







Composição química e degradação ruminal do feno de pindoba de babaçu amonizado em duas alturas

Chemical composition and ruminal degradation of pindoba babassu hay ammoniated at two heights

Bruno Spindola Garcez¹ , Arnaud Azevedo Alves² , Miguel Arcanjo Moreira Filho³ , Francisca Débora da Silva Ferreira¹ , Ernando de Oliveira Macedo⁴ , Isak Samir de Sousa Lima² 

¹Instituto Federal do Ceará, Crateús, CE, Brasil.

²Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Teresina, PI, Brasil.

³Universidade Federal do Piauí, Campus Cinobelina Elvas, Bom Jesus - PI, Brasil.

⁴Instituto Federal do Piauí, Campus Cocal, Cocal, PI, Brasil.

*Autor para correspondência - brunosgarcez@veterinario.med.br

Resumo

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição química e a degradação in situ do feno de pindoba de babaçu submetido à amonização com três doses de ureia na matéria seca (MS) (2, 4 e 6%) nas alturas de 0 – 1,5 e 1,6 – 3,0 metros. Para avaliação da degradação, pesou-se 4 g de amostra em sacos de náilon, incubados no rúmen de dois bovinos fistulados, nos tempos 6, 24 e 72 h com 5 repetições por tratamento. A amonização com ureia elevou ($P < 0,05$) os teores de proteína bruta (PB) do feno de pindoba de babaçu, porém não influenciou os teores de fibra em detergente neutro (FDNcp) e ácido (FDAc) livres de nitrogênio, com aumento dessas frações quanto mais alta a forrageira. A degradação potencial da MS foi elevada, com destaque para o tratamento com 4% na MS e altura de 0 – 1,5m (28,45%). A amonização reduziu o tempo de colonização (lag) da FDN (00 h 48 min para altura de 0 – 1,5m) e elevou a fração degradável (Bp). O feno de pindoba de babaçu apresenta melhor degradação potencial e efetiva da MS, PB e FDN quando obtido em altura até 1,5 m e submetido à amonização com doses acima de 4% de ureia, sendo indicados essa altura e esse nível de alcalinização para se obter um feno de melhor qualidade.

Palavras-chave: amonização, degradabilidade in situ, *Orbignya* sp.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the chemical composition and in situ degradation of pindoba babaçu hay submitted to ammonization with three doses of dry matter (DM) urea (2, 4 and 6%) at heights of 0 - 1.5 and 1.6 - 3.0 meters. To evaluate the degradation, 4 g of sample were weighed in nylon bags, incubated in the rumen of two fistulated cattle, at 6, 24 and 72 h, with 5 replications per treatment. Urea ammonization increased ($P < 0.05$) the crude protein (CP) contents of pindoba babassu hay, but did not influence the nitrogen-free (NDFc) and acid (ADFc) detergent fiber contents

Seção: Zootecnia

Recebido

18 de Agosto de 2017.

Aceito

11 de outubro de 2019.

Publicado

13 de março de 2020.

www.revistas.ufg.br/vet

Como citar - disponível no site, na página do artigo.

with the higher these fractions the higher the forage. Potential degradation of DM was high, especially treatment with 4% in DM and height of 0 - 1.5m (28.45%). Ammonization reduced NDF colonization time (lag) (00 h 48 min to 0 - 1.5 m height) and increased degradable fraction (Bp). Babassu pindoba hay presents the best potential and effective degradation of DM, CP and NDF when obtained in height up to 1.5 m and submitted to ammonization with doses above 4% of urea. This height and alkalization level are indicated to obtain a better quality hay.

Keywords: ammonization, in situ degradation, *Orbignya* sp.

Introdução

A redução no custo da produção animal deve ser direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis, assim, o setor produtivo vem buscando alternativas de menor custo para evitar perdas na produtividade dos rebanhos⁽¹⁾. O uso de espécies nativas como fonte de volumoso em períodos de déficit forrageiro torna-se uma prática comum na região Nordeste, onde o período seco compromete os índices produtivos nesses sistemas. No entanto, o uso dessas espécies é limitado, muitas vezes, por seu baixo valor nutritivo, o que leva ao menor aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos ruminais⁽²⁾.

O uso de tratamentos químicos como forma de melhorar a qualidade de forrageiras nativas é uma das formas de otimizar sua utilização em sistemas de alimentação de ruminantes. Dentre os tratamentos utilizados, destaca-se a amonização com ureia, que melhora o aproveitamento da fração fibrosa por hidrolisar as ligações covalentes tipo éster entre a lignina e a parede celular, além de fornecer NNP na forma de amônia⁽³⁾.

Dentre as forrageiras nativas com potencial de uso em dietas para ruminantes no Meio-Norte do Brasil, destacam-se as plantas jovens de babaçu, conhecidas popularmente como pindobas e que ocorrem em sucessão secundária em áreas de pastagens nesta sub-região⁽⁴⁾. O uso da folhagem de babaçu jovens como suporte forrageiro, além de melhorar a oferta de volumoso, reduz o desmatamento de áreas babaçuais para implantação de pastagens cultivadas, prática comum decorrente da desinformação do seu valor nutritivo. Além disso, o corte das folhagens de babaçu jovens está de acordo com a lei 231B/2017 que regula o corte das palmeiras, impedindo seu desbaste total em áreas estabelecidas por plantas adultas.

A eficiência da amonização na melhoria da qualidade de volumosos foi constatada por Oliveira et al.⁽⁵⁾ ao avaliarem a cana de açúcar amonizada com 6% de ureia, com reduções de 13,87% na fração FDN e por Moreira Filho et al.⁽⁶⁾ com redução de 6,4% nessa fração para o feno do restolho de milho. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição química e a degradação *in situ* do feno de pindoba de babaçu submetido à amonização com ureia em duas alturas.

Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de caprinocultura da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina, e as folhas de pindobas de babaçu foram colhidas em área de ocorrência natural da espécie no setor, sendo plantas em sucessão secundária, após o corte para implantação de pastagem cultivada. O trabalho foi submetido à avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais e aprovada sob o número de protocolo 056/12. Foram utilizadas duas alturas, plantas até 1,5 m de altura e entre 1,6 – 3,0 metros, medidos a partir do ponto de inserção das folhas no solo até a curvatura da última folha.

As folhas foram submetidas ao processo de fenação por 48 horas até atingirem teor de MS médio acima de 87% e, posteriormente, trituradas em máquina forrageira em partículas de 1-2 cm. Os tratamentos químicos consistiram em amonização por ureia a 2, 4 e 6% (46, 92 e 138 g, respectivamente para o total de feno utilizado) com base na matéria seca (MS), diluídos em aproximadamente 1 L de água. A quantidade de ureia foi calculada de acordo com a quantidade de material (2,5 kg de feno em cada uma das cinco repetições), e o teor de MS deste. Após a amonização, a forragem foi acondicionada em sacos plásticos pretos, os quais foram vedados, abertos após o tratamento por 35 dias e submetidos à aeração e secagem por 48 horas para eliminação do excesso de amônia e umidade.

A composição química do feno não tratado e submetido à amonização com ureia foi obtida segundo metodologias da AOAC⁽⁷⁾, para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e em porcentagem da PB, os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo Licitra et al.⁽⁸⁾. Para fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) adotou-se metodologia descrita por Van Soest et al.⁽⁹⁾, submetidas à correção para proteína e cinzas insolúveis. Os teores de hemicelulose (HCEL) foram obtidos pela diferença entre as frações FDN e FDA e a celulose (CEL) pela diferença entre a fração FDA e a LIG.

Para avaliação da degradação ruminal, pesou-se 4 g de amostra em sacos de náilon de 12x8 cm e porosidade 50 µm de acordo com relação de 42 mg/cm² adotada por Campos et al.⁽¹⁰⁾. Os sacos foram incubados no rúmen de dois bovinos adultos, fistulados, alimentados previamente com dieta composta por 80% de volumoso (capim elefante emurcheado e picado) e 20% de concentrado (milho e farelo de soja) duas vezes ao dia (8 e 16 horas), com sal mineral e água à vontade. Os tempos de incubação foram de 6, 24 e 72 horas, associados ao tempo 0 não incubado⁽¹¹⁾ utilizando-se cinco sacos como repetições em cada tratamento (4 níveis de amonização x 2 alturas) e em cada tempo, totalizando 160 sacos.

Os sacos foram incubados em ordem decrescente no tempo estipulado para cada amostra, permitindo a retirada simultânea deles após 72 horas, sendo imersos em água gelada para cessar a fermentação. A fração solúvel foi obtida por lavagem dos sacos não incubados em banho maria com revolvimento a 39 °C por uma hora, e posteriormente lavados junto aos sacos retirados do rúmen, em máquina, sob agitação e água corrente, até que ela se mostrasse límpida⁽¹²⁾. Os sacos foram submetidos a secagem em estufa

com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas para determinação da composição química.

Os parâmetros de degradação *in situ* (a, b e c) e a degradabilidade potencial da MS, PB, foram estimados pelo modelo exponencial por Ørskov e McDonald⁽¹³⁾, expresso por: $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ em que, DP = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen; a = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon; b = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS e PB no rúmen foi estimada considerando-se a taxa de passagem 2, 5 e 8%/h para cada tratamento utilizando-se a equação proposta por Ørskov e McDonald⁽¹³⁾: $DE = a + [(b - c)/(c + k)]$, em que, DE = degradação efetiva; a = fração solúvel, rapidamente degradada; b = fração insolúvel, lentamente degradada; c = taxa fracional de degradação de b; k = taxa de passagem.

Para estimativa dos parâmetros de degradação da FDN, adotou-se modelo de Mertens e Loften⁽¹⁴⁾: $R_t = B \cdot e^{-ct} + I$, em que: R_t = fração degradada no tempo t; I = fração indegradável. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, precedeu-se a padronização das frações, utilizando-se as equações: $BP = B/(B + I) \times 100$ e $IP = I/(B + I) \times 100$, em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%) IP = fração indegradável padronizada (%).

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (quatro níveis de amonização e duas alturas) e cinco repetições por tratamento para parâmetros da composição química, enquanto que, para degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN, adotou-se delineamento em blocos (bovinos fistulados) em parcelas subdivididas com tratamentos (altura de corte x nível de ureia), representando as parcelas os tempos de incubação (0, 6, 24 e 72 horas), as subparcelas e cinco repetições por tratamento (sacos de náilon).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos resíduos e variâncias e realizado teste de regressão para determinar os efeitos das doses de ureia sobre os componentes químicos, bem como para verificar interação entre alturas de corte e doses de ureia e o desvio da linearidade pelo procedimento PROC GLM do SAS (2000). Para altura de corte do feno não tratado, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Quanto à avaliação dos parâmetros de degradação *in situ*, foram utilizados procedimentos para modelos não lineares (PROC NLIN) do pacote estatístico SAS (2000), estabelecido com base nos ajustes das frações e na curva de degradação obtidas pelos modelos propostos para degradação da MS, PB e FDN.

Resultados e discussão

A amonização contribuiu para incremento ($P < 0,05$) dos teores de PB nas alturas de corte, com elevação média de 20% no teor proteico a cada aumento na doses de ureia, em virtude da incorporação de nitrogênio não proteico (NNP) ao material, e para menores ($P < 0,05$) teores de NIDN e NIDA (Tabela 1), efeitos constatados por Bezerra et

al.⁽¹⁵⁾ para feno de capim Buffel e Andrade et al.⁽¹⁶⁾, com incrementos de 17 e 22% na PB com adição de 8% de ureia, respectivamente. Não houve desvio da linearidade para os compostos nitrogenados, nem interação significativa para estes entre as alturas de corte e doses de ureia.

Tabela 1. Composição química (%MS) do feno de pindoba de babaçu em duas alturas não tratado ou submetido à amonização com ureia

Altura**	Níveis	Constituintes*									
		MS	PB	FDN _{cp}	FDA _{cp}	CEL	HCEL	LIG	NIDN	NIDA	R ²
0 - 1,5	NT	90,10	12,20 ¹	76,80 ^b	58,12 ^b	45,22 ^b	18,68	12,9	46,15 ³	16,20 ⁵	79,60
	2%	87,30	14,80	75,60	58,17	45,87	17,43	12,3	37,70	15,60	80,41
	4%	86,80	19,70	76,90	58,10	45,32	18,80	12,80	31,52	13,27	84,67
	6%	87,10	23,50	76,80	59,16	46,56	17,14	12,60	26,86	11,43	80,85
1,6 - 3,0	NT	91,07	10,50 ²	82,17 ^a	65,30 ^a	52,70 ^a	16,87	12,60	48,21 ⁴	16,90 ⁶	81,60
	2%	87,90	13,01	81,60	64,10	52,00	17,50	12,10	42,16	15,70	78,45
	4%	88,21	16,32	82,12	65,12	53,22	16,91	11,90	40,04	14,90	80,82
	6%	87,16	20,09	80,87	65,45	53,05	15,42	12,40	37,15	14,20	80,20
Probabilidades											
Efeito linear		0,4412	0,0235	0,3486	0,4292	0,5543	0,4575	0,5681	0,0157	0,0199	-
Efeito quadrático		0,3861	0,2556	0,2943	0,5128	0,4211	0,3703	0,3940	0,2178	0,5079	-
Desvio da linearidade		0,2154	0,3421	0,5843	0,5254	0,3987	0,5012	0,4442	0,4871	0,5218	-
Altura		0,5891	0,5544	0,0192	0,0431	0,0396	0,4745	0,5218	0,4927	0,5697	-
Níveis x alturas		0,5789	0,5881	0,5245	0,5554	0,3983	0,2781	0,5344	0,2987	0,3764	-

*MS=Matéria seca; FDN_{cp}=Fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas; FDA_{cp}=Fibra em detergente ácido corrigido para proteína e cinzas; CEL=Celulose; HCEL=Hemicelulose; LIG=Lignina; PB=Proteína bruta; NIDN=Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA=Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

**Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
¹Ŷ = 11,73 + 1,94x (R² = 82,41); ²Ŷ = 10,16 + 1,61x (R² = 86,12); ³Ŷ = 45,16 - 3,2x (R² = 84,67); ⁴Ŷ = 47,18 - 1,77x (R² = 79,21); ⁵Ŷ = 16,62 - 0,83x (R² = 89,17); ⁶Ŷ = 16,76 - 0,45x (R² = 83,50); NS = Não significativo

A elevação na proporção de NNP no feno pode contribuir para melhor degradação dos constituintes fibrosos, pois baixos teores de N insolúvel indicam maior disponibilidade desse nutriente no ambiente ruminal, utilizado preferencialmente por microrganismos celulolíticos para fixação em esqueletos de carbono e formação de proteína microbiana^(3,19).

Os teores de PB obtidos nessa pesquisa para o feno da pindoba de babaçu nas duas alturas de corte foram superiores aos obtidos para gramíneas forrageiras comumente utilizadas em dietas para ruminantes por Martins-Costa et al.⁽¹⁷⁾ e Velásquez et al.⁽¹⁸⁾ para capim elefante (9,70%) e feno de capim Tânzania (9,75%) respectivamente, e acima do mínimo de 6-8% na MS, para manutenção de 8mg de N-NH₃.dL⁻¹ de líquido ruminal, recomendado para eficiente degradação ruminal e incremento na produção de proteína microbiana⁽¹⁹⁾, o que denota a possibilidade de seu uso como fonte de volumoso, quanto aos teores desse constituinte.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) reduziram ($P < 0,05$) de 0,83 e 0,45% com o aumento da porcentagem de ureia na MS, respectivamente para altura de até 1,5 e de 1,6 – 3,0 m, sendo inferiores a proporção de 20% do N total, considerado por Van Soest⁽⁹⁾ limitante à degradação da forragem, por redução do N para ação microbiana. Essa fração nitrogenada corresponde à proteína associada à lignina, complexos taninoproteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrointestinal⁽²⁰⁾.

A amonização com ureia não influenciou os teores de FDNcp e FDAcp do feno de pindoba de babaçu, sem efeito linear ou desvio na linearidade, todavia houve aumento ($P < 0,05$) dessas frações na maior altura da forrageira (1,6 – 3,0 m), com elevação de 4,07% para FDNcp e 7,33% para FDAcp no feno não tratado. Esses teores estão acima dos obtidos por Garcez et al.⁽⁴⁾ ao avaliarem o feno dos folíolos de pindoba de babaçu, com médias de 67,6% e 49,6% para FDN e FDA, respectivamente, o que está associado às partes da planta utilizada; nesta pesquisa avaliou-se a folha completa, o que elevou os teores de constituintes fibrosos por incorporação oriunda do colmo central.

O aumento ($P < 0,05$) no percentual de FDN e FDA com o avanço na idade indica redução na proporção de nutrientes da fração fibrosa passíveis de serem digeridos pelo animal refletindo diretamente no consumo de MS e metabolismo microbiano, fato atribuído ao espessamento e lignificação da parede celular⁽²¹⁾. Não houve interação entre as doses de ureia e as alturas do feno de pindoba de babaçu para as frações fibrosas, hemicelulose (HCEL), celulose (CEL) e Lignina (LIG) ($P > 0,05$), o que aponta efeito semelhante desse tratamento alcalino sobre os constituintes da parede celular, sem variações mesmo com o avançar da idade da planta.

Houve aumento na degradação potencial da MS com a elevação das doses de ureia, com destaque para o tratamento com 4% e altura de 1,5m (Tabela 2). No entanto os valores para esse tratamento quanto à fração b (17,22%) e à degradação potencial (DP) (28,45%) foram inferiores aos obtidos por Garcez et al.⁽⁴⁾ para feno de folíolos de pindoba de babaçu (18,91 e 32,92%), associados aos maiores de fibra obtidos nessa pesquisa. A taxa de degradação (c) aumentou em média 0,26 (1,5 m) e 0,28%/h (3,0 m) a partir do tratamento com 4% de ureia; no entanto, reduziu com a maior altura da forrageira, refletindo na redução do valor nutritivo e disponibilidade de nutrientes da planta.

As reduções da DP e o menor efeito da amonização com a maturidade da pindoba de babaçu associam-se ao aumento da proporção de colmo nas folhas verificada quando do corte e fenação da forrageira. O colmo tem em sua composição tecidos formados por células densas, espessas e lignificadas, o que reduz a disponibilidade de celulose e hemicelulose para a degradação ruminal, com consequente déficit de energia oriunda da glicose presente nesses polissacarídeos⁽²²⁾. O elevado teor de FDN (82,17%) e elevadas proporções de lignina (acima de 12%) estão associadas às menores taxas de degradação da MS obtidas para o feno de pindoba de babaçu nesse estudo.

A fração solúvel (a) da PB foi elevada conforme o aumento das doses de ureia, relacionado à maior solubilidade desse composto nitrogenado (Tabela 3). A DP apresentou maiores valores no tratamento com 4% de ureia em ambas as alturas, com incrementos acima

de 10%, porém inferiores aos obtidos por Moreira Filho et al.⁽⁶⁾ para feno do restolho da cultura do milho amonizado com 3% de ureia.

Tabela 2. Fração solúvel (a) e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradação potencial (DP) e efetiva (DE) e coeficiente de determinação (R²) da matéria seca do feno de pindoba de babaçu em duas alturas não tratado ou submetido a amonização com ureia

Altura	Níveis	a ¹	b ¹	c ¹	DP	DE ²			R ²
		%		(%/h)	(%)	2%/h	5%/h	8%/h	
0 - 1,5	NT	14,37	16,41	1,32	24,11	19,76	17,16	16,23	88,66
	2%	15,27	16,22	1,21	25,73	20,19	18,63	17,18	87,80
	4%	14,01	16,93	1,45	28,45	23,16	20,22	18,95	88,56
	6%	14,98	17,22	1,71	28,02	22,63	19,21	18,44	81,49
1,6 - 3,0	NT	13,56	14,01	1,03	23,79	19,11	16,88	15,13	89,12
	2%	13,71	14,81	1,13	25,17	20,04	18,12	16,91	85,03
	4%	15,17	15,13	1,22	25,91	21,93	19,03	17,94	82,71
	6%	14,69	16,44	1,41	26,82	22,27	20,33	18,34	87,21
EPM ²		0,66	1,12	0,21					

¹Obtidos pelo modelo $DP = a + b(1 - e^{-ct})$; ²Obtido pelo modelo $DE = a + [(b c)/(c + k)]$.

²Erro padrão da média

Tabela 3. Fração solúvel (a) e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradação potencial (DP)* e efetiva (DE)** e coeficiente de determinação da proteína bruta do feno de pindoba de babaçu em duas alturas não tratado ou submetido a amonização com ureia

Altura	Níveis	a ¹	b ¹	c ¹	DP	DE ²			R ²
		%		(%/h)	(%)	2%/h	5%/h	8%/h	
0 - 1,5	NT	25,40	14,27	2,91	35,69	25,81	22,44	20,23	88,66
	2%	29,15	19,32	3,11	47,19	37,19	34,46	32,21	91,40
	4%	30,85	18,06	3,42	49,66	38,76	36,22	34,75	89,17
	6%	30,16	18,53	4,15	47,81	37,46	34,92	33,13	90,12
1,6 - 3,0	NT	24,06	13,55	2,46	33,79	22,96	20,45	19,13	89,12
	2%	30,41	17,17	3,17	42,19	31,39	29,71	28,07	92,15
	4%	31,14	16,31	3,09	43,76	32,76	31,12	29,44	90,44
	6%	30,76	16,95	3,22	43,05	30,77	28,16	27,18	91,21
EPM ²		2,72	2,01	0,48					

¹Obtidos pelo modelo $DP = a + b(1 - e^{-ct})$; ²Obtido pelo modelo $DE = a + [(b c)/(c + k)]$.

²Erro padrão da média

A degradação potencial da proteína bruta influencia o aproveitamento ruminal dos demais componentes nutricionais, em que as menores taxas reduzem a quantidade de N disponível para o metabolismo, e conseqüentemente, na síntese de proteína microbiana⁽²²⁾. Os valores de DP obtidos nesta pesquisa foram inferiores aos obtidos para feno de capim tifton em idade avançada (74,12%) por Jobim et al.⁽²³⁾ e para capim elefante com 110 dias de corte (64,27%) por Rêgo et al.⁽²⁴⁾, o que denota menor disponibilidade de N mesmo com teores reduzidos de nitrogênio insolúvel (NIDA) (Tabela 1), com elevação dessa fração apenas com a inclusão de NNP oriundo da ureia.

A redução na DP da PB com elevação da altura da pindoba de babaçu segue padrões de crescimento de gramíneas tropicais, devido à complexação com carboidratos da parede celular, formando ligações do tipo éster com compostos fenólicos presentes na fração FDA e passando a fazer parte da fração insolúvel do alimento, interferindo na colonização bacteriana, com menor degradação dos demais componentes nutritivos da dieta⁽¹⁸⁾.

A amonização com ureia reduziu o tempo de colonização (lag) e elevou a fração potencialmente degradável (Bp) da FDN com maiores valores para doses acima de 2% na MS na menor altura (Tabela 4). A redução no lag com adição de ureia ocorre em virtude da melhor eficiência na aderência microbiana às frações fibrosas, com o incremento de NNP disponível no rúmen, maximizando o crescimento de bactérias degradadoras de fibra, que se utilizam desse composto para fixação de N em seus aminoácidos durante a síntese de proteína microbiana⁽²⁵⁾.

Tabela 4. Tempo de colonização (lag), fração potencialmente degradável padronizada (Bp), fração não degradável padronizada (Ip), taxa de passagem (k)* e coeficiente de determinação para FDN do feno de pindoba de babaçu em duas alturas não tratado ou submetido a amonização com ureia

Altura	Níveis	Lag (h) ¹	Bp (%)	Ip (%)	k (%/h)	R ²
0 - 1,5	NT	5,12	19,21	80,70	5,25	89,11
	2%	5,01	23,12	76,88	5,22	87,19
	4%	4,78	25,71	74,29	5,41	88,73
	6%	4,31	25,92	74,08	5,84	89,12
1,6 - 3,0	NT	5,22	18,41	81,59	4,45	79,31
	2%	5,17	18,14	80,86	4,59	86,66
	4%	5,06	19,79	80,21	4,91	89,41
	6%	5,11	21,12	78,88	5,07	88,90

¹Obtido pelo modelo $R_t = B \cdot e^{-ct}$ e padronizado pelo modelo $BP = B/(B+I) \times 100$ e $IP = I/(B+I) \times 100$

Os valores de Bp da FDN são considerados baixos quando comparados a volumosos de nativos avaliados por Muniz et al.⁽²⁶⁾ obtendo valores de 31% para feno de mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.) e 28,91% para mororó (*Bauhinia cheilanta*). O aumento dessa

fração com a amonização é atribuído à ação da amônia na quebra das ligações entre a hemicelulose e a lignina e aumento no potencial de solubilidade da fração fibrosa, o que justifica maiores valores na menor altura, que tem menos ligações fenólicas e maior disponibilidade de carboidratos da parede celular.

A fração indegradável da FDN (Ip) correspondeu à maior parte da fração fibrosa, o que pode ser o principal determinante da baixa degradação da MS, em virtude de a FDN corresponder a mais que 70% desse constituinte. O aumento dessa fração com o decorrer da idade da forrageira é esperado, uma vez que espécies de regiões semiáridas atingem maturidade fenológica precoce com aumento de estruturas de sustentação representadas pelos carboidratos fibrosos e lignina⁽²⁶⁾, sendo superiores aos obtidos por Garcez et al.⁽⁴⁾ com 71,70% para feno de folíolos de pindoba de babaçu amonizado com 6% de ureia, associado à inclusão do colmo central mais fibroso quando do preparo do feno nesta pesquisa.

Em termos nutricionais, deve-se considerar que todos os eventos de ação microbiana nas frações potencialmente degradáveis e indegradáveis da FDN ocorrem em escalas de tempo finitas. Assim, a forma de ação sobre o substrato depende do tempo no qual a interação enzima x substrato ocorre, ou seja, da efetividade do processo de degradação⁽²⁷⁾. Nesse sentido, a efetividade do processo de degradação da FDN no ambiente ruminal é diretamente representada pela estimativa da fração efetivamente degradada da FDN, a qual associa a velocidade de ação enzimática sobre o substrato e o tempo disponível para que estes sistemas executem tais ações.

Conclusão

A amonização com ureia eleva os teores de PB do feno de pindoba de babaçu nas duas alturas devido à inclusão de nitrogênio não proteico, porém não interfere nos teores de FDNcp e FDAcp, com elevação destes com o avançar da altura da planta. O feno de pindoba de babaçu apresenta melhor degradação potencial e efetiva da MS, PB e FDN quando obtido em altura até 1,5 m e submetido a amonização com doses acima de 4% de ureia, sendo indicado essa altura e esse nível de amonização para se obter um feno de melhor qualidade.

Referências

1. Murta RM, Chaves MA, Pires AJV, Veloso CM, Silva FF, Rocha Neto AL, Filho AE, Santos PEF. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. R. Bras. Zootec. 2011, 40(6): 1325-1332. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600022>.
2. Santos MVF, Gómez Castro AG, Perea Jm, García A, Guim AE, Pérez Hernández M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. Arch. Zootec. 2010, 59 (12): p.25-43.
3. Pires AJV, Carvalho GGP, Ribeiro LSO. Chemical treatment of roughage. R. Bras. Zootec. 2010, 39 (11): 192-203. <http://dx.doi:10.1590/S1516-35982010001300022>.

4. Garcez BS, Alves AA, Oliveira ME, Parente HN, Santana YAG, Moreira Filho MA, Câmara CS. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu submetido a tratamentos alcalinos. *Cienc. Rural*, 2014, 44(3): 524-530, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000300022>.
5. Oliveira TS, Rocha Junior VR, Reis ST, Aguiar EF, Souza ES, Silva GWV, Dutra ES, Silva CJ, Abreu CL, Bonalti FKQ. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de ureia e soja grão. *Arch. Zoot.* 2011, 60 (231): 625-635. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000300051>.
6. Moreira Filho MA, Alves AA, Vale GES, Moreira AL, Rogerio MCP. Valor nutritivo do feno de restolho da cultura do milho amonizado com ureia. *Rev. Ciênc. Agron.* 2016 44(4): 893-901. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2220/874>, 20 Jan. 2016.
7. ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES – AOAC International. Official methods of analysis of AOAC international, 19th.ed., Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical Communities, 2012. 2610p.
8. Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 1996, 57 (4): 347-358, 1996. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3).
9. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. of Dair. Sci.*, 1991, 74 (10): 3583-97. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
10. Campos MM, Borges ALCC, Lopes FCF, Pancoti CG, Silva RR. Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2011, 63(6): 1487-1492. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000600028>.
11. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
12. Brito RM, Sampaio AMM, Fernandes ARM, Henrique W, Cattelan JW, Routman KS. Degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. *R. Bras. Zootec.* 2007, 36(5): 1639-1650. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000700024>.
13. Ørskov DR, Mcdonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Jour. Agric. Sci.* 1979, 92 (12): 499-503. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600063048>.
14. Mertens DR, Loften JR. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *Journ. Dayr. Sci.* 1980, 63 (21): 1437-1446. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6253541.
15. Bezerra HFC, Santos EM, Oliveira JF, Pinho RMA, Perazzo MA, Ramos JPF, Pereira GA. Fenos de capim-buffel amonizados com ureia. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2014, 15(3): 561-569.
16. Andrade AP, Quadros DG. Composição bromatológica da casca de soja amonizada com ureia. *R. Biol. Ciênc. Terr.* 2010, 11(1): 38:46.
17. Martins-Costa RHA, Cabral LS, Bhering LS, Abreu JG; Zervoudakis JT, Rodrigues RC, Oliveira IS. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 2016, 9(3): 397-406.
18. Velasquez PAT, Berchielli TT, Reis RA, Rivera AR, Dian PHM, Teixeira IAMA. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *R. Bras. Zootec.* 2010, 39 (6): 1206-1213. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000600007>.

19. Silveira NS, Berchielli TT, Canesin RC, Messana JD, Fernandes JJR, Pires AV. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade *in situ*, os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. R. Bras. Zootec. 2009, 38 (3): 570-579. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300024>.
20. Viana PT, Pires AJV, Oliveira LB, Carvalho GGP, Ribeiro LSO, Chagas DMT, Nascimento Filho CS, CARVALHO AO. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. R. Bras. Zootec. 2012, 41 (2): 292-297. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000200009>.
21. Monção FP, Oliveira ER, Gabriel AM, Souza R, Moura LV, Lempp B, Santos MV. Degradabilidade ruminal de diferentes gramíneas do gênero *Cynodon* spp. em quatro idades de corte. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. 2014, 9(2) :301-307. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i2a4012>
22. Ribeiro Junior GO, Velasco FO, Faria Júnior WG, Teixeira AM, Machado FS, Magalhães FA, Jayme DG, Gonçalves LC. *In situ* degradation kinetic of *Andropogon gayanus* grass silages harvested at three stages of maturity. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2014, 66 (6): 1883-1890. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6780>.
23. Jobim CC, Ferreira GA, Bumbieris Junior VH, Junior MC, Santos GT. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. Semin: Ciênc. Agrár. 2011, 32(2): 747-758. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p747>.
24. Rêgo AC, Paiva PCA, Muniz JÁ, Van Cleef EHCB, Machado Neto OR. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante com adição de vagem de algaroba triturada. Rev. Ciênc. Agron. 42 (11): 199-207. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100025>.
25. Detmann E, Queiroz AC, Zorki A, Mantovani HC, Bayão GFV, Gomes MPC. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função da suplementação com proteína verdadeira e/ou nitrogênio não-proteico. R. Bras. Zootec. 2011, 40(6): 1272-1279. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600016>
26. Muniz EB, Mizubuiti IY, Pereira ES, Pimentel PG, Ribeiro ELA, Pinto AP. Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. Rev. Ciênc. Agron. 2012, (43)3: 604-610. <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1456/724>, 16 Mar. 2016.
27. Clipes RC, Silva JFC, Detmann E, Vásquez HM, Henriques LT, Donatelli DM, Haddade IH, Peres AFC, Oliveira AFM. Predição da fração indegradável da fibra em detergente neutro em forragens tropicais a partir da concentração de lignina. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 2010, 11(4): 999-1011.