

Revista Agrária Acadêmica

Agrarian Academic Journal

Volume 2 – Número 2 – Mar/Abr (2019)

doi: 10.32406/v2n22019/125-137/agrariacad

Valor nutritivo do resíduo de algodoeira amonizado para bovinos de corte em confinamento. Nutritive value of ammoniated cotton gin trash for feedlot beef cattle

Danilo Gusmão de Quadros^{1*}, Alexandro Pereira Andrade², Heraldo Namorato de Souza³, Daiana Nara de Oliveira⁴, Raimundo Guedes de Almeida⁴

¹ - Núcleo de Estudo e Pesquisa em Produção Animal (NEPPA)/Campus IX /Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – uneb_neppa@yahoo.com.br, BR 242, km 4, s/n. Barreiras-BA, 47802-682.

² - Centro Universitário UNIRB/campus de Barreiras

³ - PETROBRAS/CENPES

⁴ - NEPPA/Campus IX /UNEB

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos de doses crescentes de ureia (0, 2, 4, 6 e 8%) sobre a composição química, degradabilidade *in situ*, consumo e desempenho de bovinos de corte em confinamento. Houve aumento nos teores de PB e redução nos teores de FDN e FDA com o aumento das doses de ureia. A amonização melhorou a degradabilidade da MS e da FDN. Entretanto, houve redução no consumo e no desempenho com doses elevadas de ureia. A amonização com 4% de ureia propiciou a melhoria do valor nutritivo do resíduo de algodoeira e o maior desempenho de bovinos de corte em confinamento.

Palavras-chave: consumo, degradabilidade, desempenho, fibra

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effects of increasing doses of urea (0, 2, 4, 6, and 8%) on the chemical composition, *in situ* degradability, intake and performance of feedlot beef cattle. CP was increased, and NDF and ADF were decreased by increasing the doses of urea. Ammoniation improved DM and NDF degradability. However, intake and performance were reduced when higher doses of urea were used. Ammonization with 4% of urea propitiated the improvement of nutritive value of cotton gin trash and the greatest performance of feedlot beef cattle.

Keywords: degradability, intake, fiber, performance

Introdução

O sucesso da cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae) no cerrado tem sido impulsionado pelas condições de clima favorável, terras planas mecanizáveis, programas de incentivo à cultura e, sobretudo, o uso intensivo de tecnologia (EMBRAPA, 2017).

O Brasil é o quinto maior produtor de algodão do mundo com quase cinco milhões de toneladas, advindas de uma área plantada de aproximadamente 80 milhões de hectares na safra 2018. A Bahia é o segundo maior produtor nacional com 1,2 milhão de toneladas, sendo o plantio basicamente concentrado na região oeste do Estado (IBGE, 2019).

Durante o processamento do algodão é gerado o resíduo de algodoeira, que tem baixo custo e a possibilidade de ser utilizado na alimentação de ruminantes. Entretanto, as palhadas e cascas são resíduos que apresentam limitações nutricionais, devido ao seu alto teor de fibra lignificada e baixa digestibilidade, resultando em baixo consumo e desempenho animal (REIS; RODRIGUES, 1993a; GARCEZ et al., 2014).

Uma alternativa viável para melhorar o valor nutritivo de volumosos de baixa qualidade é o tratamento com produtos químicos, sendo os mais utilizados hidróxidos de: sódio, potássio, cálcio e amônio; a amônia anidra e a ureia, como fonte de amônia (SUNDSTOL; COXWORTH, 1984).

A técnica da amonização tem sido utilizada com o intuito melhorar o valor nutritivo de resíduos agroindustriais por meio do fornecimento de nitrogênio não-proteico e redução da fração fibrosa, promovendo aumento na digestibilidade do material tratado (COTTYN; DE BOEVER, 1988; PIRES et al., 2010).

A ação hidrolítica da amônia sobre as ligações entre a lignina e os polissacarídeos estruturais aumenta a matéria orgânica potencialmente digestível a ser utilizada pelos microrganismos do rúmen (BARRIOS-URDANETA; VENTURA, 2002).

A ureia como fonte de amônia tem a mesma eficiência em alterar a composição química de volumosos de baixa qualidade e é mais segura em relação à amônia anidra (JOY et al., 1992; ROTH, 2008).

Entretanto, na literatura são bastante escassos trabalhos com a amonização do resíduo de algodoeira (QUADROS et al., 2017). Assim, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes de ureia sobre a composição química, degradabilidade *in situ* do resíduo de algodoeira, o consumo e desempenho de bovinos de corte em confinamento.

Material e métodos

Foram realizados dois experimentos sequenciais. O primeiro testou doses crescentes de ureia (0, 2, 4, 6 e 8%) sobre a composição bromatológica e degradabilidade *in situ* da MS e FDN do resíduo de algodoeira. Com base nos resultados, os três melhores tratamentos foram escolhidos e utilizados na dieta de bovinos de corte em confinamento, simulando uma escala mais comercial, avaliando-se o consumo de MS, ganho de peso e conversão alimentar.

Experimento 1: Composição química e degradabilidade *in situ* da MS e da FDN do resíduo de algodoeira amonizado com doses crescentes de ureia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e Pastagens do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Produção Animal/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade do Estado da Bahia - campus IX de Barreiras – BA.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) para testar cinco doses de ureia (0, 2, 4, 6 e 8% com base na MS), com quatro repetições para cada tratamento.

O resíduo de algodoeira, continha 93% de MS, sendo adquirido em uma agroindústria no município de São Desidério – BA. No laboratório, foram pesados em saco de polietileno 1 kg do resíduo para o tratamento químico. As doses de ureia foram pesadas conforme o tratamento e dissolvidas em água suficiente para elevar a umidade do material para 30%, seguindo as recomendações de GROSSI et al. (1993) e JABBAR et al. (2009).

A mistura do material com a solução de ureia foi realizada em baldes com capacidade de 50L, acrescentando-se grão de soja moído como fonte de urease (1,5% com base na MS), conforme as recomendações de JAYASURIYA; PEARCE (1983), sendo, em seguida, acondicionadas em sacos de polietileno, os quais foram hermeticamente fechados por 45 dias.

Após o período de tratamento, os sacos foram abertos e o material ficou em aeração no ambiente por 72 horas, permitindo a saída do excesso de amônia.

Em seguida, amostras de aproximadamente 250 g foram coletadas e submetidas às análises laboratoriais para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), conforme metodologia descrita por DETMANN et al. (2012).

Para a avaliação da degradabilidade *in situ* da MS, a incubação das amostras foi realizada em duas vacas holandesas portadoras de cânula ruminal. As amostras foram moídas em moinho de faca, com peneira de 2mm. As amostras foram pesadas (5g) e incubadas no rúmen, em sacos de *nylon* com medidas de 8,0 x 12,0 cm e tamanho médio do poro de 50 micra. Essa avaliação ocorreu no Setor de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista-BA.

Os tempos de incubação foram de: 0, 3, 6, 9, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, sendo que o tempo zero foi realizado em laboratório. Após a incubação *in situ*, os sacos passaram por um processo de lavagem em água corrente. Em seguida, foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas e pesados em balança analítica, para verificação da massa da amostra degradada no rúmen. O mesmo procedimento foi feito para o tempo 0 (lavagem e secagem). Posteriormente foram feitas as análises de MS e FDN do resíduo, segundo as metodologias descritas por DETMANN et al. (2012).

A percentagem de degradação da MS e FDN em cada tempo foi calculada pela diferença do material incubado e do resíduo que ficou nos sacos após a incubação no rúmen.

Para estimativa da degradabilidade potencial da MS e dos parâmetros da cinética da degradabilidade ruminal *in situ* foi utilizado o modelo de McDONALD (1981), de acordo com a fórmula: $p = a + b(1 - e^{-c \times (t-L)})$, em que “p”, é degradabilidade potencial; “a”, fração solúvel em água;

“b”, fração potencialmente degradável; “c”, taxa de degradação da fração “b” (h^{-1}); “t”, tempo de incubação (h) e “L”, tempo de colonização.

Para estimativa da degradabilidade da fração fibrosa (FDN) foi utilizado o modelo de MERTENS; LOFTEN (1980), de acordo com a fórmula: $\hat{Y} = b \times e^{(-c \times (T-L))} + I$ quando $t > L$ e $\hat{Y} = b + I$ quando $0 < t < L$, na qual “Y” é o resíduo não degradável no tempo T; “b”, a fração potencialmente degradável da fibra (no tempo $t \leq L$, $b = \hat{Y} - I$); “c”, a taxa de degradação de b (h^{-1}); “T”, o período de incubação, em horas; “L”, a latência ou tempo de incubação (h); e “I”, a fração indigestível da fibra.

A degradabilidade efetiva ou real do resíduo de algodoeira foi calculada pela fórmula: $p = a + [(b \times c) / (c+k) \times e^{-(c+k) \times L}]$ em que “k” é a taxa de passagem (McDONALD, 1981). Taxas de passagem de 5 e 8% foram utilizadas para o cálculo da degradabilidade efetiva.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Polinômios ortogonais foram utilizados para avaliar os efeitos do aumento das doses de ureia sobre as variáveis resposta, verificando-se a significância dos efeitos linear, quadrático e cúbico pelo programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2002), segundo o modelo: $Y_i = b_0 + b_1P_{1i} + b_2P_{2i} + \dots + b_pP_{pi} + e$, onde P_{ji} ($j = 1, 2, \dots, p$) é um polinômio de grau j .

Experimento 2 – Utilização de resíduo de algodoeira amonizado com ureia na ração de bovinos de corte em confinamento

O experimento foi conduzido na localidade Barreiras Norte, no Lote 36, em Barreiras – BA ($12^\circ 09' 10'' S$ e $44^\circ 59' 24'' O$), segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, para testar os três melhores tratamentos obtidos no experimento 1 para bovinos confinados.

As doses de 4%, 6% e 8% de ureia foram escolhidas para os testes de campo. A ureia foi diluída em água e foi aplicada por aspersão, com base na MS, sobre nove medas de aproximadamente 2000 kg de resíduo de algodoeira, sendo três delas para cada tratamento. A quantidade de água foi calculada para elevar a umidade do resíduo para 30%. A solução de ureia foi distribuída com regador sobre o resíduo, que continha grão de soja moído como fonte de urease (1,5% com base na MS). Depois de realizada a aplicação, as medas foram cobertas com lona de polietileno, deixando agir por, no mínimo, 45 dias.

Após o período de tratamento, as medas foram abertas para eliminação do excesso de NH_3 que não reagiu com os volumosos durante 5 dias. Em seguida, o volumoso foi utilizado gradativamente até o final da meda. O mesmo processo foi realizado com a meda seguinte, até o final do experimento.

Os animais experimentais foram novilhos da raça Nelore, com peso vivo médio de $371 \pm 24,7$ kg. Cada animal foi pesado individualmente, brincado e vermifugado.

A avaliação do consumo e desempenho foi realizada em baias coletivas, contendo 5 animais por tratamento. A duração do teste foi de 90 dias, constituído de período de adaptação (15 dias) e período de coleta de dados (75 dias).

As dietas experimentais foram formuladas para atender os requerimentos para ganhos de peso diário de 1,0 kg, conforme o NRC (1996).

Adicionalmente ao resíduo de algodoeira, estimado para representar 70% da dieta, cada animal recebeu diariamente 2,0 kg de milho moído, 1,0 Kg de caroço de algodão e 100 g de mistura mineral

comercial própria para categoria (Tabela 1), dividida em duas refeições diárias. O arraçoamento foi realizado às 9:00 e 17:00 horas.

Tabela 1. Composição dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	NDT (%)
Resíduo de algodoeira	88,2	9,3	73,4	63,5	43,3
Milho	87,0	10,5	9,2	3,5	85,0
Caroço de algodão	89,5	22,6	42,2	33,4	82,0

Os prováveis efeitos de aumento na digestibilidade da fibra pela hidrólise causada pelo tratamento químico não foram considerados, semelhante ao proposto por ROTH et al. (2009).

As pesagens dos animais foram realizadas antes do experimento, após o período de adaptação e ao final do experimento. O ganho de peso diário foi calculado pela diferença de peso final e inicial, dividido pelo número de dias.

O volumoso foi fornecido à vontade e ajustado paulatinamente para permitir sobras de 10%. O consumo total e do resíduo de algodoeira do período foi calculado pela diferença entre o colocado e as sobras, procedimento que foi realizado diariamente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, adotando-se probabilidade de 5%, utilizando o programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 2002).

Resultados e discussão

Composição química

Os teores de MS apresentaram um comportamento quadrático em função do aumento da dose de ureia, com o ponto de mínima de 72,0% com a adição de 5,7% de ureia (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os apresentados por CÂNDIDO et al. (1999), trabalhando com amonização de bagaço de cana-de-açúcar. Segundo esses autores, o elevado poder higroscópico da ureia e da amônia faz com que o material absorva umidade do ambiente, consequentemente reduz os teores da MS.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina do resíduo de algodoeira amonizado com diferentes doses de ureia.

Variável	Dose de ureia (%)					Equação de regressão	R ²	CV (%)
	0	2	4	6	8			
MS	88,2	75,7	72,8	72,8	72,7	$Y = 88,19 + 5,7x + 0,49x^2$	0,95	1,4
PB	9,3	12,7	16,1	19,5	22,9	$Y = 9,3 + 1,7x$	0,99	5,8
FDN	73,4	71,2	69,0	66,8	64,7	$Y = 73,4 - 1,1x$	0,99	0,8
FDA	63,5	61,7	59,9	58,2	56,4	$Y = 63,5 - 0,9x$	0,99	1,9
Hemicelulose	9,9	9,5	9,1	8,7	8,2	$Y = 9,9 - 0,2x$	0,93	10,2
Celulose	36,4	35,3	34,2	33,2	32,1	$Y = 36,4 - 0,5x$	0,93	5,8
Lignina	13,1	12,3	11,6	10,8	10,0	$Y = 13,1 + 0,4x$	0,93	4,5

Houve aumento linear nos teores de PB, o que pode ser explicado pelo fato de ter se adicionado doses crescentes de nitrogênio não-protéico (NNP). A magnitude do aumento observado foi de 1,69 unidades percentuais de PB, para cada 1% de ureia aplicada (Tabela 2). Esses resultados foram superiores aos observados por ANDRADE; QUADROS (2011) que, ao amonizarem casca de soja com ureia (0, 4, 8, 12%), encontraram um aumento linear de 0,61% na PB por ponto percentual de ureia.

O aumento nos teores de PB com a amonização de palhadas e cascas tem sido observado por vários autores (CÂNDIDO et al., 1999; SOUZA et al., 2002; CARVALHO et al., 2006; PIRES et al., 2010). O tratamento com ureia, e o conseqüente aumento no teor de PB, pode contribuir para suprir a necessidade de nitrogênio para síntese microbiana e/ou reduzir a necessidade de uma fonte suplementar de nitrogênio para o rebanho (GOBBI et al., 2005).

Os componentes da parede celular apresentaram alterações com a amonização (Tabela 2). Os valores de FDN e FDA reduziram 1,09 e 0,88 unidades percentuais para cada 1% de ureia aplicada no resíduo, respectivamente.

A diminuição nos teores de FDN com amonização de palhadas foi observada em vários trabalhos (FERNANDES et al., 2002; REIS et al., 2003; CARVALHO et al. 2006; ZANINE et al., 2007; ROTH, 2008). Uma das principais alterações na composição química da fração fibrosa de volumosos tratados com amônia é a solubilização da hemicelulose, resultando em diminuição no conteúdo de FDN normalmente de 5 a 12% (CRUZ; SILVA, 2016).

Os teores de hemicelulose, celulose e lignina decresceram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da dose de ureia (Tabela 2). Segundo VAN SOEST (1994), isso ocorreu possivelmente pela dissolução de parte da lignina e pelo rompimento das ligações intermoleculares do tipo éster entre o ácido urônico da hemicelulose e da celulose, durante a amonização.

Porém, nem sempre isso ocorre. Os resultados da amonização sobre os conteúdos de FDA, celulose e lignina não são consistentes (SUNDSTOL; COXWORTH, 1984; REIS et al., 2001; SOUZA et al., 2002). Diferentemente ao observado neste trabalho, OLIVEIRA et al. (2005) não obtiveram alterações nos teores de FDA, celulose e lignina de fenos de diferentes capins com elevado grau de maturidade submetidos a amonização com ureia (5% da MS).

Degradabilidade “in situ”

Na avaliação da degradabilidade *in situ* da MS, o aumento da dose de ureia elevou a taxa de desaparecimento ($p < 0,01$) nas primeiras 24 horas de incubação (Figura 1), corroborando com BEM SALEM et al. (1994) e PAIVA et al. (1995).

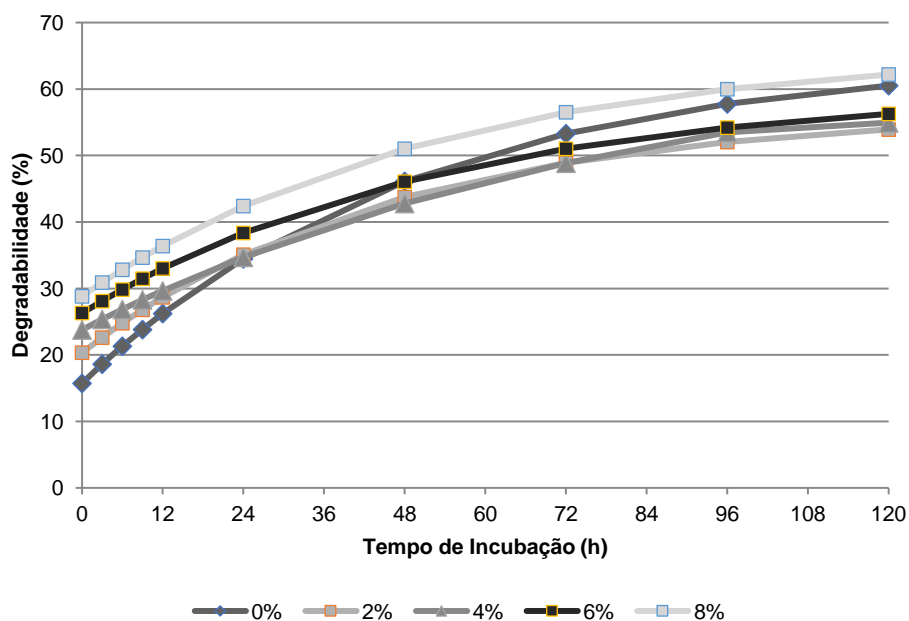


Figura 1. Cinética da fermentação ruminal *in situ* da matéria seca do resíduo de algodojeiras tratada com ureia.

Os parâmetros da fração “a”, degradabilidade efetiva (5 e 8%) e Lag Time foram afetados ($P < 0,05$) pelas doses de ureia (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros médios da degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca do resíduo de algodojeira tratado com ureia.

Variável	Dose de ureia (%)					Equação de regressão	R ²
	0	2	4	6	8		
fração a ¹	29,2	27,2	28,1	29,9	31,8	$Y = 28,881 - 0,8278x + 0,1534x^2$	0,94
fração b ²	35,9	29,8	42,2	30,3	34,2	NS	-
fração c ³	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	NS	-
DP ⁴	65,0	57,1	70,3	60,2	66,0	NS	-
DE 5% ⁵	32,5	31,7	32,6	35,2	38,8	$Y = 32,488 - 0,7221x + 0,1915x^2$	0,99
DE 8% ⁵	30,6	29,6	30,4	33,0	36,2	$Y = 30,501 - 0,7212x + 0,1807x^2$	0,99
Lag Time ⁶	15,9	9,7	8,7	6,0	4,3	$Y = 14,301 - 1,3428x$	0,91

R² = coeficiente de determinação. ¹fração solúvel; ²fração potencialmente degradável; ³taxa de degradação da fração c; ⁴degradabilidade potencial; ⁵degradabilidade efetiva; ⁶tempo de colonização.

Houve efeito quadrático das doses de ureia sobre fração “a”, tendo ponto de mínima de 27,8% de solubilidade quando 2,7% de ureia fora aplicado. Por outro lado, as frações “b” e “c” não foram afetadas significativamente. Naturalmente, o aumento das doses de ureia proporcionou maior disponibilidade de teor de nitrogênio não-proteico. Como esta fração é altamente solúvel em água, a fração “a” se elevou, corroborando CARVALHO et al. (2007) e MOREIRA FILHO et al. (2013) (Tabela 3).

A degradabilidade efetiva foi influenciada de maneira quadrática pelo aumento da dose de ureia (Tabela 3), tendo ponto de mínimas 31,8 e 29,8% com a aplicação de 1,9 e 2,0% de ureia, para DE a 5 e 8%, respectivamente. Provavelmente, essas modificações decorreram das alterações dos componentes fibra, permitindo que os microrganismos do rúmen tenham maior superfície específica para se agregarem e, conseqüentemente, resultem em maior degradabilidade ruminal (ROSA et al., 1998; SANTOS et al., 2004).

Quando volumosos são amonizados, há uma tendência dos parâmetros da degradabilidade aumentarem devido ao incremento no teor proteico do alimento, assim como a solubilização da hemicelulose, com decréscimo nos teores de FDN (MOREIRA FILHO et al., 2013). Além disso, a amonização aumenta a disponibilidade de carboidratos prontamente fermentescíveis para os microrganismos do rúmen (BERTIPAGLIA et al., 2005; CARVALHO et al., 2007).

O tempo de colonização reduziu linearmente com o aumento das doses de ureia, sendo necessário menos 1,3 horas para cada ponto percentual de ureia aplicada. Nesse contexto, quanto menor o tempo de colonização, mais rapidamente a microbiota ruminal inicia o processo de degradação do alimento (McDONALD, 1981).

Resíduos agroindustriais caracterizados pela baixa degradabilidade ruminal necessitam de um tempo mais longo de colonização pelos microrganismos ruminais (ROSA et al., 1998). Assim, observou-se que o uso de ureia contribuiu para diminuir o tempo de colonização, o que pode estar relacionado à solubilização parcial da celulose e hemicelulose (Tabela 2) promovida pela ureólise, restando a fração lignificada do resíduo.

Para a degradabilidade da FDN em função do aumento das doses de ureia (Figura 2), observou-se uma estabilização na degradação da fração após 48 horas de incubação, semelhantemente ao observado por CARVALHO et al. (2007).

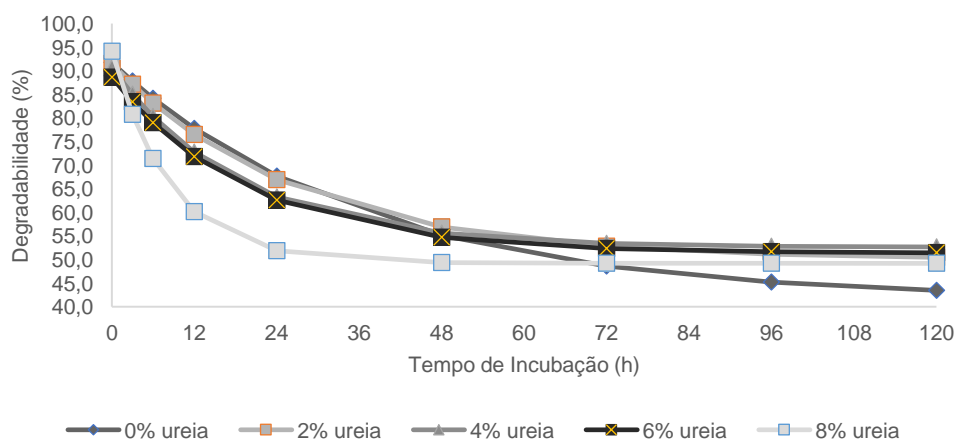


Figura 2. Cinética da fermentação ruminal *in situ* da FDN do resíduo de algodojeiras tratada com ureia.

Ficou evidente, portanto, que a ação da ureia sobre os componentes da parede celular (Tabela 2) promoveu alterações benéficas de incremento da degradabilidade da FDN (Figura 3). Normalmente, nos volumosos de baixa qualidade quando são amonizados, ocorre solubilização parcial da

hemicelulose e expansão da parede celular, permitindo desta forma que os microrganismos do rúmen tenham maior superfície específica para se aderirem e, conseqüentemente, aumentarem a degradabilidade ruminal (PAIVA et al., 1995; SANTOS et al., 2004; MOREIRA FILHO et al., 2013). Segundo TOMICH et al. (2003), a taxa de degradação da fibra de um alimento pelos microrganismos é que rege sua permanência no rúmen, ou seja, quanto mais degradável for a FDN do alimento, mais rápida será sua passagem por esse compartimento e maior será seu consumo.

Consumo e desempenho de bovinos de corte em confinamento

Nos testes de campo, que avaliaram o desempenho de bovinos de corte em confinamento, houve redução no consumo de resíduo de algodoeira com o aumento da dose de ureia de 4% para 6% e 8% ($P < 0.05$) (Tabela 4). Provavelmente, mesmo deixando o material em aeração, doses maiores que 4% deixaram um odor residual amoníaco que restringiu o consumo voluntário. Esses resultados influenciaram o consumo total, pois a quantidade de concentrado foi fixa.

Tabela 4. Consumo, ganho de peso diário e conversão alimentar de novilhos Nelore alimentados com resíduo de algodoeira amonizado em confinamento.

Parâmetros	Doses de ureia			C.V. (%)
	4%	6%	8%	
Consumo Total (kg/dia MS)	11,8a	10,3b	6,7c	15,1
Consumo de Volumoso (kg/dia MS)	9,21a	7,86b	4,62c	18,4
Consumo de Concentrado (kg/dia MS)	2,60a	2,42a	2,11b	10,3
Ganho Médio Diário (kg/animal)	1,18a	1,07ab	0,87b	16,9
Conversão Alimentar (kg ração/kg ganho)	10,0a	9,60a	7,70b	21,8

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

C.V. = Coeficiente de variação

Na literatura é relativamente comum se encontrar aumento da ingestão com a amonização, quando comparada com a palhada sem tratamento (CLOETE et al., 1982; DIAS-DA-SILVA; SUNDSTOL, 1986; JOY et al., 1992). Contudo, a redução com o aumento da dose de ureia ou amônia é mais raro (JAYASURIYA; PERERA, 1982).

O valor nutritivo de alimentos para ruminantes é composto pela composição, digestibilidade e consumo (REIS; RODRIGUES, 1993b). Nesse contexto, o consumo assume papel de alta relevância. Segundo MERTENS (1994), a ingestão de nutrientes digestíveis e metabolizáveis influencia diretamente o desempenho. Por sua vez, a ingestão de matéria seca digestível é explicada de 60 a 90% pelo consumo voluntário, enquanto 10 a 40% é relacionada às diferenças na digestibilidade.

O ganho médio de peso diário os animais recebendo resíduo de algodoeira amonizado com 4% de ureia foi superior ($P < 0,05$) a 8%, enquanto 6% não diferiu dos demais ($P > 0,05$) (Tabela 4). Os resultados de ganho de peso obtidos neste trabalho foram considerados bem satisfatórios quando comparados com outros autores que testaram a amonização de capim após a colheita de sementes (FERNANDES et al., 2002; ROTH et al. 2009).

Segundo CRUZ e SILVA (2016), o desempenho dos animais alimentados com resíduos agroindustriais amonizados pode ser viável do ponto de vista técnico, desde que componha uma dieta nutricionalmente equilibrada.

Entretanto, a conversão alimentar foi melhor nos animais recebendo o resíduo amonizado com 8% de ureia em relação a 4 e 6% ($P < 0,05$) (Tabela 4). Como o resíduo de algodoeira é barato na região, não se justifica priorizar a conversão alimentar em detrimento da taxa de ganho de peso diário, exceto se o custo do alimento aumentar significativamente (CERVIERI, 2012; NICHELE et al., 2015).

Os resultados de ganho de peso e conversão alimentar obtidos neste trabalho foram superiores aos de FERNANDES et al. (2002), tratando feno de capim *Brachiaria decumbens* pós-colheita de sementes com amônia anidra (3,0% NH_3) e ureia (5,0%): 0,53 e 0,37 kg/dia e 12,8 e 16,9 kg MS/kg de ganho de peso, respectivamente, possivelmente pelo maior consumo de MS e qualidade intrínseca do resíduo de algodoeira amonizado.

Conclusões

A amonização com ureia é uma técnica interessante para melhorar o valor nutritivo do resíduo de algodoeira, sendo 4% a dose recomendada para sua inclusão na dieta de bovinos de corte em confinamento.

Agradecimentos

À PETROBRAS, pelo financiamento do projeto. Ao Prof. Dr. Mauro Pereira de Figueiredo, por disponibilizar as instalações da UESB para avaliação da degradabilidade *in situ*. Ao produtor José Cizino Lopes, que permitiu a realização dos testes de campo em sua propriedade.

Referências bibliográficas

ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G. Composição bromatológica da casca de soja amonizada com ureia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.11, n.1, p.38-46, 2011.

BARRIOS-URDANETA, A.; VENTURA, M. Use of dry ammoniation to improve the nutritive value of *Brachiaria humidicola* hay. **Livestock Research for Rural Development**, v.14, n.4, p.56-62, 2002.

BEM SALEM, H.; NEFZAQUI, A.; ROKBANI, N. Upgrading of sorghum stover with anhydrous ammonia or urea treatments. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.1/2, p.15-26, 1994.

BERTIPAGLIA, L.M.A.; LUCA, S.; MELO, G.M.P.; REIS, R.A. Avaliação de fontes de urease na amonização de fenos de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.

CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; VASCONCELOS, V.R.; SAMPAIO, E.M.; MENDES NETO, J. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.928-935, 1999.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.L.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; SILVA, R.R.; MENDES, F.B.L.; PINHEIRO, A.A.; SOUZA, D.R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibrosa do bagaço de cana-de-açúcar tratado com ureia. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p. 447-455, 2007.

CERVIERI, R.C. Eficiência biológica x resultado econômico no confinamento. **Encontro Confinamento**, 7°. 2012. Disponível na Internet <https://www.slideshare.net/BeefPoint/7o-encontro-confinamento-rafael-cervieri>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

CLOETE, S.W.P., DE VILLIERS, T.T.; KRITZINGER, N.M. The effect of ammoniation by urea on the nutritive value of wheat straw for sheep. **South African Journal of Animal Science**, v.13, n.3, p.143-146, 1983.

COTTYN, B.G.; DE BOEVER, J.L. Upgrading of Straw by Ammoniation. **Animal Feed Science and Technology**, v.21, n.2-4, p.287-294, 1988.

CRUZ, B.C.C.; SILVA, D.A. Tratamento químico e biológico em volumosos para ruminantes. **Pubvet**, v.10, n.3, p.224-234, 2016.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.V.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. 1ª Ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.

DIAS-DA-SILVA, A.A.; SUNDSTOL, F. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. **Animal Feed Science and Technology**, v.14, n.1-2, p.67-79, 1986.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do algodão no cerrado**. EMBRAPA Algodão - Sistemas de produção, 2. 2. Ed. Jun. 2017. Disponível na Internet https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7718&p_r_p_-996514994_topicoId=7985. Acesso em: 19 de março de 2019.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LEDIC, I.L. E MANZAN, R.J. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, suppl., p.1325-1332, 2002.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; LIMA, N.A. Tratamentos químicos na melhoria do valor nutritivo de volumosos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n.1, p.3085-3093, 2014.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S.; ROCHA, F.C. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.

GROSSI, S.F.; REIS, R.A.; EZEQUIEL, J.M.B.; RODRIGUES, L.R.A. Tratamento de volumosos com amônia anidra ou com ureia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.651-660, 1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola: algodão**. 2019. Disponível na Internet <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em 11 de fevereiro de 2019.

JABBAR, M.A.; MUZAFAR, H.; KHATTA, F.M.; PASHA, T.N.; KHALIQUE, A. Simplification of urea treatment method of wheat straw for its better adoption by the farmers. **South African Journal of Animal Science**, v.39, n.1, p.58-61, 2009.

JAYASURIYA, M.C.N.; PEARCE, G.R. The effect of urease enzyme on treatment time and the nutritive value of straw treated with ammonia as urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.8, n.4, p.271-281, 1983.

JAYASURIYA, M.C.N.; PERERA, H.G.D. Urea-ammonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. **Agricultural Wastes**, v.4, n.2, p.143-150, 1982.

JOY, M., ALIBÉS, X., MUÑOZ, F. 1992. Chemical treatment of lignocellulosic residues with urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.38, n.3-4, p.319-333.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252, 1981.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.9, p.1437-1446, 1980.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.; JR COLLINS, M.; MERTENS, D.R. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of America, 1994. p.450-493.

MOREIRA FILHO, M.A.; ALVES, A.A.; VALE, G.E.S.; MOREIRA, A.L.; ROGÉRIO, M.C.P. Nutritional value of hay from maize-crop stubble ammoniated with urea. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.893-901, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242p.

NICHELE, E. M.; MORAES, E. H. B. K.; ARAÚJO, C. V.; PINA, D. S.; MORAES, K. A. K.; HOFFMANN, A. Eficiência bioeconômica de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.699-711, 2015.

OLIVEIRA, A.C.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, H.C.; PATÊS, N.M.S.; FONCECA, M.P.; MATOS NETO, U.; OLIVEIRA, U.L.C. Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* de silagens de gramíneas tropicais tratadas com ureia. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v.4, n.10, 2005. Disponível na Internet <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005/100523pdf.doc>. Acesso em: 17 de janeiro de 2009

PAIVA, J. A. J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A. C.; REGAZZI, A.J. Efeito dos níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores dos constituintes da parede celular na palhada de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.672-682, 1995.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Chemical treatment of roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, supl., p.192-203, 2010.

QUADROS, D.G.; ANDRADE, A.P.; BARRETO, E.; LEMOS, M.F.; VIEIRA, G.A. Resultados de pesquisas em alternativas para alimentação do gado na seca no oeste da Bahia. p. 105-122. In: QUADROS, D.G.; ANDRADE, A.P. **2º Simpósio sobre Alternativas para Alimentação do Gado na Seca**. Barreiras:Editora Ipanema. 2017.

- REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; MOREIRA, A.L.; SILVA, E.A. Valor nutritivo do feno de capim coastcross (*Cynodon dactylon* L. Pers) submetido à amonização. **ARS Veterinária**, v.19, n.2, p.143-149, 2003.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Amonização de volumosos**. 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1993a. 22p.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. 1ª ed. Jaboticabal:FUNEP, 1993b. 26p.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A.; RUGGIERI, A.C. Composição química e digestibilidade de fenos tratados com amônia anidra ou ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.666-673, 2001.
- ROSA, B; REIS, R.A; RESENDE, K.T; JOBIM, C.C. E RODRIGUES, L.R.A. Avaliação in situ do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. **Acta Scientiarum**, v.20, n.3, p.317-323, 1998.
- ROTH, M.T.P. **Avaliação da amonização de fenos de resíduo de pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FCAV-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008. 78p.
- ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; FARIA, M.H.; BERCHIELLI, T.T. Performance and carcass characteristics of beef cattle fed with ammoniated marandugrass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1847-1855, 2009.
- SANTOS, J.; CASTRO, A.L.A; PAIVA, P.CA.; BANYS, V.L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.919-923, 2004.
- SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS: 9.0 User's guide: Statistics**. SAS Institute Inc., Cary, NC: USA, 2002.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; PIRES, A.J.V.; LOURDES, D. R. S. Valor nutritivo da casca de café tratada com amônia anidra. **Revista Ceres**, v.49, n.286, p.669-681, 2002.
- SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.M. Ammonia treatment. p.196-247. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. **Straw and others fibrous by-products as feed**. Amsterdam:Elsevier Press, 1984.
- TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; RODRIGUES, J.A.S. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.747-755, 2003.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.E.; PEREIRA, O.G. Efeito dos níveis de ureia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n.2, p.333-340, 2007.

Recebido em 28/02/2019

Aceito em 20/03/2019