

# DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA E FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO PEDÚNCULO DE CAJU DESIDRATADO

ANÍBAL COUTINHO DO RÊGO,<sup>1</sup> MARGARETH MARIA TELES,<sup>2</sup> JOSÉ NEUMAN MIRANDA NEIVA,<sup>3</sup> MAGNO JOSÉ DUARTE CÂNDIDO,<sup>4</sup> JOSÉ VALMIR FEITOSA<sup>5</sup> E FERNANDO HENRIQUE TEIXEIRA GOMES<sup>6</sup>

1. Estudante de doutorado em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal. E-mail: anibalcr@gmail.com

2. Bolsista de DCR da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

3. Professor adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins

4. Professor adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará

5. Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará/Campus do Cariri

6. Estudante de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a degradação *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante contendo cinco níveis (0%; 4%; 8%; 12% e 16%, com base na matéria natural da massa ensilada) de inclusão do pedúnculo de caju desidratado (PCD). Utilizou-se delineamento em parcelas subdivididas, sendo os níveis de adição as parcelas e os tempos de incubação as subparcelas, com quatro repetições (silos). Para a confecção das silagens, empregou-se capim-elefante cortado aos setenta dias e misturado ao subproduto, em vinte tambores. Desses silos, colheram-se amostras, as quais foram pré-secas, moídas em moinho, com peneira de malha de 5 mm. Colocaram-se três gramas de amostra em cada saco de náilon, de porosidade 50 µm. Incubaram-se as amostras no rúmen por 0; 6; 48 e 96

horas em dois ovinos sem padrão racial definido, machos. Após a incubação, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, colocados em estufa a 60°C por 72 horas. Posteriormente, pesaram-se os sacos e do resíduo procedeu-se às análises químico-bromatológicas. A inclusão do PCD à ensilagem de capim-elefante aumentou a degradabilidade potencial da MS e da FDN das silagens até 12% de inclusão, com valores de 77,60% e 61,96%, respectivamente. A maior degradabilidade potencial da PB (84,80%) foi observada quando adicionados 16% de PCD à ensilagem. Houve aumento da degradabilidade efetiva da MS e FDN com a inclusão do PCD, atingindo os maiores valores com 16% de inclusão. A silagem de capim-elefante contendo pedúnculo do caju desidratado pode ser utilizada na alimentação de pequenos ruminantes.

PALAVRAS-CHAVES: *Anacardium occidentale* L., degradabilidade, ensilagem, ovinos, *Pennisetum purpureum*, Schum.

## ABSTRACT

### DEGRADATION OF DRY MATTER, CRUDE PROTEIN AND NEUTRAL DETERGENT FIBER OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH DEHYDRATED CASHEW STALK

To evaluate the dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) *in situ* degradation of elephant grass silages with five levels (0%; 4%; 8%; 12% and 16%, on a fresh matter basis of the ensiling mass) of dehydrated cashew stalk (DCS), this research was carried out. The design was a split-plot one, consisting the addition

levels the plots and the incubation times the sub-plots, with 4 replicates (silos). For the silages making, the elephant grass was cut 70 days-old and mixed to the by-product, in 20 plastic drums (silos). From these silos, samples were taken to dry, grid in a bolter of 5 mm mesh, being used 3 g of samples in each nylon bag, with 50 µm of porosity for incubation

in the rumen for 0, 6, 48 e 96 hours. Two ram without defined breed were used. After the incubation, the bags were taken out from the rumen, washed and oven dried at 60°C for 72 hours. After, they were weighed and on the residue the chemical analysis were performed. The inclusion of the DCS in the elephant grass silage increased the potential degradability of DM and NDF of the silages by 12% of the

inclusion, with values of 77.60% and 61.96% respectively. The highest potential degradability of CP (84.80%) was observed when it was added 16% of the DCS silage. The effective degradability of DM and NDF increased with the inclusion of DCS, reaching the highest values with 16% for inclusion. The elephant grass silage containing dehydrated cashew stalk can be used in feed for small ruminants.

KEY WORDS: *Anacardium occidentale* L., degradability, ensiling, *Pennisetum purpureum*, Schum., sheep.

## INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, a estacionalidade da produção de forragem tem sido um dos fatores limitantes na produção de ruminantes. Isso se deve aos baixos índices pluviométricos e à irregularidade na distribuição de chuvas durante o ano. As baixas qualidade e quantidade de forragem na época seca demandam o uso de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. Dentre as práticas de conservação existentes, a ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma das forrageiras mais usadas para a ensilagem, aproveitando-se o excesso de sua produção nas áreas de capineira. Essa gramínea é bastante difundida no Nordeste, por apresentar fácil implantação, possuir elevada produção de forragem e ser bem adaptada à região. No entanto, o excesso de umidade na época em que a planta possui melhor valor nutritivo limita a obtenção de silagem de qualidade.

A eficiência do processo fermentativo depende principalmente da espécie forrageira a ser ensilada e do seu teor de matéria seca. Para que o processo fermentativo ocorra de forma satisfatória, o teor de matéria seca da forragem deve estar entre 30% e 35% (McDONALD, 1981). Níveis de matéria seca inferiores a 30% permitem a proliferação de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais são responsáveis por fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, por perdas observadas nas silagens. Além disso, forragens ensiladas com teores de matéria seca superiores a 35% dificultam a compactação, pois provocam maiores acúmulo

de oxigênio na massa ensilada e, assim, maiores perdas.

Segundo McDONALD (1981), altos teores de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e o elevado poder tampão influenciam negativamente no processo fermentativo, impedindo que haja um rápido decréscimo do pH e propiciando a ocorrência de fermentações secundárias, que depreciam a qualidade da silagem. Ainda segundo esse autor, valores de pH entre 3,8 e 4,2 são indicativos de silagem de boa qualidade.

Os carboidratos solúveis em água são os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas. O ácido láctico, por sua vez, apresenta alto poder de dissociação de prótons H<sup>+</sup> (MOISIO & HEIKONEN, 1994), o que garante a redução rápida no pH e o alcance da estabilidade anaeróbia. Segundo KEARNEY & KENNEDY (1962), a porcentagem mínima de carboidratos solúveis para se produzir silagens lácticas deve ser, em média, de 15% na matéria seca do material ensilado. CATCHOPOOLE & HENZEL (1971) concluíram que são necessários de 13% a 16% de MS.

Como alternativa a ser utilizada para a minimização das limitações apresentadas pelo capim-elefante para a produção de silagem de qualidade, a adição de subprodutos com elevado teor de matéria seca tem constituído umas das opções mais promissoras e de aplicabilidade mais fácil ao produtor.

O cajueiro, planta originária do Nordeste do Brasil, encontra-se disseminado em todo o mundo tropical, sendo cada vez maior o interesse em sua exploração econômica, notadamente nas regiões agrícolas menos desenvolvidas, pelas características de geração de emprego e renda. Apesar do potencial de quase toda a área do território bra-

sileiro para o cultivo dessa espécie, 96% da área cultivada encontra-se no Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (AGRIANUAL, 2009).

O principal objetivo de sua exploração tem sido a obtenção da castanha, de cujo beneficiamento resulta a amêndoa, que tem alcançado altas cotações no mercado internacional de nozes comestíveis. Dessa prática resulta grande quantidade de pedúnculo que, não sendo aproveitada, é abandonada no campo.

A cajucultura desempenha papel de destaque na economia nordestina, em razão de a castanha ser o principal produto da pauta de exportação do agronegócio no Ceará. No ano de 2008, a produção de castanha de caju no Brasil foi de 277.741 toneladas, ocupando uma área de 739.151ha (AGRIANUAL, 2009). A supervalorização da castanha, juntamente com o curto período de prateleira do pedúnculo, faz com que grande parte deste não seja aproveitada. Maiores perdas desse material ocorrem no momento do descastanhamento feito para a indústria de beneficiamento da castanha.

Picos de produção do caju concentram-se na época seca do ano, ou seja, época caracterizada pela baixa produção de forragem e elevados preços dos grãos e dos concentrados deles obtidos. Assim, a utilização do pedúnculo do caju desidratado como aditivo na ensilagem tornaria possível a redução nos custos de produção animal e seria mais uma alternativa alimentar para ruminantes.

Na avaliação do valor nutritivo de um alimento, como uma silagem, por exemplo, faz-se, inicialmente, a análise proximal, quantificando-se o teor das principais variáveis nutricionais do alimento. A fim de se caracterizar melhor o valor nutritivo, pode-se avaliar também o grau de aproveitamento do alimento mediante técnicas *in vitro*, *in situ* e *in vivo*.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a degradação *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de inclusão do pedúnculo de caju desidratado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolveu-se o experimento no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (NEEF/DZ/CCA/UFC) ([www.neef.ufc.br](http://www.neef.ufc.br)), em Fortaleza, CE. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, considerando-se os níveis de adição às parcelas e os tempos de incubação às subparcelas. Empregaram-se como silos experimentais vinte tambores plásticos de 210 litros, distribuídos em cinco níveis de adição do pedúnculo do caju desidratado à ensilagem de capim-elefante (0%; 4%; 8%; 12% e 16 %, com base na matéria natural), sendo para cada tratamento quatro repetições. O efeito da inclusão do PCD sobre o desaparecimento dos componentes nutritivos das silagens foi analisado estatisticamente pela análise de variância e a regressão, por meio do *software* estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2003).

O capim-elefante utilizado para confecção das silagens foi cultivado na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC/CCA/UFC), situada no município de Pentecoste, CE, localizado na latitude 3° 51' 18" sul e longitude 39° 10' 19" oeste, com clima do tipo BSw h, semi-árido quente, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 806,5 mm. Adquiriu-se o pedúnculo do caju na agroindústria Jandaia, localizada no município de Pacajus, CE, o qual foi desidratado ao sol até atingir teor de matéria seca próximo a 85%. Posteriormente, triturou-se o subproduto em moinho tipo martelo, com peneira de 1 cm, para ser adicionado ao capim-elefante.

Para a confecção das silagens fez-se uso do capim-elefante cortado aos setenta dias de crescimento, processado em máquina picadora e misturado ao pedúnculo do caju desidratado. Procedeu-se à adição do subproduto com base na matéria natural da massa ensilada, sendo colocados em cada silo 126 kg de matéria fresca, correspondendo a uma densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>. Passados trinta dias da ensilagem, abriram-se

os silos e colheram-se amostras, as quais foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Procedeu-se à moagem destas em moinho com peneira de malha de 1 mm para análise químico-bromatológica e 5 mm para a incubação *in situ*.

Para o ensaio *in situ*, empregaram-se dois ovinos machos, sem padrão racial definido, fistulados no rúmen e com peso médio de 45 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais, com comedouro, bebedouro e cocho para o fornecimento de mistura mineral. Diariamente, *ad libitum*, em dois períodos, manhã e tarde, ofereceram-se feno de capim-elefante e concentrado à base de milho e soja. Foram utilizados sacos de náilon de 13x5 cm, com porosidade de 50 µm, para acondicionamento, em cada um deles, de três gramas de amostra. Incubaram-se esses sacos no rúmen sempre pela manhã, durante 0, 6, 48 e 96 horas após o fornecimento do alimento. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram retirados, lavados manualmente em água corrente até o desaparecimento da coloração turva, sendo levados para estufa de ventilação forçada a 60°C durante 72 horas. A partir daí, realizaram-se as análises do resíduo da incubação, matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, segundo metodologia descrita em SILVA & QUEIROZ (2002).

Para interpretação dos perfis de degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, utilizou-se o modelo assintótico exponencial de primeira ordem, conforme ØRSKOV & McDONALD (1979) adaptado por SAMPAIO et al. (1995), como segue:  $Deg = A - B * e^{-(ct)}$ , em que A = corresponde à degradação potencial do material incubado quando o tempo não é um fator limitante; B = parâmetro sem valor biológico, ou seja, se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação microbiana; a = (A-B) = fração solúvel; c = taxa de degradação por ação fermentativa de B; t = tempo de incubação no rúmen, em horas.

Uma vez calculados os coeficientes A, B e c, esses foram aplicados à equação proposta por ØRSKOV & McDONALD (1979) para o cálculo da degradabilidade efetiva, como segue:  $P = a + (bc)/(c+k)$ , em que P = degradação ruminal efetiva

do componente nutritivo analisado e k = taxa de passagem do alimento. Assumiram-se taxas de passagem da digesta para o duodeno de 2%, 5% e 8%/h.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que, para todos os tempos de incubação dos sacos no rúmen, o desaparecimento da matéria seca teve comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão do pedúnculo de caju desidratado à ensilagem de capim-elefante. O aumento no desaparecimento da matéria seca variou de 0,48 a 0,69 pontos percentuais para cada 1% de inclusão do pedúnculo de caju desidratado (Tabela 1). RODRIGUES et al. (2004), estudando a degradabilidade *in situ* da matéria seca de diferentes volumosos, observaram valores próximos aos da presente pesquisa para o desaparecimento da matéria seca de *Panicum maximum* (62,1%) e *Brachiaria brizantha* (65,3%), quando incubados no rúmen por 96 horas.

O desaparecimento da proteína bruta teve comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) para os tempos de incubação 0; 6 e 48 horas. No entanto, com 96 horas de incubação das amostras no rúmen, não se notou diferença ( $P > 0,05$ ) no desaparecimento da proteína bruta das silagens de capim-elefante com inclusão do pedúnculo de caju desidratado. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de o desaparecimento da proteína bruta para todas as concentrações de subproduto estudado apresentar tendência a estabilizar com 96 horas de incubação, cuja diferença no desaparecimento, a partir desse tempo, foi mínima para essa fração.

SILVA et al. (2005), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta do subproduto do caju e do capim-elefante, relataram que a inclusão do subproduto de caju em dietas para ruminantes deve ser feita com cautela, na medida em que pode ocorrer uma baixa disponibilidade dos nutrientes em nível ruminal (43,83% e 39,99% de desaparecimento da MS e PB às 96 horas para o subproduto puro). Para o capim-elefante, os mesmos autores quantificaram valores de 68,64% e 85,47% de desaparecimento da MS e

PB, às 96 horas, muito próximos aos encontrados neste trabalho para o desaparecimento (%) da MS. Já para o desaparecimento da proteína, os valores relatados por esses autores foram superiores.

**TABELA 1.** Desaparecimento (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante contendo pedúnculo de caju desidratado

Tempo (horas)	Concentrações do pedúnculo do caju desidratado na ensilagem					Equação	r <sup>2</sup>
	0%	4%	8%	12%	16%		
Desaparecimento da MS (%)							
0	16,56	21,13	24,30	27,18	27,56	Y=17,81+0,69x	90,76
6	21,84	27,27	28,95	30,99	31,48	Y=23,60+0,56x	84,00
48	49,85	55,45	56,65	56,84	58,84	Y=51,69+0,48x	79,61
96	58,68	62,61	64,85	68,51	68,61	Y=59,50+0,64x	94,26
Desaparecimento da PB (%)							
0	40,90	46,01	42,56	35,82	33,46	Y=42,15+0,68x-0,08x <sup>2</sup>	83,76
6	45,32	50,14	49,03	36,61	36,35	Y=46,71+0,75x-0,09x <sup>2</sup>	74,73
48	59,48	64,70	59,54	58,07	53,21	Y=60,48+0,69x-0,07x <sup>2</sup>	83,30
96	66,44	65,89	69,58	66,30	65,35	ns	-
Desaparecimento da FDN (%)							
0	-1,79	-1,62	0,74	2,07	0,80	ns	-
6	7,04	6,92	5,54	6,47	6,46	ns	-
48	43,03	46,63	45,99	46,97	47,79	ns	-
96	51,91	53,76	55,48	56,79	55,65	Y=52,61+0,26x	75,94

ns = não significativo a 5% de probabilidade

Com relação ao desaparecimento da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante com pedúnculo de caju desidratado, não foi observada diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os tempos de incubação de 0; 6 e 48 horas. Já para 96 horas de incubação das silagens no rúmen, observou-se resposta linear crescente ( $P<0,05$ ) com a inclusão do subproduto. Houve aumento de 0,26 pontos percentuais, para cada 1% de aumento na inclusão do pedúnculo de caju desidratado à ensilagem de capim-elefante. Essa resposta no desaparecimento da FDN apenas com 96 horas de incubação pode ser explicada pelo maior tempo de exposição da porção fibrosa do alimento ao ambiente ruminal.

Comparando o desaparecimento com 48 horas de incubação entre os níveis de inclusão do PCD, observa-se, para o conjunto das variáveis (MS, PB e FDN) e de parâmetros estudados, que não houve grandes diferenças a partir de 12%

de inclusão do PCD. Embora FERREIRA et al. (2004) tenham recomendado a adição do bagaço do caju *in natura* em 48% na ensilagem do capim-elefante, alguns pontos devem ser considerados. Primeiramente os referidos autores trabalharam com um subproduto de pior qualidade que o pedúnculo, do qual ainda não há resultados na literatura, esperando-se que, no caso do PCD, melhores resultados nas silagens já possam ser obtidos com menores níveis de adição. A partir de 12% de adição, já se obtém um bom desaparecimento da matéria seca. Isso é importante quando se considera que, numa escala de produção em nível de fazenda, muitas vezes o que limita a adição de elevados níveis de um subproduto à ensilagem, por melhor que seja o valor nutritivo deste, é a sua disponibilidade em grande quantidade, devendo-se considerar a viabilidade biológica de utilização de percentuais subótimos como o nível de 12% observado na presente pesquisa.

Valores da fração solúvel (a) para matéria seca tiveram tendência de aumento com a inclusão do pedúnculo de caju desidratado a ensilagem de capim-elefante (Tabela 2). Considerando-se que a fração solúvel representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos ruminais, é possível que o pedúnculo do caju desidratado tenha contribuído para o acréscimo dessa fração nas silagens, pois o tratamento com 16% de pedúnculo de caju desidratado resultou na maior solubilidade (27,56%) da matéria seca. Outro fator que deve ser levado em consideração é que a fermentação dentro do silo pode ser

responsável pelo aumento da fração solúvel (a) de gramíneas conservadas na forma de silagem (PETIT & TREMBLAY, 1992). Fração solúvel superior à observada nesta pesquisa foi relatada por CHIZOTTI et al. (2005), que avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante e verificaram 29,3% de fração (a). CARVALHO et al. (2008), trabalhando com silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau, observaram valores de fração solúvel entre 21,4% e 24,8% – próximos aos observados para as concentrações 4% e 8% de pedúnculo de caju desidratado.

**TABELA 2.** Parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante (CE) contendo pedúnculo de caju desidratado (PCD)

Silagens	Parâmetros			r <sup>2</sup>
	a	B	c	
Degradabilidade da MS				
CE + 0% PCD	16,56	46,75	0,026	0,994
CE + 4% PCD	21,13	44,64	0,031	0,998
CE + 8% PCD	24,30	45,10	0,027	0,996
CE + 12% PCD	27,18	50,42	0,019	0,994
CE + 16% PCD	27,56	48,04	0,023	0,997
Degradabilidade da PB				
CE + 0% PCD	40,89	28,72	0,021	0,961
CE + 4% PCD	46,01	20,83	0,045	0,953
CE + 8% PCD	42,56	36,93	0,012	0,944
CE + 12% PCD	35,82	38,58	0,012	0,956
CE + 16% PCD	33,45	51,41	0,010	0,959
Degradabilidade da FDN				
CE + 0% PCD	-1,79	57,01	0,032	0,992
CE + 4% PCD	-1,62	59,13	0,035	0,992
CE + 8% PCD	0,74	61,58	0,028	0,994
CE + 12% PCD	2,07	62,01	0,027	0,990
CE + 16% PCD	0,80	60,68	0,031	0,994

A fração solúvel (a) da proteína bruta diminuiu à medida que foi incluído o pedúnculo do caju desidratado à ensilagem de capim-elefante. Esse comportamento pode ser explicado pelo elevado teor de tanino presente no pedúnculo de caju (SOARES et al., 2001). Os taninos são compostos fenólicos que possuem a habilidade de ligar-se a proteínas, combinar-se à celulose e pectina para formar complexos insolúveis (BATTISTIN et al.,

2004) e muitas vezes os indisponibilizam aos animais. Já para a fração solúvel da fibra em detergente neutro, observaram-se valores próximos a zero, o que já era esperado, já que essa fração não é solúvel em água. Valores da fração solúvel maiores que zero se justificam por uma possível perda de partículas que escapam por poros dos saquinhos. Já valores inferiores a zero podem ser justificados por uma possível contaminação dos saquinhos.

A fração potencialmente degradável (B) da matéria seca ficou entre 44,64% e 50,42%. Trata-se de valores próximos aos observados por PEREIRA et al. (2000), que trabalharam com capim-elefante adicionado de resíduos do beneficiamento do milho e da soja, obtendo fração potencialmente degradável entre 43,43% e 53,20%. Segundo SAMPAIO (1994), a interpretação de B não interfere na classificação da forrageira, já que ele normalmente indica quanto do potencial de degradação foi efetivamente devido à ação químico-biológica. Já a fração potencialmente degradável da proteína bruta aumentou para as silagens que continham pedúnculo de caju desidratado, passando de 20,83% com 4% de inclusão do subproduto para 51,41% para 16% de PCD. MARTINS et al. (1999), avaliando a degradabilidade ruminal da silagem de milho, observaram valor de 37,3% para a fração B, o que é próximo ao observado neste trabalho para a silagem de capim-elefante, contendo 8% de PCD. Observando-se a fração potencial degradável (B) da fibra em detergente neutro, os valores estão entre 57,01% e 62,01%, o que está condizente aos observados em silagem de boa qualidade, como no caso a silagem de milho (57,83% a 64,34%), segundo KATSUKI et al. (2006).

Com relação à taxa de degradação (c) da matéria seca, observou-se que a inclusão de 4% do PCD apresentou maior valor. A partir desse nível, houve redução com a adição de até 12% do subproduto, elevando-se ligeiramente a partir dele. Altos valores de (c) significam que o potencial máximo de degradação é alcançado em menor tempo. Conforme SAMPAIO (1994), taxas de degradação da matéria seca inferiores a 2% por hora indicam alimentos de baixa qualidade, pois necessitam de longo tempo de permanência no rúmen para serem degradados, como por exemplo a maioria dos volumosos tropicais. A taxa de degradação (c) da proteína bruta apresentou maior valor com 4% de inclusão do PCD, diminuindo à medida que o nível de adição aumentou. Baixos valores de taxa de degradação para proteína bruta podem ser explicados pela presença de tanino complexados, prejudicando, assim, a ação da microflora ruminal.

Com relação à taxa de degradação (c) da fibra em detergente neutro, o nível de inclusão de 4% apresentou maior valor, havendo a partir desse nível redução da taxa de degradação com a inclusão de até 12% do pedúnculo de caju desidratado. Segundo CHESSON et al. (1985), a variação na taxa de degradação (c) deve-se à preferência das bactérias ruminais por diferentes tipos de tecidos vegetais. Essa observação é coerente com o fato de maiores níveis de aditivos poderem favorecer ou não a população microbiana no rúmen, responsável pela degradação de carboidratos não estruturais predominantes nas silagens. Taxas de degradação da FDN situadas entre 2% e 6% por hora são consideradas boas para alimentos volumosos de qualidade (MERTENS, 1993).

Para a matéria seca, observou-se que a degradabilidade potencial (DP) tendeu a aumentar até 12% de inclusão do pedúnculo de caju à ensilagem de capim-elefante, atingindo o valor máximo de 77,43%, possível de ser degradado no rúmen (Tabela 3). Resultados semelhantes de degradabilidade potencial da MS para silagens com 0% e 4% de PCD foram observados por CABRAL et al. (2005), que, avaliando a degradação ruminal da silagem de capim-elefante, verificaram degradabilidade potencial de 64,9% da MS. Segundo SAMPAIO (1994), forragens com altos valores de DP apresentam tendência a ter maior digestibilidade. A degradabilidade potencial (DP) da proteína bruta apresentou valor máximo (84,40%) com 16% de inclusão do PCD à ensilagem de capim-elefante. No entanto, ela não apresentou comportamento normal crescente.

A degradabilidade potencial (DP) da fibra em detergente neutro teve comportamento semelhante ao observado para a matéria seca, ou seja, tendeu a aumentar com a inclusão do PCD à ensilagem de capim-elefante, registrando-se o valor máximo de 61,96% com 12% de inclusão. COSTA et al. (2005), avaliando a degradabilidade *in situ* do subproduto do processamento do caju e do capim-elefante, verificaram valores de 42,23% para a degradabilidade potencial (DP) da FDN do subproduto, o que é muito baixo em relação à degradação da FDN do capim-elefante no referido trabalho (73,05%). Esses dados su-

gerem uma possível redução na degradabilidade potencial das silagens com os níveis crescentes de adição do subproduto do caju. Como os referidos autores trabalharam com bagaço de caju e no presente trabalho foi utilizado o pedúnculo do caju, a divergência na resposta pode ser creditada a diferenças nutricionais entre esses dois subprodutos, em que o pedúnculo de caju deve apresentar

valor nutritivo superior ao bagaço de caju, tendo esse passado pelo processo de extração do suco. SARTI et al. (2005), em trabalho envolvendo silagem de capim-elefante com inóculo bacteriano, observaram valores de degradabilidade da FDN de 60,5%, ou seja, próximos aos observados neste trabalho, para as silagens com 8% de inclusão do pedúnculo de caju desidratado.

**TABELA 3.** Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (P) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante (CE) contendo pedúnculo de caju desidratado (PCD)

Silagens	Degradabilidade potencial (DP)	Degradabilidade efetiva (P)		
		Taxa de passagem (%/hora)		
		2	5	8
Matéria seca (%)				
CE + 0% PCD	63,31	42,71	32,42	27,94
CE + 4% PCD	65,77	47,92	37,99	33,43
CE + 8% PCD	69,40	49,70	39,80	35,45
CE + 12% PCD	77,60	51,19	40,77	36,73
CE + 16% PCD	75,60	52,29	41,96	37,65
Proteína bruta (%)				
CE + 0% PCD	70,03	55,96	49,63	47,04
CE + 4% PCD	66,50	60,26	55,79	53,46
CE + 8% PCD	81,21	56,90	49,94	47,53
CE + 12% PCD	72,97	53,82	45,97	42,89
CE + 16% PCD	84,80	50,68	42,08	39,20
Fibra em detergente neutro (%)				
CE + 0% PCD	54,73	33,00	20,27	14,36
CE + 4% PCD	56,38	35,40	22,38	16,13
CE + 8% PCD	60,31	35,50	22,13	16,19
CE + 12% PCD	61,96	36,48	23,07	17,18
CE + 16% PCD	59,51	36,49	23,27	17,20

A degradabilidade efetiva (P) da MS, PB e FDN decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k), se observados todos os níveis de inclusão estudados. Esse comportamento é explicado pelo menor tempo de permanência do alimento no trato digestivo para a ação da microbiota ruminal. Observou-se que a degradabilidade efetiva da matéria seca aumentou com o acréscimo do PCD à ensilagem, atingindo valores máximos no nível de 16%. Os valores obtidos neste estudo para a degradabilidade efetiva da MS das silagens com 12% de inclusão do pedúnculo de caju desidratado foram semelhantes aos descritos por SARTI et al. (2005), que avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-

bacteriano e observaram degradabilidade efetiva de 54,6%, 40,6% e 34,5% para as respectivas taxas de passagem, 2%, 5% e 8%/hora.

A degradabilidade efetiva (P) da proteína bruta aumentou de 0% para 4% de inclusão do PCD, atingindo nesse nível os maiores valores. A partir daí, a degradabilidade efetiva diminuiu com a inclusão do PCD à ensilagem. Para a fibra em detergente neutro, observou-se que a degradabilidade efetiva (P) decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todos os níveis de inclusão estudados, sendo que, para todas as taxas de passagem estudadas, o nível de adição de 16% apresentou os maiores valores de degradabilidade efetiva.

## CONCLUSÕES

A inclusão do pedúnculo de caju desidratado ao capim-elefante resulta em silagem com maior degradabilidade potencial e efetiva, podendo ser utilizado como fonte de volumoso em dietas para ruminantes.

A quantidade de subproduto disponível na agroindústria também deve ser considerada para a escolha do nível de adição mais adequado.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial (PET-Agronomia) da Universidade Federal do Ceará, pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2009. Anuário da Agricultura Brasileira. **Caju**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2009. p. 231-232.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p. 63-72, 2004.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; DETMANN, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p.1347-1354, 2008.
- CATCHAPOOLE, V. R.; HENZEL, E. F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, v. 41, n. 3, p. 213-221, 1971.
- CHESSON, A.; GORDON, A. H.; LOMAX, J. A. Methylation analysis of mesophyll, epidermis and fibre cells: walls isolated from the leaves of perennial and Italian rygrass. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 141, p. 137-147, 1985.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; GALHÃES, K. A.; MARCONDES, M. I. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2093-2102, 2005.
- COSTA, J. B.; ROGÉRIO, M. C. P.; SAMPAIO, I. B. M.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; CARVALHO, F. B.; MARTINS, G. A.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Degradabilidade ruminal das frações fibrosas do subproduto de caju (*Anacardium occidentale*) e do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos...Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2005. Disponível em: [http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds\\_e\\_anais.html](http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html).
- FERREIRA, D. F. **SISVAR 4. 6**: sistema de análise estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. Software.
- FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1380-1385, 2004.
- KATSUKI, P. A.; MIZUBUTI, I, Y.; PEREIRA, E. S.; RAMOS, B. M. O.; RIBEIRO, E. L. A.; MOREIRA, F. B.; ROCHA, M. A.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C. Cinética ruminal da degradação de nutrientes da silagem de milho em ambiente ruminal inoculado com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2421-2426, 2006.
- KEARNEY, P. C.; KENNEDY, W. K. Relationship between lasses of fermentable sugars and changes in organic acids of silage. **Agronomy Journal**, v. 54, n. 2, p.114-115, 1962.
- MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons, 1981. 226 p.
- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p.13-51.

- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science Technology**, v. 47, n.1-2, p.107-124, 1994.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.
- PEREIRA, E. S.; PAIVA, P. C. A.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V.; POZZA, P. C.; ARRUDA, A. M. V. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante adicionadas de resíduos do beneficiamento do milho e da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2354-2358, 2000.
- PETIT, H. V.; TREMBLAY, G. H. *In situ* degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 774-781, 1992.
- RODRIGUES, A. L. P.; SAMPAIO, I. B. M.; CARNEIRO, J. C.; TOMICH, T. R.; MARTINS, R. G. R.; Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.
- SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 31., 1994, Maringá, **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 81-88.
- SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J. OWEN, E. Optimal design for studying dry matter degradation in the rumen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 47, n. 3, p. 373-383, 1995.
- SARTI, L. L.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; JACOBS, F. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n.1, p.1-10, 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, V. L.; ROGÉRIO, M. C. P.; SAMPAIO, I. B. M.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; MARTINS, G. A.; RODRIGUEZ, N. M.; FREITAS, C. A. S.; GONÇALVES J. S. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta do subproduto de caju (*Anacardium occidentale* L.) e do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) em ovinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- SOARES, L. C.; OLIVEIRA, G, S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA JUNIOR, A. Obtenção de bebida a partir de suco de caju (*Anacardium occidentale*, L.) e extrato de guaraná (*Paullinia cupana sorbilis* Mart. Ducke). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 387-390, 2001.

---

Protocolado em: 15 nov. 2007. Aceito em: 3 jun. 2009.