

PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA À SILAGEM DE SORGO CORRIGIDA COM UREIA E FARELO DE ALGODÃO EM DIETAS PARA NOVILHOS GIROLANDO¹

R. S. Lima², R. A. S. Pessoa^{3*}, W. G. Nascimento⁴, J. R. C. Silva³, I. Ferraz⁵

¹Recebido em 27/03/2017. Aprovado em 09/02/2018.

²Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, PE, Brasil.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

⁴Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

⁵Instituto Agronômico de Pernambuco, Caruaru, PE, Brasil.

*Autor correspondente: ricardo.spessoa@ufrpe.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho, a digestibilidade aparente, a excreção de ureia, o balanço de nitrogênio e a síntese microbiana ruminal de novilhos Girolando (5/8 Holandês-Zebu). Foram utilizados 18 animais com aproximadamente 320 ± 32 kg de peso corporal e 24 ± 2 meses de idade, em um delineamento inteiramente casualizado, sendo o peso corporal inicial utilizado como covariável. O ensaio experimental teve duração de 84 dias. Os tratamentos consistiram na associação da silagem de sorgo corrigida com ureia e do farelo de algodão à palma forrageira em três proporções da dieta: 1) 60% de palma forrageira (PF) + 38% de silagem de sorgo corrigida com ureia (SSU) (3% de ureia) + 0% de farelo de algodão (FA); 2) 60% de PF + 26,5% de SSU (1,5% de ureia) + 11,5% de FA; 3) 60% de PF + 15% de silagem de sorgo + 23% de FA. Não foi observada influência significativa dos tratamentos sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica. A associação do farelo de algodão à dieta resultou em maior ganho de peso corporal e melhor conversão alimentar (31%). Os animais alimentados com maior proporção de silagem de sorgo corrigida com ureia associada à palma forrageira como base da dieta excretaram menos nitrogênio nas fezes e na urina. Não foi observada influência dos tratamentos sobre a síntese de proteína microbiana ruminal. Recomenda-se o nível 26,5 e 11,5% de silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão, respectivamente, associados à palma forrageira (60%) em dietas para novilhos de origem leiteira, com uso reduzido de ingredientes concentrado.

Palavras-chave: fibra, nitrogênio, novilho de origem leiteira, *Opuntia ficus-indica*, suplementação.

SPINELESS CACTUS ASSOCIATED TO SORGHUM SILAGE CORRECTED WITH UREA AND COTTONSEED MEAL IN DIETS FOR GIROLANDO STEERS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the performance, the apparent digestibility, the urea excretion, nitrogen balance and the microbial ruminal synthesis in *Girolando* steers (5/8 Holstein-Zebu). Thirty-eight animals with an initial average weight of 320 ± 32 kg and 24 ± 2 months old were distributed randomly in individual pens. The animals were assigned to completely randomized design and initial body weight was used as a covariate in the statistical model. The trial lasted 84 days. The treatments were: 1 - 60% of spineless cactus (SC) + 38% of sorghum silage corrected with urea (SSU) (3% of urea) + 0% of cottonseed meal (CM); 2 - 60% of SC + 26.5% of SSU (1.5% of urea) + 11.5% of CM; 3 - 60% of SC + 15% of sorghum silage + 23% of CM. The treatments had no effect on the intake and digestibility of dry matter and organic matter. The association of cottonseed to diet resulted in greater body weight gain and better feed conversion (31%). The animals fed with high proportion of sorghum silage associate to spineless cactus as base of diet excreted less nitrogen urinary and fecal. The experimental diets had no effect on the ruminal microbial protein synthesis. We recommended 26.5 and 11.5% of sorghum silage corrected with

urea and cottonseed meal, respectively, associated to spineless cactus in diets for dairy steers, with less concentrate ingredients in the diet.

Key words: fiber, nitrogen, dairy steers, *Opuntia ficus-indica*, supplementation.

INTRODUÇÃO

A utilização de animais de origem leiteira para produção de carne representa uma alternativa viável e sustentável, uma vez que permite aproveitar os machos nascidos, agregando valor ao sistema de produção. No Brasil, a utilização de novilhos de origem leiteira para produção de carne está muito aquém do seu potencial, enquanto que em países como os Estados Unidos, Nova Zelândia e Canadá a contribuição de bovinos de origem leiteira para produção de carne é bastante significativa.

Nos sistemas tradicionais de produção de leite no Nordeste do Brasil, o desempenho dos rebanhos sofre grandes variações por causa do regime de chuvas da região. As principais bacias leiteiras estão localizadas no semiárido, onde a atividade é desenvolvida, basicamente, em estabelecimentos familiares. Em períodos de estiagem prolongada aumenta a necessidade de insumos para a alimentação animal, pondo em risco a sustentabilidade dos sistemas, principalmente quando se tornam mais dependente de alimentos concentrados.

A palma forrageira é imprescindível para alimentação dos rebanhos no semiárido nordestino, sendo muitas vezes a única fonte de forragem disponível nos períodos de escassez, capaz de atender aos requerimentos energéticos dos animais quando em altas proporções na dieta (Ferreira et al., 2011). No entanto, é preciso atentar para as principais deficiências dessa cactácea, notadamente compostos nitrogenados e fibra em detergente neutro, os quais devem ser suplementados por meio da associação com volumosos e fontes de nitrogênio.

A associação da palma forrageira a alimentos volumosos tem como premissa a inclusão de fibra de alta efetividade ao sistema, contribuindo para o estabelecimento da estratificação bifásica do conteúdo ruminal. A silagem de sorgo é uma fonte de volumoso tradicionalmente utilizado nas bacias leiteiras do Nordeste do Brasil.

A introdução de fontes de nitrogênio a dieta, de origem protéica ou não, resultará em melhor desempenho animal pela contribuição direta à microbiota ruminal e/ou pela maior participação da proteína alimentar na composição da fração protéica metabolizável.

O farelo de algodão representa um importante subproduto regional, de custo inferior as fontes protéicas tradicionalmente utilizadas. No entanto, estudos devem ser feitos visando avaliar a proporção ideal destes ingredientes em associação a palma forrageira na dieta de animais ruminantes.

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da associação da palma forrageira à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em diferentes proporções sobre o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, o desempenho, o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana ruminal em novilhos da raça Girolando.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Caruaru, pertencente ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). Foram utilizados 18 novilhos Girolando (5/8 Holandês-Zebu), não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de $320,0 \pm 32$ kg e 24 ± 2 meses de idade, mantidos em regime de confinamento em baias dotadas de comedouros e bebedouros individuais. O comitê de ética no uso de animais da UFRPE autorizou a execução do projeto conforme protocolo nº 004/2009. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável.

Os tratamentos experimentais consistiram de diferentes proporções de silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão associados à palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). Esses foram divididos em três proporções da dieta: 1) 60% de palma forrageira (PF) + 38% de silagem de sorgo corrigida com ureia (SSU) + 0% de farelo de algodão (FA); 2) 60% de PF + 26,5% de SSU + 11,5% de FA; 3) 60% de PF + 15% de SSU + 23% de FA (Tabela 1).

Previamente ao início do período experimental, os novilhos receberam tratamento contra endo e ectoparasitos, e suplementação vitamínica (ADE). Durante os 21 dias que antecederam o início do estudo, os animais receberam alimentação similar à do período experimental, com objetivo de reduzir o ganho compensatório. O ensaio experimental teve duração de 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias cada, sendo realizadas as coletas de dados

Tabela 1. Proporção de ingredientes nas dietas experimentais.

Ingrediente (% da MS)	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)		
	38/0	26,5/11,5	15/23
Palma Forrageira	60,0	60,0	60,0
Silagem de Sorgo	38,0	26,5	15,0
Farelo de Algodão	0,0	11,5	23,0
Mistura Mineral ¹	2,0	2,0	2,0

¹por kg do produto: 65 g P, 90 g Ca, 145 g Na, 4,69 g S, 2.880 mg Zn, 1.200 mg Cu, 1.500 mg Fe, 1.050 mg Mn, 44,50 mg Co, 60 mg I, 10 mg Se, 650 mg F (max.).

e a avaliação do consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.

Os novilhos foram pesados no início do período experimental e, posteriormente, a cada 28 dias, após jejum prévio de sólidos de 16 horas. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia na forma de mistura completa, sendo 50,0% oferecido às oito horas da manhã e 50,0% às 16 horas, permitindo sobras de no máximo 10,0% do total da matéria seca fornecida. Diariamente, registraram-se as quantidades de alimentos fornecidos e das sobras de cada animal

para calcular o consumo e semanalmente confeccionadas amostras que foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas para posteriores análises em laboratório.

As análises de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Detmann et al. (2012). Periodicamente, foram realizadas análises dos ingredientes fornecidos para o ajuste das dietas. A composição química dos alimentos e das dietas é indicada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes alimentares e das dietas experimentais.

Item	Alimentos			
	Palma Forrageira	Silagem de Sorgo	Farelo de Algodão	Ureia
Matéria seca ¹	10,4	33,2	89,8	98,3
Matéria orgânica ²	88,6	93,8	94,0	99,9
Proteína bruta ²	3,5	4,6	41,2	265,0
Extrato etéreo ²	2,3	2,4	0,9	--
Carboidratos não fibrosos ²	45,7	25,8	21,9	--
Fibra em detergente neutro ²	37,1	61,0	30,0	--
	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)			
	38/0	26,5/11,5	15/23	
Matéria seca ¹	18,1	25,0	31,9	
Matéria orgânica ²	86,3	87,6	88,9	
Proteína bruta ²	11,7	12,0	12,3	
Extrato etéreo ²	2,2	2,1	2,0	
Carboidratos não fibrosos ²	28,8	32,6	36,3	
Fibra em detergente neutro ²	43,6	41,0	38,3	
Nutrientes digestíveis totais ²	60,4	60,4	61,9	

¹% na matéria natural; ²% na matéria seca.

Em função da presença de ureia nas dietas, os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2001), sendo: $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \%ureia) + \%FDN + \%EE + \%cinzas]$.

No 16º e no 17º dia de cada período experimental foram realizadas coletas de fezes as oito e 18 horas para a avaliação da digestibilidade. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à 60°C/72 horas, e processadas em moinho de facas com peneira de 1mm de crivo, elaborando-se uma amostra composta por animal.

Para a estimativa da excreção fecal foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDA_i) como indicador interno, obtida após 264 horas de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, utilizando sacos de TNT (tecido não tecido), segundo Casali et al. (2008). No material remanescente da incubação foi determinada a FDA_i , conforme descrito por Detmann et al. (2012), sendo considerada a FDA_i . A estimativa da excreção de matéria seca fecal foi obtida pela relação entre a quantidade do indicador interno FDA_i e sua concentração nas fezes: $\text{matéria seca fecal (g/dia)} = \text{quantidade ingerida de } FDA_i \text{ (g)} \times 100 / \text{concentração de } FDA_i \text{ nas fezes (\%)}$.

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total de nitrogênio excretado nas fezes e na urina. A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi realizada segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

Para a determinação da síntese da proteína microbiana ruminal, amostras spot da urina dos animais foram coletadas uma vez no terceiro período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal, durante micção espontânea. Da urina coletada, após homogeneização e filtragem, foram obtidas alíquotas de 10 mL, que foram diluídas em 40mL de ácido sulfúrico 0,036N, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Quando necessário, as amostras tiveram pH ajustado para abaixo de três, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purina e, posteriormente, foram acondicionadas em recipientes plásticos, devidamente identificados e congeladas para posteriores análises de ureia, nitrogênio total, creatinina, ácido úrico e alantoína.

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina. A excreção urinária diária de creatinina foi estimada por intermédio da equação

proposta por Chizzotti et al. (2006), considerando que, para animais em crescimento, a porcentagem de tecido muscular varia de acordo com o peso corporal do animal e, conseqüentemente, a excreção de creatinina (mg/kg de PC) pode ser alterada.

As análises de alantoína na urina foram realizadas pelo método colorimétrico, seguindo a metodologia proposta por Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). As análises e determinações de creatinina, ácido úrico e ureia foram realizadas por meio de *kits* comerciais (Doles®).

A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina. As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas por meio da equação descrita por Verbic et al. (1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen foi calculada em função das purinas absorvidas por meio da equação proposta por Chen & Gomes (1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM, do programa SAS® (Statistical Analysis System, version 8.0). O nível de significância adotado para a análise de variância foi de 5%. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

O seguinte modelo foi utilizado nas análises: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$, onde: Y_{ij} é a variável dependente observada; μ é a média geral; T_i é o efeito do tratamento ($i = 1 \text{ a } 3$); $\beta (X_{ij} - X)$ é o efeito da covariável; e e_{ij} é o erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes proporções de farelo de algodão e silagem de sorgo em associação a palma forrageira não alteraram ($P \geq 0,05$) o consumo de matéria seca (kg/dia e % do PC), matéria orgânica e de nutrientes, exceto o consumo de CNF. No entanto, os animais alimentados com maior proporção de silagem de sorgo corrigida com ureia e sem farelo de algodão na dieta apresentaram menor ganho de peso corporal e pior conversão alimentar ($P \leq 0,05$) quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 3).

A similaridade na composição nutricional das dietas não permitiu alterações nos mecanismos que controlam o consumo, o que justifica os resultados observados. No entanto, a oferta de farelo de algodão proporcionou melhor utilização dos nutrientes, resultando em melhor desempenho

Tabela 3. Consumo de nutrientes e desempenho animal em função da associação da palma forrageira à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em diferentes proporções.

Item	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)				Valor <i>P</i>
	38/0	26,5/11,5	15/23	CV (%)	
MS (kg/dia)	7,75	7,79	8,11	10,56	0,084
MS (g/kg%PC)	2,42	2,43	2,53	10,21	0,079
MO (kg/dia)	6,90	6,91	7,22	10,55	0,081
PB (kg/dia)	0,90	0,98	1,04	10,92	0,103
EE (kg/dia)	0,16	0,15	0,15	11,47	0,303
CNF (kg/dia)	2,38 b	2,53 ab	2,89 a	11,67	0,038
FDN (kg/dia)	3,45	3,23	3,13	10,37	0,298
GMD (kg/dia)	0,65 b	0,86 a	0,92 a	14,41	0,005
CA (kg MS/kg GMD)	11,83 a	9,00 b	8,79 b	8,15	0,000

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação; *P* = probabilidade de ser aceita a hipótese de nulidade; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; PC = peso corporal; GMD = ganho de peso médio diário; CA = conversão alimentar.

dos animais. O farelo de algodão representa uma boa fonte de proteína não degradável no rúmen (Krishnamoorthy et al., 1983) e pode ter contribuído para maximizar o suprimento de proteína metabolizável aos animais, aumentando o fluxo intestinal de aminoácidos, resultando em melhor desempenho animal.

A ausência de efeitos sobre os consumos de matéria seca e matéria orgânica resultou em semelhantes consumos de nutrientes pelos animais. A inclusão do farelo de algodão aumentou o teor de CNF nas dietas e, conseqüentemente, o consumo de CNF. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas para o consumo de matéria seca, ressalta-se que aproximadamente 0,9 e 1,9 kg de farelo de algodão, em média, foram consumidos pelos animais alimentados com 11,5 e 23,0% de farelo de algodão, respectivamente.

O ganho em peso corporal de 0,65 kg/dia embora tenha sido inferior (aproximadamente 75% do obtido com os demais tratamentos) é bastante expressivo para dietas sem o uso de alimento concentrado. A utilização da ureia como fonte de nitrogênio mostrou-se eficiente. De acordo com Ferreira et al. (2009), a inclusão da ureia em dietas a base de palma forrageira torna-se viável uma vez que se pressupõe adequada sincronização entre o suprimento de energia e o nitrogênio para os microrganismos ruminais, considerando a alta concentração de carboidratos solúveis na palma,

que facilita a incorporação do nitrogênio da ureia na proteína microbiana, principal fonte de proteína metabolizável para o animal hospedeiro. Desta forma, o teor de proteína da palma, insuficiente para o adequado desempenho animal, pode ser aumentado. No presente estudo, a suplementação nitrogenada (NNP) foi eficiente no sentido de corrigir os insuficientes teores proteicos da palma forrageira e do volumoso a este associado (silagem de sorgo).

A palma forrageira correspondeu a 60% das dietas e, sendo um alimento energético, pode suprir completamente a exigência de energia dos animais quando utilizada em elevadas proporções, como no presente estudo.

O maior ganho em peso observado sem a ocorrência concomitante do aumento no consumo de matéria seca resultou em melhor conversão alimentar para os animais que receberam farelo de algodão. Esse resultado sugere que houve uma utilização mais eficiente dos nutrientes ingeridos, reforçando a possibilidade de que houve maior consumo de proteína metabolizável nos tratamentos com participação do farelo de algodão. Pereira et al. (2006) observaram conversão alimentar de 8,7 kg de MS/kg de ganho de peso corporal em bovinos de corte alimentados com dietas a base de silagem de sorgo. No entanto, para este resultado foi utilizado 35% de concentrado na dieta (milho e soja), representando um consumo médio aproximado

de 3,0 kg de suplemento/dia. No presente estudo, conversão alimentar semelhante foi obtida com o uso do farelo de algodão em proporção bastante inferior (11,5% na MS) a utilizada pelos referidos autores, demonstrando o potencial da palma forrageira.

De acordo com Ferreira et al. (2011), a alimentação de ruminantes no Nordeste do Brasil deve basear-se na utilização de recursos forrageiros adaptados às condições edafoclimáticas da região, subprodutos da agroindústria local, fontes alternativas de nitrogênio não-proteico e alimentos concentrados de baixo custo. Os sistemas de produção já existentes, para serem competitivos, devem apoiar-se nesses recursos locais e/ou de custos mais reduzidos e potencialmente agregados pela pesquisa. Neste sentido, é importante observar que os animais que receberam o nível intermediário de farelo de algodão (11,5%) apresentaram desempenho semelhante aos que receberam nível máximo do subproduto (23,0%), proporcionando ao sistema menor dependência pelo alimento concentrado.

Não foram observados efeitos dos tratamentos ($P \geq 0,05$) sobre a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e da fibra em detergente neutro foram influenciados ($P \leq 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 4).

O coeficiente de digestibilidade aparente da PB foi superior ($P \leq 0,05$) para as dietas com maior proporção de silagem de sorgo. Este resultado pode ser explicado pela participação da ureia como fonte de NNP em correção a proteína da silagem (1,5 e 3,0% na MS das dietas) e a elevada solubilidade que esse ingrediente apresenta no rúmen.

O coeficiente de digestibilidade da FDN também foi superior ($P \leq 0,05$) para as dietas com maior proporção de silagem de sorgo e, conseqüentemente, maior participação da ureia. As bactérias que degradam carboidratos estruturais possuem elevada necessidade em utilizar nitrogênio não proteico para se multiplicarem, sendo necessário que haja quantidades suficientes de amônia no meio ruminal, proporcionando um maior crescimento dos microrganismos fibrolíticos, aumentando a capacidade de degradação da fibra vegetal. De acordo com Russell et al. (1992), as bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais utilizam amônia como única fonte de nitrogênio e são altamente prejudicadas quando há deficiência de nitrogênio no rúmen, explicando o comportamento observado.

Foram observados efeitos significativos dos tratamentos ($P \leq 0,05$) sobre as excreções da ureia e nitrogênio na urina e nas fezes, e sobre o balanço de nitrogênio (Tabela 5).

Observou-se menor excreção urinária de ureia ($P \leq 0,05$) nos animais que não receberam farelo de algodão na dieta. A excreção urinária de ureia representa elevado custo biológico, segundo Van Soest (1994), um gasto energético de 12 kcal/g de nitrogênio excretado.

De acordo com Carvalho et al. (2010), dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen, cerca de 50 a 70% são degradados pelos microrganismos, liberando amônia. A amônia produzida é absorvida sempre que excede o nível de utilização pelos microrganismos ruminais e, por meio da circulação entero-hepática, chega ao fígado, onde é transformada em ureia. Parte da ureia é reciclada, via saliva e parede ruminal,

Tabela 4. Digestibilidade dos nutrientes em função da associação da palma forrageira à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em diferentes proporções.

Item	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)				Valor <i>P</i>
	38/0	26,5/11,5	15/23	CV (%)	
MS	69,81	68,46	68,23	1,74	0,086
MO	71,62	70,89	70,24	1,64	0,167
PB	77,98 a	75,55 ab	72,57 b	3,25	0,008
EE	68,54	65,76	64,18	9,46	0,235
CNF	75,23	77,63	80,07	7,59	0,392
FDN	48,58 a	42,53 b	38,22 c	4,84	0,000

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação; *P* = probabilidade de ser aceita a hipótese de nulidade; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro.

Tabela 5. Excreção urinária de ureia e balanço de nitrogênio em função associação da palma forrageira à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em diferentes proporções.

Variáveis	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)				Valor <i>P</i>
	38/0	26,5/11,5	15/23	CV (%)	
Ureia na urina (g/dia)	44,20 b	52,50 a	60,65 a	15,74	0,002
Ingestão de N (g/dia)	144,00	157,63	166,97	10,92	0,103
N nas fezes (g/dia)	31,69 c	38,57 b	45,42 a	12,33	0,001
N na urina (g/dia)	30,96 c	47,92 a	39,54 b	15,62	0,001
Balanço de N ¹	56,21 a	45,16 b	48,15 b	9,44	0,004

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação; *P* = probabilidade de ser aceita a hipótese de nulidade; ¹Porcentagem do nitrogênio ingerido.

e volta para o rúmen, e a outra parte é excretada na urina (Kozloski, 2002). Desta forma, pode-se inferir que houve adequada sincronização na utilização do N dietético e dos carboidratos não fibrosos provenientes da mistura da silagem de sorgo com palma forrageira da dieta sem o uso do farelo de algodão.

O melhor aproveitamento do N dietético observado nos animais alimentados sem farelo de algodão associado à dieta (38/0) resultou em menor excreção de N nas fezes. Nas dietas com a presença do farelo de algodão (25,5/11,5 e 15/23) observou-se maior quantidade de proteína não digerida, com conseqüente aumento de excreção de N fecal. Este comportamento resultou em influência negativa sobre o balanço de nitrogênio, com maior retenção de N observado no tratamento com maior proporção de silagem, sem farelo de algodão, levando a eficiência de 56,2% de aproveitamento do N ingerido. É importante que se busque aperfeiçoar o uso dos compostos nitrogenados da dieta devido à proteína representar o nutriente de maior custo na formulação das rações, além de prevenir maior contaminação ambiental com altas excreções de nitrogênio.

Não houve diferença significativa ($P \geq 0,05$) para excreção urinária de derivados de purinas e síntese de proteína microbiana em função das dietas experimentais (Tabela 6).

Pessoa et al. (2009), trabalhando com novilhas leiteiras alimentadas com dietas a base de palma forrageira associada a ureia sem o uso de alimento concentrado e em proporções semelhantes a do presente estudo, observaram excreção urinária de derivados de purina de aproximadamente 93,1 mmol/dia. Com a introdução de 11,7% de farelo de algodão a dieta os mesmos autores observaram

excreção de 116,4 mmol/dia de derivados de purina na urina, valores inferiores aos observados no presente estudo. No entanto, é importante destacar que os referidos autores utilizaram o bagaço de cana-de-açúcar associado à palma forrageira, volumoso de qualidade inferior ao utilizado no presente estudo (silagem de sorgo).

São muitos os fatores que podem influenciar a síntese de proteína microbiana no rúmen. A produção de 546,6 g/dia de proteína microbiana para a dieta sem o uso de farelo de algodão suplementar é bastante expressiva e superior (aproximadamente 50%) a observada por Pessoa et al. (2009).

Detmann et al. (2005) ressaltaram que os processos de degradação celulolítica e do crescimento das bactérias devem ser enfatizados no estudo das interações com outras espécies microbianas, não somente as que degradam compostos fibrosos e utilizam basicamente nitrogênio não protéico para a síntese microbiana. Aquelas fornecem compostos essenciais, como vitaminas do complexo B e ácidos graxos de cadeia ramificada, que funcionam como precursores de aminoácidos essenciais, ácidos graxos estruturais e alguns aldeídos. Nesse sentido, a suplementação da dieta com fontes de proteína verdadeira pode melhorar a produção microbiana. No entanto, este comportamento não foi observado no presente estudo.

Pessoa et al. (2009) também não observaram diferenças na síntese microbiana quando da utilização de ureia ou farelo de algodão associados a palma forrageira em proporções semelhantes a do presente estudo. De acordo com Tosto et al. (2008), quando há oferta suficiente de carboidratos não fibrosos e digestíveis, a maioria dos microrganismos presentes no rúmen pode sintetizar proteína a

Tabela 6. Excreção urinária de derivados de purinas, purinas absorvidas e síntese microbiana em função associação da palma forrageira à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em diferentes proporções.

Variáveis	Silagem de sorgo: Farelo de algodão (%)				Valor <i>P</i>
	38/0	26,5/11,5	15/23	CV (%)	
Alantoína (mmol/dia)	112,63	121,82	134,23	20,72	0,368
Ácido úrico (mmol/dia)	14,96	14,50	17,02	21,95	0,120
Derivados de purina (mmol/dia)	127,59	136,32	151,26	19,61	0,343
Alantoína: derivados de purina	88,43	89,33	89,31	7,39	0,168
Purinas absorvidas (g/dia)	138,96	146,67	158,76	15,66	0,357
Nitrogênio microbiano (g/dia)	87,46	92,31	99,92	15,68	0,357
PB microbiana (g/dia)	546,60	576,97	624,52	15,64	0,357

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação; P = probabilidade de ser aceita a hipótese de nulidade

partir da amônia e podem ser utilizadas fontes de nitrogênio não-protéico (NNP), como a ureia, conforme observado no presente trabalho, uma vez que a associação da palma forrageira a silagem de sorgo com ou sem o farelo de algodão não alterou a síntese microbiana.

CONCLUSÕES

Recomenda-se o nível 26,5 e 11,5% de silagem de sorgo e farelo de algodão, respectivamente, associados à palma forrageira (60%) em dietas para novilhos de origem leiteira, com uso reduzido de fonte de ingrediente concentrado.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; PEREIRA, M.L.A.; VIANA, P.T.; SANTOS, A.B.; PEREIRA, T.C.J. Balanço de nitrogênio, concentrações de ureia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2253-2261, 2010. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001000022>
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000200021>
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; CAMPOS, J.M.S.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p.1813-1821, 2006. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982006000600032>
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; 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 - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; GONÇALVES, L.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1380-1391, 2005. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000400036>
- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.;

- AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009001300032>
- FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V. **Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 40p.
- FUJIIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Sciences**, v.109, p.7-12, 1987. <https://doi.org/10.1017/s0021859600080916>
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Florida: University of Florida, 2001. 25p.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.
- KRISHNAMOORTHY, U.; SNIFFEN, C.J.; STERN, M.D.; VAN SOEST, P.J. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and an in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen-undegraded nitrogen content of feedstuffs. **British Journal Nutrition**, v.50, p.555-568, 1983. <https://doi.org/10.1079/bjn19830127>
- PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHOS, S.C.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A.P.; MARTINS, F.H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.282-291, 2006. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982006000100036>
- PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associada a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.941-947, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000500022>
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.O.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SAS INSTITUTE INC. **User's Guide, Version 8**. Cary: NC SAS Institute Inc., 2000.
- TOSTO, M.S.L.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L.; MENEZES, D.R.; DANTAS, F.R. Utilização de ureia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1890-1896, 2008. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008001000025>
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75525-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75525-6)
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. New York: University Cornell, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ORSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990. <https://doi.org/10.1017/s0021859600072610>
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ORSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.