

EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS SOBRE A PALHA DE ARROZ CONSERVADA NAS FORMAS SECA E ÚMIDA¹

GERALDO T. DOS SANTOS² e ÉNIO R. PRATES³

RESUMO - Foram estudados os efeitos de vários tratamentos químicos (NaCl, NaOH, KOH e Ca (OH)₂) nos níveis de zero, quatro e oito por cento da matéria seca sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da palha de arroz, submetida a duas formas de conservação: seca e úmida. Ambos os experimentos foram analisados em um delineamento completamente casualizado. De maneira geral, a composição química foi alterada de forma inconstante pelos tratamentos químicos. Não houve diferença em nenhuma das formas de conservação quanto à digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. O tratamento com NaCl não afetou ($P > 0,05$) a DIVMO da palha de arroz. No entanto, em ambos experimentos os álcalis testados foram efetivos ($P < 0,05$) em melhorar a DIVMO, cabendo ao NaOH a primazia de ser o álcali que melhor incremento causou na DIVMO.

Termos para indexação: digestibilidade.

EFFECT OF DIFFERENT CHEMICAL TREATMENTS ON THE RICE STRAW STORED DRIED OR SOAKED

ABSTRACT - The effect of four different chemical treatments (NaCl, NaOH, KOH and Ca (OH)₂), at three levels zero, four and 8% of dry matter (DM) was studied on the chemical composition and *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) of rice straw, submitted to two different forms of preservation: dry and soaked. Both experiments were analysed by a completely randomized design. The chemical treatments proved to have an inconsistent effect on the chemical composition of rice straw. Both forms of conservation had identical effects on the *in vitro* organic matter digestibility, but the treatment with NaCl did not affect ($P > 0,05$) the IVOMD of rice straw. On the other hand, the alkalis tested in both experiments were effective ($P < 0,05$) in improving the IVOMD, with NaOH being the most effective.

Index terms: digestibility.

INTRODUÇÃO

As palhas em geral constituem um alimento pobre para os ruminantes. Contêm, aproximadamente 80% de substância que são potencialmente digestíveis e portanto, representam fonte de energia. Porém, sua digestibilidade nos ruminantes é de apenas 45% a 50%, e a quantidade que um animal pode consumir por dia de matéria total se limita a menos de 2% do seu peso corporal (Prates & Lebouté 1980), em decorrência da lentidão com que este tipo de alimento é fermentado no rúmen. Por

consequente, ocorre uma ingestão de caloria que aporta pouca ou nenhuma energia excedente para o crescimento, trabalho ou produção (Jackson 1978b).

Por outro lado, tanto o valor nutritivo como o consumo máximo voluntário podem ser aumentados com tratamento químico e/ou físico (Jackson 1977, Cuthbert et al. 1978, Wilkinson & Gonzalez Santillana 1978, Rajan & Khan 1978, Garret et al. 1979, Cordesse et al. 1980, Gonzalez 1980a, b, Inglaterra. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 1984), porém, há uma grande variabilidade na eficácia do tratamento com os diferentes métodos usados. Conseqüentemente, mais pesquisas são necessárias para comparar a eficácia e a consistência dos vários métodos de tratamento das palhas.

O presente trabalho teve por finalidade, avaliar o valor nutritivo da palha de arroz tratada com diversos produtos químicos: hidróxido de sódio (NaOH), de potássio (KOH), de cálcio (Ca(OH)₂) e cloreto de sódio (NaCl), através de sua composi-

¹ Aceito para publicação em 29 de março de 1988
Parte da tese de Mestrado em Agronomia do 1º autor, Fac. de Agron. da UFRGS - área de concentração Zootecnia.

² Méd. Vet., M.Sc., Prof. Assistente, Dep. de Zoot., Univ. Estadual de Maringá, Caixa Postal 331, CEP 87100 Maringá, PR.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Adjunto, Dep. de Zoot., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 776, CEP 91500 Porto Alegre, RS.

ção química e digestibilidade *in vitro* e de verificar a melhor forma de conservação de palha tratada.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos com palha de arroz tratada com diferentes produtos químicos, após ter sido picada em partículas de tamanho de 1 cm a 3 cm, aproximadamente. O material foi homogeneizado, e com base na matéria seca da palha, adicionou-se a cada quilograma de MS, um litro de água (100°C) ou da solução (produto químico + água a 100°C).

Em seguida, homogeneizou-se a água ou a solução com a palha, manualmente, por aproximadamente cinco minutos.

Antes da secagem ou do armazenamento o material era deixado para reagir por duas horas, sendo então, secado em estufa por 48 horas a 55°C (Experimento I) ou acondicionados em sacos de polietileno do tipo criovac de dimensões de 55 cm x 25 cm, e deixados ao abrigo da luz por um período de 30 dias (Experimento II). Foram usados três repetições em cada experimento em um delineamento completamente casualizado.

Os tratamentos no experimento I, foram os seguintes:

- T₁ = Palha de arroz (testemunha)
- T₂ = Palha de arroz + água a 100°C
- T₃ = Palha de arroz + solução com 4% de NaCl a 100°C
- T₄ = Palha de arroz + solução com 8% de NaCl a 100°C
- T₅ = Palha de arroz + solução com 4% de NaOH a 100°C
- T₆ = Palha de arroz + solução com 8% de NaOH a 100°C
- T₇ = Palha de arroz + solução com 4% de KOH a 100°C
- T₈ = Palha de arroz + solução com 8% de KOH a 100°C
- T₉ = Palha de arroz + solução com 4% de Ca(OH)₂ a 100°C
- T₁₀ = Palha de arroz + solução com 8% de Ca(OH)₂ a 100°C.

Quanto ao experimento II, com exceção do tratamento 1, inexistente neste experimento, os demais foram idênticos aos do experimento I (neste caso então, a testemunha passou a ser a palha de arroz + água a 100°C).

Determinação da composição química

O conteúdo de matéria seca das amostras foi determinado por secagem em estufa a 105°C, durante 24 horas. A matéria orgânica foi determinada em mufla com temperatura de 550°C, por três horas. A fração nitrogenada da palha dos diversos tratamentos foi determinada pelo método Kjeldahl, segundo Association of Official Agricultural Chemists (1970). A percentagem de proteína bruta total foi calculada através da multiplicação da percentagem de

nitrogênio da amostra pelo fator 6,25. As determinações da parede celular (NDF), fibra em detergente ácido (ADF) e lignina foram feitas pelas técnicas de Soest (1963). A hemicelulose foi calculada pela diferença entre o conteúdo NDF e a ADF, e a celulose pelo conteúdo de ADF menos lignina (Gharib et al. 1975b).

Determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica

No ensaio de digestibilidade *in vitro* foi utilizado o método de Tilley & Terry (1963) de dois estágios, modificado por Moore & Mott (1970). As determinações de DIVMO foram feitas com cinco repetições (Experimento I) e duas repetições por sacos e três sacos por tratamento (Experimento II).

O pH da palha conservada úmida

O pH da palha úmida foi determinado tomando-se uma amostra de 10 g de cada saco após um período de 30 dias de armazenamento e colocada em um *beacker* de 250 ml e em seguida coberta com água destilada e agitada, deixando em repouso por 20 minutos e novamente agitada e realizada a leitura no potenciômetro.

Análise estatística

Os resultados de composição química e de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica dos diversos tratamentos foram submetidos à análise de variância usando-se um delineamento completamente casualizado e os contrastes entre as médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey (Markus 1973, Pimentel-Gomes 1978).

RESULTADOS

EXPERIMENTO I - PALHA DE ARROZ CONSERVADA SECA

Efeito do nível de produto químico sobre a composição química

Os dados de composição química das palhas antes e após tratamento químico e secagem são apresentados na Tabela 1.

Nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) foi observada entre as diversas análises efetuadas da palha *in natura* (sem tratamento) em comparação à palha + água a 100°C.

No entanto, ocorreu uma diminuição ($P < 0,05$) no conteúdo de proteína bruta da palha em virtude dos tratamentos, exceto para o NaCl a 4%. Observa-se que todos os tratamentos químicos ao

TABELA 1. Efeito de vários tratamentos químicos sobre a palha de arroz conservada na forma seca.

Constituinte	%	Tratamento			
		NaCl	NaOH	KOH	Ca (OH) ₂
Matéria Seca	0 ⁰	89,35 a	89,35 a	89,35 a	89,35 a
	0 ⁰⁰	90,98 a	90,98 a	90,98 a	90,98 a
	4	89,41 a	89,31 a	90,59 a	91,45 a
	8	89,05 a	88,00 a	89,63 a	91,23 a
Proteína Bruta	0	4,79 a	4,79 a	4,79 a	4,79 a
	0	4,81 a	4,81 a	4,81 a	4,81 a
	4	4,75 ab	4,48 b	4,06 c	4,40 b
	8	4,43 b	4,54 b	4,50 b	4,44 b
NDF	0	70,46 a	70,46 a	70,46 a	70,46 a
	0	66,93 ab	66,93 ab	66,93 ab	66,93 ab
	4	65,88 bcd	66,05 bc	66,56 b	67,42 ab
	8	62,75 cd	58,37 e	66,68 b	62,36 d
ADF	0	55,42 a	55,42 a	55,42 a	55,42 a
	0	54,25 abc	54,25 abc	54,25 abc	54,25 abc
	4	50,96 e	54,42 ab	53,01 cd	52,76 bcd
	8	50,49 e	50,50 e	53,67 bcd	50,56 e
ADL	0	4,73 a	4,73 a	4,73 a	4,73 a
	0	4,84 a	4,84 a	4,84 a	4,84 a
	4	4,71 a	4,57 a	4,30 a	4,21 a
	8	4,21 a	4,24 a	4,48 a	4,30 a
Hemicelulose	0	15,04 a	15,04 a	15,04 a	15,04 a
	0	12,69 a	12,69 a	12,69 a	12,69 a
	4	14,92 a	11,63 a	13,54 a	14,66 a
	8	12,26 a	7,87 a	13,00 a	11,80 a
Celulose	0	50,68 a	50,68 a	50,68 a	50,68 a
	0	49,71 ab	49,71 ab	49,71 ab	49,71 ab
	4	46,24 c	49,85 ab	48,70 b	48,54 b
	8	46,28 c	46,26 c	49,19 ab	46,53 c

NDF = Fibra em detergente neutro; ADF = Fibra em detergente ácido; ADL = Lignina em detergente ácido.

a, b, c, d, e Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%.

¹ Todos os níveis zero (0⁰) representam a palha de arroz *in natura* (Testemunha).

² Todos os níveis zero (0⁰⁰) representam a palha de arroz recebendo apenas água à 100°C.

nível de 8%, exceto o KOH, foram eficazes na redução da NDF ($P < 0,05$). Na medida em que se aumentava o nível de concentração do NaOH o conteúdo de NDF era reduzido. Os teores da ADF foram diminuídos somente pelos tratamentos com NaCl a 4% e 8%, NaOH a 8% e Ca (OH)₂ a 4% e 8%, enquanto que os teores de ADL não foram afetados pelos tratamentos químicos. Os álcalis (com exceção dos hidróxidos de sódio a 4% e de potássio a 4% e 8%) reduziram o conteúdo de ce-

lulose da palha de arroz ($P < 0,05$). No entanto, a hemicelulose ficou inalterada após os tratamentos, exceto o tratamento com NaOH a 8%.

Efeito do nível de produto químico sobre a digestibilidade *in vitro*

Os valores para a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da palha de arroz antes e após tratamento químico e secagem estão na Tabela 2 e Fig. 1.

TABELA 2. Efeito de vários tratamentos químicos sobre a palha de arroz conservada na forma seca - digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (média \pm erro padrão da média).

Constituinte	%	Tratamento			
		NaCl	NaOH	KOH	Ca(OH) ₂
DIVMO	0 ^o	45,98 f ($\pm 1,53$)	45,98 f ($\pm 1,53$)	45,98 f ($\pm 1,53$)	45,98 f ($\pm 1,53$)
	0 ^{oo}	51,91 def ($\pm 0,98$)	51,91 def ($\pm 0,98$)	51,91 def ($\pm 0,98$)	51,91 def ($\pm 0,98$)
	4	50,49 f ($\pm 1,96$)	62,21 ($\pm 1,46$)	56,84 bcd ($\pm 1,65$)	53,65 de ($\pm 0,98$)
	8	47,27 f ($\pm 1,62$)	73,85 a ($\pm 0,74$)	60,71 bc ($\pm 1,35$)	55,95 cde ($\pm 1,26$)

DIVMO = Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

a, b, c, d, e, f Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%.

¹ Todos os níveis zero (0^o) representam a palha de arroz *in natura* (Testemunha).

² Todos os níveis zero (0^{oo}) representam a palha de arroz recebendo apenas água à 100°C, sem produto químico.

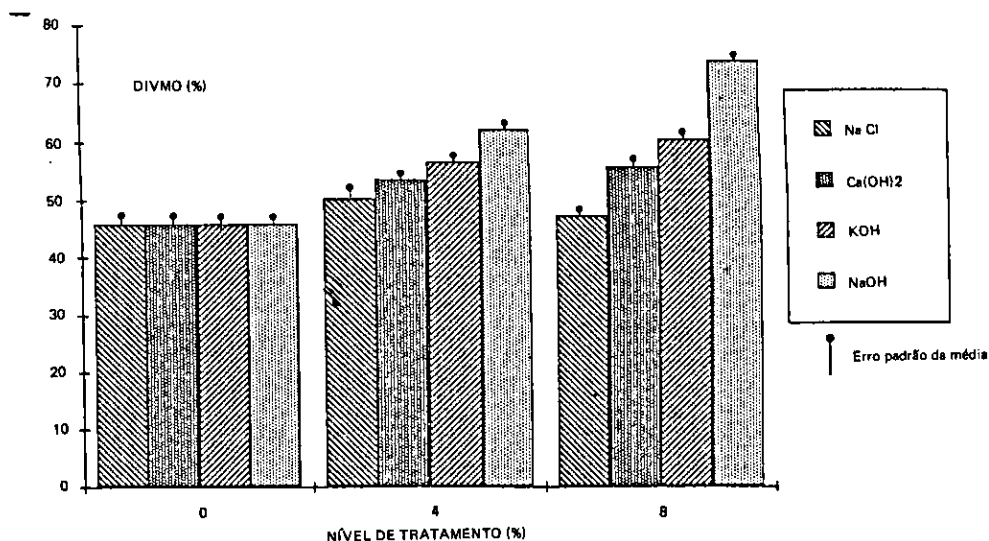


FIG. 1. DIVMO da palha de arroz conservada seca.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) melhorou com o aumento dos níveis de NaOH ($P < 0,05$), resultando um aumento respectivo de 16,23 e 27,87 unidades percentuais, superiores à testemunha. Os demais álcalis foram também eficazes ($P < 0,05$) embora tenham apresentado aumentos menores. O NaCl, independentemente do nível de concentração, foi ineficiente na melhoria da DIVMO.

EXPERIMENTO II - PALHA DE ARROZ CONSERVADA ÚMIDA

Efeito do nível de produto químico sobre a matéria seca e pH

A Tabela 3 apresenta os dados referentes à composição química e pH da palha de arroz antes e após tratamento químico.

Os percentuais de matéria seca das palhas con-

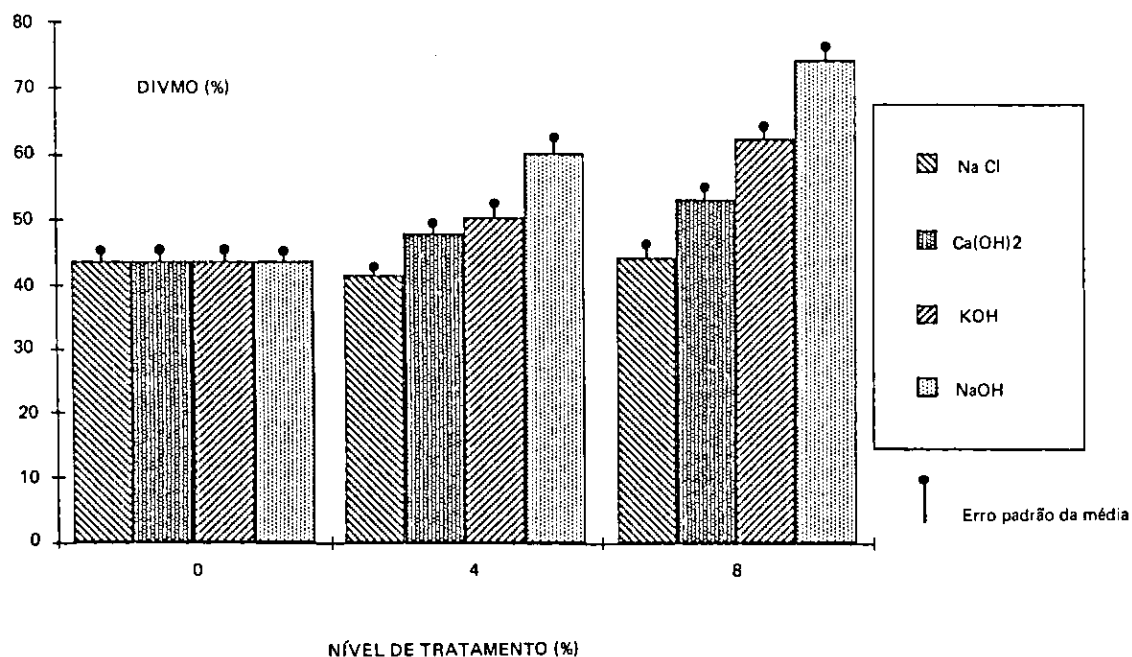


FIG. 2. DIVMO da palha de arroz conservada úmida.

servadas úmida foram idênticos, com exceção de valores inferiores registrados na palha tratada por NaCl a 4%. Quanto ao pH, aumentos significativos ($P < 0,05$) ocorreram com todos os tratamentos à base de álcalis.

Efeito do nível de produto químico sobre a composição química

Os teores de proteína bruta não foram influenciados pelos tratamentos químicos utilizados ($P > 0,05$), embora apresentando valores ligeiramente inferiores à palha não tratada. A NDF foi afetada por todos os tratamentos químicos. No entanto os que produziram maiores efeitos na redução de seus valores foram os álcalis de sódio e de cálcio e o NaCl, ambos na concentração de 8% ($P < 0,05$).

O mesmo ocorreu com ADF, onde os teores foram reduzidos por todos os tratamentos, quando utilizado o nível de concentração de 8% ($P < 0,05$). Todos os álcalis na concentração de 8% reduziram eficazmente o conteúdo de lignina da palha de

arroz ($P < 0,05$). Todos os tratamentos químicos ao nível de 8%, exceto o KOH, foram eficazes em diminuir significativamente ($P < 0,05$) o conteúdo de celulose da palha de arroz.

Por outro lado houve diminuição significativa do conteúdo de hemicelulose da palha de arroz ($P < 0,05$) pelos álcalis de sódio a 4% e 8% e de cálcio a 8%.

Efeito do nível de produto químico sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO)

Os dados da Tabela 4 mostram que com o aumento dos níveis de concentração dos álcalis houve um aumento na DIVMO ($P < 0,05$), excluindo-se o NaCl cujo aumento em relação a palha não tratada mostrou-se idêntico para os dois níveis de 4% e 8%. O tratamento da palha com NaOH a 8% (Fig. 2) é bastante superior aos demais tratamentos ($P < 0,01$).

DISCUSSÃO

As palhas são caracterizadas por digestibilidade, concentração energética e um teor de proteína

TABELA 3. Efeito de vários tratamentos químicos sobre a palha de arroz conservada na forma úmida.

Constituinte	%	Tratamento			
		NaCl	NaOH	KOH	Ca (OH) ₂
pH	0 ⁰	5,40 e	5,40 e	5,40 e	5,40 e
	4	5,00 e	9,10 b	7,60 d	8,00 cd
	8	5,10 e	10,40 a	8,60 bc	10,00 a
Matéria Seca	0	44,37 ab	44,37 ab	44,37 ab	44,37 ab
	4	47,22 ab	42,58 b	44,87 ab	46,43 ab
	8	49,42 a	45,94 ab	47,03 ab	49,53 a
Proteína Bruta	0	4,39 a	4,39 a	4,39 a	4,39 a
	4	4,24 a	4,35 a	4,19 a	4,29 a
	8	4,10 a	4,21 a	4,27 a	4,23 a
NDF	0	70,02 a	70,02 a	70,02 a	70,02 a
	4	64,24 bc	65,02 bc	66,89 ab	67,44 ab
	8	61,59 cd	59,25 d	64,30 bc	60,17 d
ADF	0	54,81 a	54,81 a	54,81 a	54,81 a
	4	52,64 bc	53,94 ab	54,08 ab	52,34 bc
	8	48,66 d	51,33 c	52,43 bc	50,77 c
ADL	0	5,17 a	5,17 a	5,17 a	5,17 a
	4	4,96 ab	4,65 ab	4,71 abc	4,63 abc
	8	4,31 c	4,54 bc	4,39 c	4,34 c
Hemicelulose	0	15,21 a	15,21 a	15,21 a	15,21 a
	4	11,60 abc	11,07 bcd	12,81 abc	15,09 ab
	8	12,93 abc	7,13 d	11,87 abc	9,41 cd
Celulose	0	49,65 a	49,65 a	49,65 a	49,65 a
	4	47,68 ab	49,29 a	49,37 a	47,71 ab
	8	44,35 c	46,79 b	48,05 ab	46,43 bc

NDF = Fibra em detergente neutro; ADF = Fibra em detergente ácido; ADL = Lignina em detergente ácido.

a, b, c, d, e Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%.

¹ Todos os níveis zero (0⁰) representam a palha de arroz recebendo apenas água à 100°C (Testemunha).

baixos além de seu baixo consumo pelos animais (Prates & Leboute 1980).

O valor nutritivo das palhas pode ser melhorado por tratamentos químicos. Estes tratamentos, destruindo o complexo lignocelulose, facilitam a ação das enzimas hidrolíticas (Cordesse et al. 1980).

Após 30 dias de conservação, os percentuais de matéria seca das palhas úmidas variam de 42,6% (palha tratada com NaOH a 4%) para 49,50% de palha tratada com Ca (OH)₂ a 8%.

Os aumentos significativos (P < 0,05) nos valores de pH da palha úmida ocorreram com todos os tratamentos à base de álcalis, sendo que o trata-

mento NaOH no nível a 4% foi o que registrou o mais elevado valor de pH (P < 0,05) em relação aos demais tratamentos neste mesmo nível. A palha tratada com NaCl a 4% e 8% tendeu a apresentar valores de pH semelhantes aos da testemunha. Para os demais tratamentos, com o incremento nos níveis de concentração dos produtos químicos, ocorreu um aumento de pH.

A diminuição do teor de proteína bruta da palha tratada na forma seca em função do tratamento químico, não foi registrado com a palha tratada e conservada na forma úmida. O teor de proteína bruta não foi afetado pelo tratamento químico

TABELA 4. Efeito de vários tratamentos químicos sobre a palha de arroz conservada na forma úmida - digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (média \pm erro padrão da média).

Constituinte	%	Tratamento			
		NaCl	NaOH	KOH	Ca (OH) ₂
	0 ^o	43,57 d ($\pm 0,55$)	43,57 d ($\pm 0,55$)	43,57 d ($\pm 0,55$)	43,57 d ($\pm 0,55$)
DIVMO	4	41,37 d ($\pm 0,37$)	60,30 b ($\pm 1,19$)	50,50 c ($\pm 1,02$)	47,93 c ($\pm 0,64$)
	8	44,21 d ($\pm 0,79$)	74,40 a ($\pm 1,02$)	62,34 b ($\pm 0,51$)	53,28 c ($\pm 0,49$)

DIVMO = Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

a, b, c, d Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5%.

¹ Todos os níveis zero (0^o) representam a palha de arroz que receberam apenas água à 100^oC (Testemunha).

quando conservada úmida. Dados semelhantes são relatados por Wignjosoesatro & Young (1976) mostrando que o teor protéico se manteve constante na palha de trigo tratada com uma mistura de NaOH e Ca(OH)₂. Por outro lado, sabe-se que muitos autores encontraram extensa remoção da proteína de materiais tratados com álcalis (Saxena et al. 1971, Guggolz et al. 1971, Carmona & Greenhalgh 1972, Anderson & Ralston 1973).

A diminuição do conteúdo de NDF da palha tratada, registrada nestes experimentos estão em acordo com os resultados de Hutauwatr et al. (1974) que notaram diminuição nos constituintes de NDF da casca de arroz com o aumento dos níveis de NaOH. No entanto, os resultados de Braman & Abe (1977) foram mais expressivos, quando a palha de trigo foi tratada com NaOH a 8%, reduzindo em 24,1 unidades percentuais de NDF.

Os resultados do presente trabalho concordam com os de Hutauwatr et al. (1974) que registraram diminuição nos constituintes de NDF da casca de arroz com o aumento dos níveis de NaOH. Os tratamentos das palhas de arroz com Ca (OH)₂ ou com KOH a 4%, conservadas nas formas seca ou úmida, foram os que apresentaram o menor efeito na redução de conteúdo de NDF, possivelmente em decorrência da baixa concentração e lenta reação destes produtos químicos.

O conteúdo de ADF da palha de arroz foi significativamente reduzido ($P < 0,05$) pelos tratamen-

tos NaCl, KOH, Ca(OH)₂ e NaOH a 8%, em ambos experimentos. Da mesma forma, Gharib et al. (1975a) relatam que o conteúdo da ADF da casca de choupo (*Populus tremuloides*) foi diminuída ($P < 0,05$) em virtude do tratamento com 9% e 12% de NaOH. Anderson & Ralston (1973) encontraram uma diminuição progressiva ($P < 0,05$) em ADF com o aumento dos níveis de NaOH (0%, 2%, 4% e 8%) para a palha de azevém.

Entretanto, os resultados obtidos neste experimento divergem dos obtidos por Islabão (1975) com a palha de arroz, capim-elefante e bagaço de cana-de-açúcar com diferentes níveis de NaOH. Este autor obteve aumento no teor de ADF na medida que aumentava o nível de álcali. A justificativa para tal aumento é creditada à perda de matéria seca durante a fase de lavagem dos materiais tratados.

Quanto ao conteúdo em lignina (ADL) da palha de arroz, não houve nenhuma modificação, ocasionada pelos tratamentos estudados quando o material foi conservado na forma seca. Resultados semelhantes são relatados por Ololade et al. (1970) que observaram que nos três tipos de volumosos estudados (caule de alfafa, palha de cevada e resteva de milho), tratados com NaOH, nenhuma modificação ocorreu quanto ao teor de lignina. Rounds et al. (1976) citam que o Ca(OH)₂ foi ineficaz como agente deslignificante e outros pesquisadores relatam também que o conteúdo de lignina geralmente não é reduzido pelo tratamento químico

(Klopfenstein et al. 1972, Rexen & Thomsen 1976). Porém Braman & Abe (1977), verificaram que o conteúdo de lignina da palha de trigo diminuiu ($P < 0,05$) com incremento dos níveis de NaOH. No entanto, quando a conservação ocorreu sob a forma úmida, todos os tratamentos químicos a 8% foram eficazes em reduzir significativamente ($P < 0,05$) o conteúdo de lignina (ADL) da palha de arroz.

Conforme constatação de Willis et al. (1980) o tratamento da palha de arroz com álcali (NaOH) realizava extensiva deslignificação e aumentava a digestibilidade de celulose. O mesmo também foi encontrado por Islabão (1975) trabalhando com palha de arroz e com capim-elefante.

O conteúdo de celulose foi reduzido no Experimento I, significativamente ($P < 0,05$), por todos os tratamentos químicos utilizados, exceto pelo NaCl a 4% e KOH a 4% e 8%. Enquanto que no Experimento II, somente os tratamentos químicos ao nível de 8%, exceto o KOH em ambos os níveis, foram eficazes em diminuir significativamente ($P < 0,05$) o conteúdo de celulose da palha de arroz conservada na forma úmida. Hutanuwatr et al. (1974) relatam que houve uma tendência de diminuir a celulose da casca de arroz com o aumento do nível de NaOH, porém os resultados não foram significativos. Outros autores citam que o conteúdo de celulose geralmente não é reduzido pelo tratamento com álcali, (Ololade et al. 1970, Gharib et al. 1975a, Oji et al. 1977, Garrett et al. 1979). Jackson (1977), cita que na maioria dos tratamentos com álcalis e celulose não é afetada.

De todos os tratamentos químicos empregados, somente o NaOH a 8% foi eficiente em reduzir o teor em hemicelulose ($P < 0,05$) da palha de arroz conservada sob a forma seca. Enquanto que com a palha de arroz conservada sob a forma úmida o conteúdo de hemicelulose foi reduzido pelos álcalis de sódio a 4% e 8% e potássio e cálcio a 8%.

Resultados semelhantes são relatados por Summers & Sherrod (1975) e por Hutanuwatr et al. (1974) que trabalhando com casca de arroz tratada com elevados níveis de NaOH obtiveram diminuição do conteúdo de hemicelulose.

Outros autores como Braman & Abe (1977), relatam que o tratamento da palha de trigo com NaOH a 4% e 8% reduziu o conteúdo de hemicelulose em 4,1 e 18,2 unidades percentuais, enquanto que neste experimento registraram-se valores menores que aqueles para palha de arroz com 3,41 e 7,17 unidades percentuais, para os mesmos níveis de tratamento.

Segundo Hutanuwatr et al. (1974) a redução no conteúdo de hemicelulose, em decorrência do tratamento com NaOH é causada, provavelmente, pela redução do conteúdo de sílica solubilizada pela ação do álcali tornando os carboidratos (hemicelulose e celulose) mais acessíveis ao ataque enzimático por parte das bactérias do rúmen.

Grandes aumentos ($P < 0,05$) nos valores de DIVMO ocorreram quando a palha de arroz na forma seca foi tratada com os álcalis de sódio em ambos os níveis e de potássio a 8%, enquanto que os demais tratamentos falharam quanto ao propósito de melhorar a digestibilidade. No entanto, o tratamento da palha de arroz sob a forma úmida parece mais interessante uma vez que todos os álcalis, independentemente das concentrações ocasionaram um aumento significativo ($P < 0,05$) na DIVMO quando comparados com a testemunha e com os tratamentos NaCl a 4% e 8%. Em ambas formas de conservação, o maior aumento da DIVMO da palha de arroz foi obtido com o NaOH a 8%, sendo significativamente ($P < 0,05$) superior aos demais tratamentos.

Ololade et al. (1970) trabalhando com palha de cevada tratada com NaOH, obtiveram resultados superiores no coeficiente de DIVMO, aos encontrados neste experimento. Por outro lado, Anderson & Ralston (1973), relatam que o NaOH e o KOH apresentavam valores semelhantes para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da palha de azevém. A mesma tendência não ocorreu nestes experimentos, pois o NaOH mostrou ser mais eficaz em aumentar a DIVMO do que o KOH.

No tratamento da palha de arroz conservada sob a forma seca o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mostrou ser ineficaz quanto a melhoria da DIVMO. Provavelmente isto ocorreu em consequência do pouco tempo de reação do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ com a palha, pois segundo Jackson (1978b) o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é tão eficiente quanto o NaOH, entretanto, por ser menos solúvel e reagir mais lentamente, há necessidade de um tratamento úmido por um período de no mínimo cinco meses.

Entretanto, houve uma melhoria na DIVMO da

palha tratada sob a forma úmida pelo tratamento com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em comparação à testemunha. McManus et al. (1979), trabalhando com silagem de palha de trigo tratada com álcali (NaOH à 4%) encontraram aumento na digestibilidade da palha de 41,7 para 61,4%, correspondendo a um aumento de 20 unidades percentuais. Estes dados que também são confirmados por Moller (1977), o qual constatou um incremento na ordem de quinze unidades percentuais, quando a alcalinidade do NaOH aumentou de 0% à 4%. Entretanto, aumentos superiores da percentagem de álcalis não resultou em aumentos na digestibilidade acima de 70%.

Jackson (1978a) assegura que pelo método de aspersão, quando se aplica calor, o tratamento a base de NaOH a 4% propicia um aumento de quinze unidades percentuais na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

CONCLUSÕES

1. A composição química foi afetada de forma inconstante pelos tratamentos químicos.

2. O NaCl não teve efeito no aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, embora tenha afetado a composição química.

3. O NaOH foi o álcali que melhor incremento causou na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração técnica do Sr. Nilo Peixoto da Silva e da Sra. Angela Maria Mallmann dos Santos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D.C. & RALSTON, A.T. Chemical treatment of ryegrass straw: *in vitro* dry matter digestibility in compositional changes. *J. Anim. Sci.*, 37:148-52, 1973.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
- BRAMAN, W.L. & ABE, R.K. Laboratory and *in vivo* evaluation of the nutritive value of NaOH - treated wheat straw. *J. Anim. Sci.*, 46:496-505, 1977.
- CARMONA, J.F. & GREENHALGH, J.F.D. The digestibility and acceptability to sheep of chooped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. *J. Agric. Sci.*, 78:477-85, 1972.
- CORDESSE, R.; TEYSSIER, J.; PHILIPPY, M. Amélioration de la digestibilité de la paille de blé dur par un traitement à l'ammoniac. *Fourrages*, 96:61-79, 1980.
- CUTHBERT, N.H.; THICKETT, W.S.; WILSON, P.N.; BRIGSTOCKE, T. The use of hidroxide-treated straw in rations for beef cattle. *Anim. Prod.*, 27: 161-9, 1978.
- GARRETT, W.N.; WALKER, H.G.; KOHLER, G.O.; HART, M.R. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. *J. Anim. Sci.*, 48:92-103, 1979.
- GHARIB, F.H.; GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C.; SERAFY, A.M. Effects of grinding and sodium hydroxide treatment on poplar bork. *J. Anim. Sci.*, 40:727-33, 1975a.
- GHARIB, F.H.; GOODRICH, R.D.; MEISKE, J.C.; SERAFY, A.M. *In vitro* evaluation of chemically-treated poplar bork. *J. Anim. Sci.*, 40:734-42, 1975b.
- GONZALEZ, E.F. Efecto del tratamiento con NaOH sobre la digestibilidad e ingestión de la paja de cebada en corderos, sometida a diferentes grados de troceado y tiempo de actuación. I. *Av. Aliment. Mejora Anim.*, 21:113-9, 1980a.
- GONZALEZ, E.F. Efecto del tratamiento con NaOH sobre la digestibilidad e ingestión de la paja de cebada en corderos, sometida a diferentes grados de troceado y tiempo de actuación. II. *Av. Aliment. Mejora Anim.*, 21:161-73, 1980b.
- GUGGOLZ, J.; KOHLER, G.O.; KLOPFENSTEIN, T.J. Composition and improvement of grass straw for ruminant nutrition. *J. Anim. Sci.*, 33:151-6, 1971.
- HUTANUWATR, N.; HINDS, F.C.; DAVIS, C.L. An evaluation of methods for improving the *in vitro* digestibility of rice hulls. *J. Anim. Sci.*, 38:140-98, 1974.
- INGLATERRA. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Straw disposal and utilization; a review of knowledge. London, 1984.
- ISLABÃO, N. Efeito do tratamento químico com hidróxido de sódio e de suplementações sobre o valor nutritivo dos volumosos. Viçosa, UFV, 1975. 97p. Tese Doutorado - Nutrição Animal.
- JACKSON, M.G. Evaluación de la factibilidad técnica y económica del tratamiento de la paja para la alimentación animal. *Rev. Mund. Zootec.*, 28:38-43, 1978a.
- JACKSON, M.G. La paja de arroz como alimento para el ganado. *Rev. Mund. Zootec.*, 12:47-53, 1978b.
- JACKSON, M.G. Review article; the alkali straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2:105-30, 1977.

- KLOPFENSTEIN, T.J.; KRAUSE, V.E.; JONES, M.J.; WOODS, W.R. Chemical treatments of low quality roughages. *J. Anim. Sci.*, 35:418-22, 1972.
- MCMANUS, W.R.; GROUT, L.L.; ROBINSON, V.N.E.; SOUTHWELL-KELLY, P.; WOOD HART, P.N. Ensilage from alkali-treated roughages. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.*, 19:354-61, 1979.
- MARKUS, R. Elementos de estatística aplicada. Porto Alegre, UFRGS, 1973. 123p.
- MOLLER, P.D. Der einsatz von chemisch behandeltes stroh in der Milcherzeugung. Kiehl, Der Einsatz von Chemisch Behandeltes Stroh in der Milcherzeugung, 1977. 17p.
- MOORE, J.E. & MOTT, G.O. Recovery residual organic matter from *in vitro* digestion of forrages. *J. Anim. Dairy Sci.*, 57:1258-9, 1970.
- OJI, U.I.; MOWAT, D.N.; WINCH, J.E. Alkali treatments of corn stover to increase nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 44:798-802, 1977.
- OLOLADE, B.G.; MOWAT, D.N.; WINCH, J.E. Effect of processing on the *in vitro* digestibility of sodium hydroxide treated roughages. *Can. J. Anim. Sci.*, 50:657-62, 1970.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 8. ed. Piracicaba, Nobel, 1978. 430p.
- PRATES, E.R. & LEBOUTE, E.M. Avaliação do valor nutritivo de resíduos de cultivos e de indústria. *R. Soc. Bras. Zoot.*, 9:248-59, 1980.
- RAJAN, S.N.S. & KHAN, M.Y. Effect of sodium hydroxide or lime-treat wheat straw on the digestibility of nutrients. *Indian J. Anim. Sci.*, 48:662-5, 1978.
- REXEN, F. & THOMSEN, K.V. The effect on digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1:73-83, 1976.
- ROUNDS, W.; KLOPFENSTEIN, T.J.; WALLER, J.C.; MESSERSMITH, T. Influence of alkali treatments of corn cobs on *in vitro* dry matter disappearance and lamb performance. *J. Anim. Sci.*, 43:478-82, 1976.
- SAXENA, S.K.; OTTERBY, D.E.; DONKER, J.D.; GOOD, A.L. Effects of feeding alkali-treated oat straw supplemented with soy-bean meal on non protein nitrogen on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. *J. Anim. Sci.*, 33:485-90, 1971.
- SOEST, P.J. van. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds: II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.*, 46:829-35, 1963.
- SUMMERS, C.B. & SHERROD, L.B. Sodium hydroxide treatment different roughages. *J. Anim. Sci.*, 41:420, 1975.
- TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18:104-11, 1963.
- WIGNJOSOESATRO, N. & YOUNG, A.W. Alkali-treatment of wheat straw. *J. Anim. Sci.*, 43:337-8, 1976.
- WILKINSON, J.M. & GONZALEZ SANTILLANA, R. Ensiled alkali-treated straw. I. Effect of level and type of alkali on the composition and digestibility *in vitro* of ensiled barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 3:117-32, 1978.
- WILLIS, C.M.; STALLCUP, O.P.; KREIDER, D.L. Influence of sodium hydroxide and enzyme additions on nutritive values of rice straw. *J. Anim. Sci.*, 50:309-14, 1980.