984; DOLBERG, 1992).

Possivelmente, neste estudo, a utilização de 2% de uréia pode ter resultado em menor liberação de amônia para atuar na fração fibrosa da palha amonizada em relação à adição de 4% e 6% de uréia. É possível que a hidrólise da uréia não tenha sido suficiente para que o processo da quebra das ligações intermoleculares do tipo éster, entre a hemicelulose e a celulose, e das pontes de hidrogênio, fosse tão eficiente, provocando, portanto, menor redução dos teores médios de FDN da palha

amonizada em relação à adição de 4% e 6% de uréia.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre as proporções de água e de uréia adicionadas em relação aos teores médios de FDA da palha tratada (Tabela 4), e a adição de 6% de uréia com 20% e 30% de água e 4% e 6% de uréia com 40% de água permitiu as maiores ($P < 0,05$) reduções nos teores médios de FDA. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por GRAZIANI et al. (2001).

TABELA 4. Interação estatística para os teores de fibra em detergente ácido (% de FDA na MS) da palha de arroz nos diferentes tratamentos. Goiânia, GO, 2000.

Uréia (%)	Água (%)		
	20	30	40
2	46,86 Ab	47,36 Ab	48,92 Aa
4	47,17 Aa	47,13 Aa	47,50 Ba
6	44,19 Bb	43,92 Bb	47,33 Ba
C.V. (%) = 4,06			

*Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, indicam que não houve diferenças entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Encontra-se, na literatura, grande variação de resultados quanto ao conteúdo de FDA, de celulose e de lignina, em diferentes espécies forrageiras, como consequência do tratamento com NH_3 ou uréia (MELLO, 1992; ROSA et al., 2000).

É importante lembrar que a FDA está diretamente relacionada com a digestibilidade da MS, na qual a lignina limita a digestão da parede celular (RODRIGUES, 1998). Assim, alimentos com altos teores de FDA possuem baixa digestibilidade, e alimentos com altos teores de FDN limitam o consumo.

Pode-se observar, pelos dados da Tabela 5, que houve interação significativa ($P < 0,05$) entre as proporções de água e de uréia adicionadas quanto aos teores médios de hemicelulose.

TABELA 5. Médias dos teores de hemicelulose (% na MS) da palha de arroz nos diferentes tratamentos. Goiânia, GO, 2000.

Uréia (%)	Água (%)		
	20	30	40
2	28,63 Aa	29,21 Ba	30,74Aa
4	27,04 Bb	27,07Bb	29,88Aa
6	29,86 Aa	32,01Aa	29,93Aa
C.V. (%) = 4,06			

*Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, indicam que não houve diferenças entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

A adição de 2% e 4% de uréia juntamente com 20% e 30% de água promoveu as maiores reduções nos teores médios de hemicelulose da palha de arroz. Embora tenha ocorrido redução dos teores médios de hemicelulose em relação à palha não-tratada (30,56%), esta não foi tão significativa, o que pode ser explicado, possivelmente, pelo fato de a hemicelulose ter sido calculada pela diferença (FDN-FDA) e não terem ocorrido diferenças tão acentuadas entre os teores médios de FDN e de FDA.

Não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) nos teores médios de hemicelulose com a adição de 20%, 30% e 40% de água e com a adição de 2% e 6% de uréia. Possivelmente, nesse caso, os resultados não foram tão satisfatórios em virtude de uma baixa hidrólise da uréia para 2% ou da formação de NH_4OH com 6% de uréia, que favorece a reação da hidrólise alcalina, que tem menor participação no processo de amonização.

No entanto, as revisões de SUNDSTOL et al. (1978) e SUNDSTOL (1984) mostram que os resultados da amonização sobre os teores de FDA, de celulose, hemicelulose e lignina têm sido variáveis. Resultados de pesquisas têm mostrado aumentos, reduções ou nenhuma alteração nos teores de FDA, de celulose e de lignina.

CONCLUSÃO

No presente trabalho, o tratamento com uréia foi mais importante que a quantidade de água para alterar a composição bromatológica da palha de arroz.

Recomenda-se avaliar esses tratamentos pela digestibilidade *in vitro* ou *in situ* visando encontrar uma melhor combinação de quantidade de água e uréia para o tratamento da palha de arroz.

REFERÊNCIAS

- BANZATO, A. D.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normais climatológicas**. 3 ed. Rio de Janeiro: MA, 1969. 99p.
- BERGER, L. L.; FAHEY JUNIOR, G. C.; BOUQUIM, L. O. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY JUNIOR, G. C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.922-966.
- DOLBERG, F. Progressos na utilização de resíduos de culturas tratadas com uréia-amônia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. Lavras, 1992. **Anais...** Lavras:ESAL, 1992. p.322-337.
- DAMASCENO, J. C. **Efeito dos níveis e forma de aplicação da uréia e da inclusão de fontes de urease sobre a qualidade da palha de trigo**. 1992, 119p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GONÇALVES, F. B. M.; SOCCOL, A. G. F. **Alimentação animal com resíduos de arroz**. Brasília: EMBRAPA, 1997. 69p.
- GRAZIANI, G. R.; ROSA, B.; GRANDSIRE, C. Composição química do resíduo de beneficiamento de algodão (*Gossypium hirsutum*) tratado com diferentes quantidades de uréia e água adicionadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.10-74-1075.
- JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.
- KLOPFENSTEIN, T. J. Chemical treatment of crops residues. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, n. 3, p. 841-848, 1978.
- MELLO, M. V. **Efeito da amonização sobre a qualidade do capim-elefante c.v. Taiwan A-148 colhido no estágio de pós-florescimento**. 1992. 29p. Trabalho (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal.
- RAMANA, J. V.; KRISHNA, N. Chemical composition of perlmillet straw during ammoniation. **Indian Journal of Animal Sciences**, Rajendranagar, v. 60, n. 4, p. 496-497, 1990.
- REIS, R. A. **Avaliação da amônia anidra e da uréia para tratamento de volumosos de baixo valor nutritivo**. 1997, 81p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária UNESP, Jaboticabal.
- RODRIGUES, M. T. Uso da fibra em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 4., Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa:UFV, 1998. p. 139-172.
- ROSA, B.; SOUZA, H.; RODRIGUES, K. F. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tratado com diferentes proporções de uréia e água. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 2, jul.-dez. 2000.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFMG, 1999. 165p.

SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E. M.; MOWAT, D. N. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento com amoníaco. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, v. 26, n. 1, p. 13-21, 1978.

SUNDSTOL, F. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 173-187, 1984.

SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E. M. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. **Straw and others fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. p. 196-247.

WILLIAMS, P. E. V.; INNES, G. M.; BREWER, A. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. II. Addition of soya bean (urease), sodium hydroxide and molasses, effects on the digestibility of urea-treatment straw. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 11, n. 2, p. 115-244, 1984.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.