

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA  
ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA  
BOVINOS DE CORTE**

**Gabriella de Oliveira Dalla Martha**

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL  
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA  
ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA  
BOVINOS DE CORTE**

*Substitution of Soybean Meal by Coated urea in Protein  
Supplements for Beef Cattle*

**Gabriella de Oliveira Dalla Martha  
Zootecnista**

**Orientador: Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Área de Concentração: Produção Animal.

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL  
2013**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Andnir Dalla Martha Filho e Valéria de Oliveira Dalla Martha pelo amor, carinho, apoio e, sobretudo, encorajaram-me a cada segundo de minha vida a ser uma pessoa melhor e feliz.

Aos meus familiares que me incentivaram a nunca desistir.

Aos meus tios, Célia Maria Correa da Costa Oliveira e Wallace de Oliveira, que durante minha jornada me proporcionaram um lar repleto de ensinamentos.

Ao professor Gumercindo Loriani Franco, meu orientador, que não mediu esforços em acompanhar o projeto, guiando-me e ensinando-me a arte da nutrição de ruminantes.

À Michelle Alvarenga Meza, pela amizade, amor e por ter me "aguentado" durante esses dois anos, principalmente nos momentos mais difíceis.

Aos amigos de mestrado e doutorado que sempre estiveram presente e me ajudaram a realizar essa conquista, em especial, Sandra Regina Goulart e Marcella Cândia D' Oliveira.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição de Ruminantes, que de forma paciente ajudaram-me nas análises bromatológicas.

Aos estagiários dos cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária da UFMS que participaram do experimento, pelo auxílio indispensável que deram durante a execução dos trabalhos do início ao fim, sempre prontos para atender e com vontade para aprender.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul que de forma objetiva e estruturada permitiu a realização deste curso de mestrado.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela bolsa de estudo concedida durante o curso.

À empresa Alltech do Brasil Ltda., pelo apoio financeiro para a realização do experimento.

A todos que direta ou indiretamente me apoiaram e por ventura não foram aqui citados.

## LISTA DE FIGURAS

### SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: VARIÁVEIS RUMINAIS, DEGRADABILIDADE, CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE

- Figura 1 - Desaparecimento (fração 0-1) da matéria seca (MS) do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no rúmen de bovinos recebendo suplementos contendo farelo de soja (FS), ureia pecuária (U) e/ou ureia encapsulada (UE)..... 20
- Figura 2 - Desaparecimento (fração 0-1) da fibra em detergente neutro (FDN) do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no rúmen de bovinos recebendo suplementos contendo farelo de soja (FS), ureia pecuária (U) e/ou ureia encapsulada (UE)..... 20

### SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: DESEMPENHO

- Figura 1 - Produção média (kg/ha) de matéria seca (MS), lâmina verde (LV), lâmina seca (LS), colmo (C) e material senescente (MSen), de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e precipitação pluviométrica (mm) no período seco..... 34

**LISTA DE TABELAS****SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: VARIÁVEIS RUMINAIS, DEGRADABILIDADE, CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE**

Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição químico-bromatológica do suplemento proteico e do feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	14
Tabela 2 - Médias dos quadrados mínimos e erros padrões das médias do pH do líquido ruminal em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada no suplemento proteinado.....	17
Tabela 3- Médias dos quadrados mínimos e erros padrões das médias de N-NH <sub>3</sub> ruminal (mg/dL) em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada em suplementos proteinados.....	18
Tabela 4 - Estimativa das variáveis ruminais de degradação da fibra em detergente neutro (FDN) e da matéria seca (MS) do feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada em suplementos proteinados.....	19
Tabela 5 - Consumo (kg/d e g/kg de PC) de MS, PB, FDN e MO de feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada em suplementos proteinados.....	22
Tabela 6 - Coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN <sub>p</sub> de feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada em suplementos proteinados.....	23

## LISTA DE TABELAS

### SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: DESEMPENHO

Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição químico-bromatológica dos suplementos proteicos.....	31
Tabela 2 - Valores médios para a massa de forragem em kg MS/ha e proporções de lâmina verde (LV), lâmina seca (LS), colmo (C) e material senescente (MSen) em g/kg ao longo do período experimental.....	33
Tabela 3- Composição químico-bromatológica dos componentes da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu ao longo do período experimental (g/kg de MS).....	36
Tabela 4 - Médias de mínimos quadrados e erro padrão da média do peso inicial (PI, kg), peso aos 56 dias (P56d, kg), peso aos 112 dias (P112d, kg), peso final aos 140 dias (PF140d, kg), ganho médio diário total (GMD, kg/dia), consumo de suplemento (kg/cab./dia) em bovinos suplementados com diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada.....	39

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
1 Utilização de Ureia em Dietas para Ruminantes.....	02
2 Utilização de Ureia de Liberação Lenta na Nutrição de Ruminantes.....	04
REFERÊNCIAS.....	07
SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: VARIÁVEIS RUMINAIS, DEGRADABILIDADE, CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE.....	10
Resumo.....	10
Abstract.....	11
1 Introdução.....	12
2 Material e métodos.....	13
3 Resultados e Discussão.....	16
4 Conclusão.....	24
Referências.....	24
SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA ENCAPSULADA EM SUPLEMENTOS PROTEINADOS PARA BOVINOS DE CORTE: DESEMPENHO.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	28
1 Introdução.....	29
2 Material e métodos.....	30
3 Resultados e Discussão.....	32
4 Conclusão.....	40
Referências.....	40

## INTRODUÇÃO

Os sistemas pastoris são dependentes de fatores climáticos, o que gera durante o ano oscilações nos seus níveis produtivos (Azevedo et al., 2008). Essas oscilações nutricionais ocorrem, em especial, nas regiões tropicais durante o período seco do ano, em que as gramíneas para pastejo diminuem o teor de proteína e aumentam o teor de fibra. Durante esta época grande parte dos recursos forrageiros disponíveis nos sistemas de produção não atinge o valor mínimo de proteína bruta (PB) que seja compatível com a oferta de matéria orgânica fermentável no rúmen, o que pode limitar o desenvolvimento e a atividade dos microrganismos ruminais (Minson, 1990).

Apesar da existência de técnicas de manejo que proporcionem a manutenção da oferta de massa forrageira, tal como o diferimento com a finalidade de reserva de forragem para ser utilizada na época de estiagem, muitas vezes observa-se a perda de peso dos animais devido à alteração nutricional dos pastos uma vez que à medida que as plantas tornam-se mais maduras, sua digestibilidade diminui (Olson et al., 1999).

A suplementação dos animais a pasto mostra-se uma alternativa para minimizar os problemas que refletem negativamente a produção animal, pois o ganho de peso é mais acelerado, há redução nos custos de mão-de-obra e da permanência dos animais na pastagem, o que leva a uma atividade mais rentável.

A resposta digestiva em relação à suplementação proteica é dependente de características do volumoso utilizado, sendo as mais importantes: a quantidade de proteína degradável presente na forrageira e o potencial de digestão da parede celular (Klevesahl et al., 2003).

O farelo de soja (FS) é o mais tradicional ingrediente utilizado como fonte proteica na nutrição de ruminantes e sua inclusão pode resultar em aumento no custo da dieta. A utilização de fontes alternativas como a ureia, um composto de nitrogênio não-proteico (NNP) em substituição ao FS, pode ser uma estratégia economicamente viável, pois pode melhorar a eficiência financeira da alimentação do rebanho (Souza et al., 2010), além de diminuir a utilização de grãos usados na alimentação humana.

De acordo com Pedroso et al. (2007) a crescente demanda pela utilização mais racional e sustentável dos recursos alimentícios em todo o mundo tem aumentado o número de pesquisas sobre o uso de ingredientes alternativos na nutrição animal como forma de evitar a utilização de alimentos usados em larga escala na alimentação humana.

34 A ureia, uma vez no rúmen, é solubilizada e degradada por ureases microbianas  
35 a nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Porém, a sua adição pode ocasionar um rápido  
36 aumento da concentração de amônia, devido a sua alta taxa de hidrólise no rúmen,  
37 podendo ser prejudicial ao animal. Isso ocorre porque a amônia, quando absorvida em  
38 grande quantidade, pode exceder a capacidade hepática de detoxificação e acumular-se  
39 no sangue, levando até mesmo a morte do animal (Lapierre & Lobley, 2001).

40 Desta maneira, o sincronismo entre a energia disponível e a liberação lenta da  
41 amônia dos compostos nitrogenados tem sido cada vez mais estudado, de forma a evitar  
42 problemas causados pela intoxicação por amônia.

43 Uma alternativa biológica e economicamente viável é utilização de ureia  
44 encapsulada (Optigen<sup>®</sup>), um composto que pode promover liberação lenta da amônia,  
45 em até 16 horas, pois é recoberta por uma cápsula inerte e biodegradável favorecendo a  
46 sincronia entre disponibilidade de nitrogênio e energia, além de melhorar a eficiência de  
47 síntese microbiana (Akay et al., 2004).

48 Outro fator positivo que pode estar associado ao uso da ureia de liberação lenta  
49 deve-se à melhoria no aproveitamento ruminal do nitrogênio usado, podendo ocorrer  
50 uma diminuição na excreção de ureia com redução dos efeitos deletérios sobre o meio  
51 ambiente.

52

### 53 **1 Utilização de Ureia em Dietas para Ruminantes**

54 Os microrganismos do rúmen têm a capacidade de transformar o nitrogênio da  
55 dieta em proteína de boa qualidade, onde o nitrogênio pode ser proveniente tanto de  
56 proteínas verdadeiras (p.ex.: farelo de soja, farelo de algodão, forragens) quanto de  
57 nitrogênio não-protéico (NNP), tais como ureia, biureto e ácido úrico.

58 A ureia começou a ser fabricada industrialmente na Alemanha em 1870 quando  
59 Bassarow promoveu sua síntese a partir do gás carbônico e da amônia. Mas foi na  
60 primeira guerra mundial (1914 a 1918), devido à escassez de alimentos, que a  
61 Alemanha intensificou a utilização de ureia como fonte proteica na alimentação de  
62 ruminantes, visando uma produção intensiva e de baixo custo de carne e leite (Santos et  
63 al., 2001).

64 A ureia tem sido utilizada na dieta de ruminantes por dois motivos básicos. Do  
65 ponto de vista nutricional é usada para adequar a proteína degradável no rúmen (PDR),

66 e do ponto de vista econômico, é usada com intuito de baixar o custo com a  
67 suplementação proteica (Santos, 2006).

68 Quando os bovinos ingerem forragem de baixa qualidade, a suplementação com  
69 PDR pode elevar a degradação da fibra pelas bactérias, com redução do tamanho das  
70 partículas e do enchimento ruminal, aumentando o seu consumo (Van Soest, 1994).

71 A possibilidade de se utilizar um NNP deve-se ao fato de que, no rúmen, por  
72 meio da ação da enzima urease (produzida pelas bactérias ureolíticas aderidas à parede  
73 do rúmen), ocorre à transformação da ureia em amônia, utilizada para síntese de  
74 proteína microbiana (Ribeiro et al., 2011).

75 Os microrganismos que degradam a celulose e hemicelulose (Fibra em  
76 detergente neutro - FDN) multiplicam-se lentamente utilizando o nitrogênio amoniacal  
77 ( $\text{N-NH}_3$ ) como fonte principal para síntese microbiana. Já os microrganismos que  
78 fermentam carboidratos não estruturais se multiplicam mais rapidamente do que os  
79 fermentadores de FDN e utilizam amônia e aminoácidos como fontes de N (Russel et  
80 al., 1992).

81 As bactérias ruminais celulolíticas que necessitam de amônia como principal  
82 fonte de N, têm pouca capacidade de utilizar o N dos aminoácidos e são incapazes de  
83 fermentar a fibra quando há queda acentuada na concentração ruminal de amônia, o que  
84 faz com que o suprimento a partir de fontes de NNP favoreça a degradação de celulose  
85 no rúmen (Gelinski et al., 2000). Deste modo, em condições ruminais favoráveis, a  
86 velocidade de liberação do  $\text{N-NH}_3$  no rúmen é um fator determinante na transformação  
87 da ureia em proteína microbiana.

88 O problema é que quando absorvida em grande quantidade, a amônia pode  
89 exceder a capacidade de detoxificação realizada pelo fígado, acumular-se no sangue  
90 causando intoxicação e até levar à morte do animal (Lapierre & Lobley, 2001). Desta  
91 maneira torna-se necessário um período de adaptação dos animais à dieta, e a sua  
92 inclusão é mais eficiente se houver disponibilidade adequada de carboidrato  
93 fermentável para a síntese de proteína microbiana (Emerick, 1988).

94 Em geral, a sincronização da degradação da proteína e de carboidrato no rúmen  
95 permite maximizar o uso da PDR e minimizar a passagem de amônia através da parede  
96 ruminal (Santos, 2006).

97

98

## 99 2 Utilização de Ureia de Liberação Lenta na Alimentação de Ruminantes

100 A utilização de NNP de liberação controlada no rúmen pode ser uma estratégia  
101 para reduzir a utilização das fontes de proteína verdadeira e da ureia pecuária em dietas  
102 para ruminantes. Possui como vantagem reduzir os riscos com intoxicação por ureia,  
103 aumentar o espaço para inclusão de ingredientes na dieta, substituir fontes de proteína  
104 verdadeira de alto custo e/ou disponibilidade limitada, podendo ainda melhorar o  
105 sincronismo de nutrientes no rúmen, sem comprometer o desempenho produtivo de  
106 ruminantes (Souza et al., 2010).

107 Nos últimos 30 anos, vêm sendo desenvolvido inúmeras tecnologias para  
108 sincronizar a liberação de NNP com a degradação de carboidratos no rúmen, visando  
109 maximizar a eficiência de síntese microbiana. Muitas delas utilizaram o controle da  
110 liberação de NNP a partir da ureia, tais como amireia (Bartley & Deyoe, 1975), ureias  
111 tratadas com formaldeído (Prokop & Klopfenstein, 1977), ureia líquida e cloreto de Ca  
112 (Cass & Richardson, 1994), proteção com biureto (Loest et al., 2001) e ureia  
113 encapsulada com polímero (Galo et al., 2003).

114 Entretanto, alguns problemas foram verificados com relação à “proteção” dos  
115 compostos nitrogenados sobre a hidrólise, o que pode ter levado à passagem destes  
116 compostos pelo rúmen antes da conversão em amônia para o aproveitamento das  
117 bactérias e consequente síntese proteica (Henning et al., 1993).

118 Outra limitação encontrada foi do ponto de vista econômico já que na  
119 comparação com a ureia pecuária alguns produtos não se mostraram superiores, e que  
120 somado ao fato destes produtos protegidos terem custo elevado não justificou o uso de  
121 determinados ingredientes contendo nitrogênio de liberação lenta nas dietas (Ribeiro et  
122 al., 2011).

123 Deste modo, a ureia encapsulada (Optigen<sup>®</sup>), composto de NNP envolvido por  
124 polímero biodegradável, surge como um recurso alimentar alternativo que pode levar a  
125 uma síntese microbiana eficaz. Sua degradação é mais lenta, com liberação de N em até  
126 16 horas (Sciliano-Jones & Downer, 2005), o que melhora a sincronia entre a  
127 disponibilidade de carboidratos fermentáveis e N no rúmen para a produção de proteína  
128 microbiana.

129 Akay et al. (2004) avaliaram a utilização do nitrogênio da ureia encapsulada  
130 (Optigen<sup>®</sup>), comparando com a ureia pecuária e com soja em grão. A degradação *in situ*  
131 do Optigen<sup>®</sup> seguiu padrão semelhante ao da soja mais do que ao da ureia. A ureia de

132 liberação lenta teve velocidade intermediária de utilização durante as primeiras 16 h de  
133 fermentação ruminal, seguida de velocidade mais lenta de utilização de 16 a 30 h. Esse  
134 padrão de utilização em duas fases assemelhou-se ao observado para a soja.

135 Marchesin et al. (2006) em ensaio de desempenho com animais em pastejo  
136 recebendo suplementação proteica, observaram que o melhor ganho de peso médio  
137 diário (incremento de 62 g) ocorreu quando se utilizou o nível de substituição de 25%  
138 da ureia pela ureia encapsulada em formato de *pellet* revestido (cujo equivalente  
139 protéico foi de 274%), em relação ao suplemento com ureia pecuária e farelo de  
140 algodão.

141 Azevedo et al. (2008) verificaram o efeito da suplementação com ureia  
142 encapsulada ou pecuária sobre a utilização de volumoso de baixa qualidade para  
143 novilhos. Os tratamentos consistiram em: Feno + sal mineralizado; Feno + suplemento  
144 proteico com ureia pecuária; Feno + suplemento protéico com ureia encapsulada  
145 fórmula 1; Feno + suplemento com uréia encapsulada fórmula 2. A ureia encapsulada  
146 não foi eficiente em aumentar a utilização de volumoso de baixa qualidade e não  
147 demonstrou superioridade em relação à ureia pecuária, não afetando os parâmetros  
148 avaliados.

149 Segundo Santos et al. (2011) a utilização de ureia encapsulada para vacas  
150 lactantes, em substituição parcial ao farelo de soja, teve o potencial de diminuir o  
151 consumo de matéria seca, sem influenciar a produção de leite, além de ser mais eficiente  
152 na redução do nitrogênio ureico no leite comparativamente a ureia pecuária.

153 Tendo em vista a variação dos resultados obtidos nos ensaios relatados na  
154 presente revisão de literatura é que se idealizou a realização desta pesquisa. Além disso,  
155 devido a alguns tipos de ureia encapsulada utilizados nos experimentos relatados  
156 apresentar teores de nitrogênio diferentes do encontrado no presente experimento, torna-  
157 se importante averiguar mais detalhadamente o efeito da adição desta fonte de NNP  
158 através de novos estudos.

159 A partir desta pesquisa foi possível avaliar este novo recurso alimentar  
160 (Optigen<sup>®</sup>) associado a um volumoso de baixa qualidade característico da época seca do  
161 Brasil Central, comparando-o com a ureia pecuária em substituição ao farelo de soja  
162 tradicionalmente fornecido ao rebanho. Foi averiguada a sua eficiência sobre o  
163 desempenho de bovinos em pastagem e sobre o ambiente ruminal nas variáveis

164 consumo de matéria seca e nutrientes, degradabilidade da forragem, digestibilidade dos  
165 nutrientes fornecidos e variáveis ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>).

166 Os resultados obtidos foram abordados nos artigos intitulados “**Substituição do**  
167 **Farelo de Soja por Ureia Encapsulada em Suplementos Proteínados para Bovinos**  
168 **de Corte: Variáveis Ruminais, Degradabilidade, Consumo Voluntário e**  
169 **Digestibilidade**” e “**Substituição do Farelo de Soja por Ureia Encapsulada em**  
170 **Suplementos Proteínados para Bovinos de Corte: Desempenho**”, cuja redação foi  
171 realizada de acordo com as normas editoriais da Revista Brasileira de Zootecnia.

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

## REFERÊNCIAS

- 198 AKAY, V.; TIKOFSKY, J. HOLTZ, C. DAWSON, K.A. Optigen® 1200: Controlled  
199 release of non-protein nitrogen in the rumen. In: INTERNATIONAL FEED  
200 INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington:  
201 Alltech, 2004. (CD-ROM).
- 202 AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.; BRUNING, G.;  
203 KOZLOSKI, G.V. Incorporação de uréia encapsulada em suplementos protéicos  
204 fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**,  
205 v.38, n.5, p. 1381-1387, 2008.  
206
- 207 BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replacer for ruminants: review of  
208 10 years of research. **Feedstuffs**, v.47, p.42-44, 1975.  
209
- 210 CASS, J.L.; RICHARDSON, C.R.; SMITH, K.J. Evaluation of slow ammonia release  
211 from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, v. 27, 1994.  
212
- 213 EMERICK, R.J. Urea and nitrate intoxication. In: CHURCH, D.C. **The ruminant**  
214 **animal – digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988.  
215 p.551-556.  
216
- 217 FORERO, O., OWENS, F.N.; LUSBY, K. J. Evaluation of slow-release urea for winter  
218 supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science**, v. 50, p. 532-  
219 538, 1980.  
220
- 221 GALO, E.; EMANUELE, S.M.; SNIFFEN, C.J. et al. Effects of a polymer-coated urea  
222 product on nitrogen metabolism in lactating holstein dairy cattle. **Journal of Dairy**  
223 **Science**, v. 86, n.6, p. 2154-2162, 2003.  
224
- 225 GELINSKI, L.A.M.; ANDRIGUETTO J.L.; ROSSI Jr., P. Monensina e uréia de  
226 liberação lenta no desempenho de bovinos confinados. **Archives of Veterinary**  
227 **Science**, v.5, p.137-140, 2000.  
228
- 229 HENNING, P.H.; STEYN, D.G.; MEISSNER, H.H. Effect of synchronization of energy  
230 and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of**  
231 **Dairy Science**, v.71, p. 2580-2587, 1993.
- 232 KLEVES AHL, E.A. COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of a wide  
233 range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization  
234 of low-quality, grass hay by beef steers. **Animal Feed Science and Technology**,  
235 v.105, n.1, p.5-20, 2003.  
236
- 237 LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal**  
238 **of Animal Science**, v.84, suppl., p.E223-E236, 2001.  
239
- 240 LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, C. E.; LAMBERT, B. D.; TRATER, A. M. Urea and  
241 biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed  
242 prairie hay. **Animal feed Science and technology**, v.94, p.115-126, 2001.  
243

- 244 MARCHESIN, W.A.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C. et al. Níveis de substituição de  
245 uréia de suplementos protéicos por uréia encapsulada na recria de machos da raça  
246 nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE  
247 ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa - PB, **Anais...** CD-ROM.  
248
- 249 MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990.  
250 483p.  
251
- 252 OLSON, K.C.; COCHRAN, R.C.; JONES, T.J. Effects of ruminal administration of  
253 supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality  
254 warmseason grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1016-  
255 1025, 1999.  
256
- 257 PEDROSO, A.M.; SANTOS, F.A.P; BITTAR,C.M.M; PIRES, A.V; MARTINEZ, J.C.  
258 Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em  
259 confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5,p. 1651-1657, 2007.  
260
- 261 PROKOP, M. J.; KLOPFENSTEIN, T. J. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef**  
262 **Cattle Report**, v.77, p.218-226, 1977.  
263
- 264 RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein  
265 system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal**  
266 **Science**, v. 70, p. 3551–3561, 1992.  
267
- 268 RIBEIRO, S. S.; VASCONCELOS, J. T.; MORAIS, M. G.; ÍTAVO, C. B. C. F.;  
269 FRANCO, G. L. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea  
270 or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and  
271 rumen parameters in cattle fed low-quality hay. **Animal Feed Science and**  
272 **Technology**, n. 164, p.53-61, 2011.
- 273 SANTOS, G.T, CAVALIERI, F.L.B; MODESTO, L.C. Recentes avanços em  
274 nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In:SIMPÓSIO  
275 INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS  
276 EM NUTRIÇÃO, 2; 2001, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA. p.199-228. 2001.  
277
- 278 SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.;  
279 OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-  
280 284.  
281
- 282 SANTOS, J.F; DIAS JUNIOR, G.S; BITENCOURT, L.L; LOPES, N.M. Resposta de  
283 vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por uréia encapsulada.  
284 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.423-432,  
285 2011.  
286
- 287 SCILIANO-JONES, J.; DOWNER, J. Utility and safety of a slow-release nitrogen  
288 product: Optigen® 1200. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY  
289 SYMPOSIUM, 21., 2005, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2005.  
290 p.241-248.  
291

- 292 SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; PIEKARSKI, P.R.B.; JESUS, C.P.;  
293 PEREIRA, M.N. Substituição parcial de farelo de soja por uréia protegida na  
294 produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
295 **Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.  
296
- 297 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell  
298 University Press, 1994. 476p.  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337

338 **Substituição do Farelo de Soja por Ureia Encapsulada em Suplementos**  
339 **Proteinados para Bovinos de Corte: Variáveis Ruminais,**  
340 **Degradabilidade, Consumo Voluntário e Digestibilidade**

341

342 **Gabriella de Oliveira Dalla Martha<sup>1</sup> e Gumercindo Loriano Franco<sup>1</sup>**

343

344 <sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil,  
345 79070-900 E-mail: gumercindo.franco@ufms.br

346

347 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da substituição parcial ou total do farelo de  
348 soja (FS) do suplemento proteinado por ureia encapsulada (UE - Optigen<sup>®</sup>) sobre as  
349 variáveis ruminais, degradabilidade, consumo voluntário e digestibilidade em novilhos  
350 confinados. Utilizou-se 5 novilhos anelados, com peso corporal médio inicial (PCi) de  
351  $279 \pm 39$  kg, recebendo feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os animais foram  
352 distribuídos de forma aleatória nos seguintes tratamentos: 100% U (100% Ureia e 0%  
353 FS); 100% FS (100% FS e 0% UE); 25% UE (75% FS e 25% UE); 75% UE (25% FS e  
354 75% UE); 100% UE (0% FS e 100% UE). O delineamento experimental adotado foi o  
355 quadrado latino (5x5). Não houve efeito do nível de substituição do farelo de soja por  
356 ureia encapsulada sobre os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal, sobre a  
357 degradabilidade e o consumo de nutrientes (kg/d e g/kg de PC), entretanto, houve  
358 diferença significativa na ingestão de PB total (2,20, 2,26, 2,43, 2,35 e 2,44 g/kg de PC)  
359 e na digestibilidade da MS (0,49, 0,41, 0,54, 0,53, e 0,52 (fração 0-1)), da MO (523,05,  
360 435,01, 554,14, 552,15, 552,22 g/kg de MS) e da PB (639,37, 606,62, 684,42, 691,42,  
361 697,44 g/kg de MS), respectivamente nos tratamentos. Assim, a partir destes dados  
362 pode-se concluir que a ureia encapsulada apresenta-se como adequado ingrediente em  
363 substituição parcial ou total ao farelo de soja, podendo ser utilizado em suplementos  
364 proteicos para ruminantes.

365

366 **Palavras-chave:** nitrogênio não-proteico, ruminantes, suplementação

367

368

369

370

371

372                    **Substitution of Soybean Meal by Coated urea in Protein**  
373                    **Supplements for Beef Cattle: Ruminal parameters, degradability,**  
374                    **voluntary intake and digestibility**  
375

376    **ABSTRACT:** The objective with this work was to evaluate the effect of partial or full  
377 substitution of soybean meal (SM) of the protein supplement for encapsulated urea (UE  
378 - Optigen<sup>®</sup>) on ruminal fermentation, degradability, intake and digestibility in steers  
379 housed in a shed. Five Nelore steers were used, with initial fasting average live weight  
380 of  $279 \pm 39$  kg, receiving hay of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Animals were  
381 randomly distributed in the following treatments: 100 % U (100% Urea, 0% SM); 100%  
382 SM (100% SM, 0% UE); 25% UE (75% SM, 25% UE); 75% UE (25% SM, 75% UE);  
383 100% UE (0% SM, 100% UE). The experimental design was a Latin square (5x5).  
384 There was no effect of substitution level of soybean meal by encapsulated urea on pH  
385 and N-NH<sub>3</sub>, degradability and nutrient intake (Kg/d e g/Kg de BW), however, there was  
386 significant difference in total CP intake (2,20, 2,26, 2,43, 2,35 e 2,44 g/kg de BW) and  
387 digestibility of DM (0,49, 0,41, 0,54, 0,53, 0,52 (fraction 0–1)), of OM (523,05, 435,01,  
388 554,14, 552,15, 552,22 g/kg de MS) and CP (639,37, 606,62, 684,42, 691,42, 697,44  
389 g/kg de MS, respectively). It can be concluded that the encapsulated urea shown as  
390 suitable ingredient to replace soybean meal, and can be used in protein supplements for  
391 ruminants.

392

393    **Keywords:** non-protein nitrogen, ruminants, supplementation

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

## INTRODUÇÃO

405

406

407

408

409

410

411

A bovinocultura brasileira caracteriza-se por ser um sistema predominantemente a pasto e apresenta a vantagem de viabilizar custos de produção relativamente baixos (Rezende et al., 2008). As forrageiras são fontes de nutrientes de baixo custo, entretanto, com a sazonalidade na produção, sua qualidade e biomassa decrescem no período de outono e inverno devido a baixas temperaturas, redução da radiação solar e escassez de chuvas, tornando o sistema vulnerável.

412

413

414

415

416

417

Na maioria das vezes apenas misturas minerais são utilizadas para suplementação nutricional dos animais, o que leva a uma grande oscilação no desempenho (Pereira, 1984). A proteína pode se tornar o nutriente de maior importância nesse cenário, pois, a quantidade disponível no alimento consumido (gramínea de baixa qualidade) pode limitar o desenvolvimento e a atividade dos microrganismos ruminais (Minson, 1990).

418

419

420

421

Uma das alternativas encontradas é a utilização de suplementos proteicos, que poderiam elevar a digestibilidade da matéria orgânica e acelerar a digestão da fibra em detergente neutro (FDN) da forrageira devido ao suprimento de N-NH<sub>3</sub> aos microrganismos ruminais (Franco et al., 2004).

422

423

424

Com os altos custos empregados na suplementação com proteína verdadeira (farelo de soja), tem sido adotada a sua substituição por uma fonte de nitrogênio não-protéico (NNP), sendo a ureia a fonte mais difundida.

425

426

427

Porém, devido à rápida hidrólise da ureia, um excesso de nitrogênio amoniacal é formado no rúmen, o que além de constituir um desperdício energético pode se tornar tóxico para o animal (Cavalcante et al., 2006).

428

429

430

431

432

Uma alternativa biológica e economicamente viável é a utilização de ureia encapsulada (Optigen®), um composto que pode promover liberação lenta da amônia, em até 16 horas, pois é recoberta por uma cápsula inerte e biodegradável favorecendo a sincronia entre disponibilidade de nitrogênio e energia, além de melhorar a eficiência de síntese microbiana (Akay et al., 2004).

433

434

435

436

437

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição parcial ou total do farelo de soja no suplemento proteinado por ureia encapsulada (Optigen ®) sobre as variáveis ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>), degradabilidade, consumo voluntário e digestibilidade dos nutrientes em bovinos de corte estabulados alimentados à base de volumoso de baixa qualidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

438

439 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da  
440 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de  
441 Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado em Campo Grande – MS. O experimento foi  
442 realizado de janeiro a maio de 2011.

443 Foram utilizados 5 novilhos anelados com peso corporal médio inicial (PCi)  
444 de  $279 \pm 39$  kg, providos de cânula permanente no rúmen, alojados em galpão coberto,  
445 com piso de concreto e baias individuais providas de comedouros e bebedouros.

446 O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (5x5), com cinco  
447 tratamentos, cinco animais e cinco períodos. Cada período experimental consistiu de 14  
448 dias de adaptação aos tratamentos e 7 dia de colheita de dados.

449 Os animais foram alimentados com dieta à base de feno de capim *Brachiaria*  
450 *brizantha* cv. Marandu, de baixa qualidade e os tratamentos experimentais consistiram  
451 em diferentes níveis de substituição do farelo de soja (FS) do suplemento proteico por  
452 ureia pecuária e ureia encapsulada (UE), sendo: T1 – 100% Ureia pecuária (100% U),  
453 T2 – 100% FS e 0% UE (100% FS), T3 – 75% FS e 25% UE (25% UE), T4 – 25% FS e  
454 75% UE (75% UE) e T5 – 0% FS e 100% UE (100% UE).

455 A formulação foi concebida para proporcionar aproximadamente 9% PB na dieta  
456 total (NRC, 1996), com ganho esperado para 100 g/d, permanecendo próximo ao nível  
457 de 10,5% PB apontado por Rezende et al. (2008) como ideal para otimizar o uso de  
458 forrageiras de baixa qualidade. A fonte de ureia encapsulada utilizada foi o Optigen®  
459 (Alltech do Brasil), que possui um equivalente proteico de 256% de PB.

460 A composição químico-bromatológica dos ingredientes dos suplementos  
461 experimentais e do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é mostrada na Tabela 1.

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471 Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição químico-bromatológica do  
 472 suplemento proteico e do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Ingredientes (g/kg)	Nível de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada*					
	100% U	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE	Feno
Farelo de Soja	0,00	517,8	388,3	129,4	0,00	
Milho grão	477,3	6,5	124,2	359,5	477,3	
Optigen®	0,00	0,00	21,1	63,4	84,6	
Ureia	127,1	50,0	50,0	50,0	50,0	
Mistura Mineral	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	
Sal Comum	107,6	107,3	107,4	107,6	107,6	
Caulim	124,9	162,7	150,9	127,3	115,0	
Sulfato de amônia	13,1	5,5	7,9	12,6	15,5	
Total	1000	1000	1000	1000	1000	
Composição Bromatológica (g/kg de MS)						
MS	972,1	974,0	977,7	973,9	967,6	939,9
MO	595,4	594,2	531,8	608,5	637,1	957,3
PB	422,0	435,9	457,1	462,7	488,2	36,0
FDN	377,7	258,3	284,9	344,0	363,8	816,0
FDA	71,1	139,2	101,9	75,6	70,1	514,1
EE	14,9	12,2	15,3	29,2	31,1	5,9
MM	404,6	405,8	468,2	391,5	362,9	42,7
LIG	16,6	17,0	17,9	15,9	17,7	93,4

473 U = ureia; FS = farelo de soja; UE = Ureia encapsulada; FDA = fibra em detergente ácido; FDN  
 474 = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral;  
 475 MO = matéria orgânica; LIG = lignina

476 \* - Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda; <sup>1</sup>Mistura mineral em g ou mg/kg de produto: Ca - 127  
 477 g, P - 65 g, Na - 170 g, S - 10 g, Zn - 2,2 g, Cu - 1,2 g, Mn - 1,0 g, Co - 148 mg, I - 85 mg e Se -  
 478 10 mg. MS

479

480 O fornecimento do volumoso foi realizado em duas refeições diárias, às 7:00 e  
 481 16:00 horas. A quantidade de volumoso fornecido foi ajustada diariamente de modo a  
 482 manter uma sobra de aproximadamente 10% do total fornecido, garantindo consumo *ad*  
 483 *libitum*. O suplemento protéico foi fornecido diariamente às 7:00 horas na quantidade de  
 484 2 g/kg de PC. Durante o período de colheita de dados o suplemento foi infundido  
 485 diretamente no rúmen para assegurar o consumo do suplemento pelo animal.

486 Para determinação do pH e N-NH<sub>3</sub> foram coletadas amostras de líquido ruminal  
 487 no final de cada período experimental às 7:00, 9:00, 11:00, 15:00 e às 19:00 horas,

488 respectivamente à zero hora (antecedendo a suplementação), 2, 4, 8 e 12 horas após a  
489 suplementação. O líquido ruminal foi coletado (via cânula) de forma manual em  
490 diferentes locais do rúmen e filtrado em fralda de algodão. Imediatamente após a  
491 colheita foi realizada a aferição do pH com o uso de um potenciômetro digital.

492 Uma alíquota de 100 mL de líquido ruminal foi armazenada congelada em tubos  
493 plásticos após acidificação com 5 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para posterior determinação do N-  
494 NH<sub>3</sub>. O líquido ruminal foi descongelado e analisou-se o sobrenadante para teor de  
495 NNP por uma adaptação ao método de Fenner (1965).

496 Para a determinação do desaparecimento da MS e da FDN foi utilizada a técnica  
497 do saco de náilon, nas dimensões de 7 x 14 cm, selados nas bordas e devidamente  
498 identificados. Após serem pesados, receberam cinco gramas do feno (moído em peneira  
499 de 2 mm). Após o enchimento, cada saco teve seu peso com a amostra registrado e  
500 preso a uma argola de metal atada firmemente por meio de um elástico para seu  
501 fechamento. Os sacos, com as amostras e presos à argola, foram embebidos  
502 primeiramente em água por uma hora e posteriormente presos a uma corrente de metal  
503 de 50 cm ligada a uma âncora de 600 g. Em seguida foram introduzidos no rúmen via  
504 cânula sempre às 07:00 h (antes do arraçoamento) e retirados após o tempo estipulado  
505 para incubação (120, 96, 72, 48, 24, 12, 6 e 3 horas).

506 Retirados do rúmen, estes foram imediatamente imersos em água fria e lavados  
507 em máquina de lavar por cinco minutos durante três ciclos. Em seguida foram  
508 colocados em estufa de ventilação de ar forçado a 55°C onde permaneceram por 72  
509 horas. Após este tempo foram retirados da estufa para esfriamento e posterior pesagem.  
510 Os sacos foram incubados do 15<sup>o</sup> ao 19<sup>o</sup> dia de cada período experimental.

511 A fração solúvel do feno contida nos sacos de náilon foi determinada mantendo-  
512 se os sacos em água a 38°C por uma hora, depois de lavados e secos foram pesados,  
513 sendo a diferença entre os pesos inicial e final considerada como a fração solúvel  
514 determinada para cada período experimental, que corresponderam aos valores da zero  
515 hora nas curvas de degradação da matéria seca do feno.

516 A degradação potencial foi considerada aquela onde se estabilizou a degradação  
517 do substrato no decorrer dos horários de incubação. A fração solúvel “a”, a fração  
518 insolúvel potencialmente degradável “b”, a taxa de degradação “c” e a degradabilidade  
519 efetiva (DE) foram estimados conforme descrito por Huntington & Givens (1995).

520 Os dados de desaparecimento da MS e da FDN da forrageira foram ajustados  
521 para a equação de Orskov & McDonald (1979);  $p = a + b(1 - e^{-ct})$ ; p = desaparecimento  
522 da MS ou FDN, a = fração disponível no tempo 0, b = fração disponível nos tempos, c =  
523 taxa fracional de desaparecimento da fração b.

524 A digestibilidade foi estimada através da diferença entre o consumido da dieta  
525 pelo animal e o que foi excretado nas fezes. As fezes foram coletadas num período de  
526 cinco dias de cada período experimental. Após cada coleta, as fezes de cada animal  
527 foram imediatamente pesadas, homogeneizadas e retirou-se uma amostra de 10% a qual  
528 foi congelada. Ao final dos períodos experimentais as amostras foram pré-secas,  
529 pesadas e homogeneizadas, procedendo-se então à moagem e posterior amostragem  
530 utilizando-se um quarteador para posteriores análises laboratoriais. As baias foram  
531 limpas regularmente para garantir que não houvesse contaminação nas fezes por urina  
532 ou parte da dieta.

533 As análises bromatológicas dos suplementos, feno, sobras e fezes foram  
534 realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (UFMS) segundo as metodologias da  
535 AOAC (1995) para MS, PB, matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), e de Van  
536 Soest (1991) para fibra em detergente neutro (corrigido para cinzas e proteína - FDNcp)  
537 e fibra em detergente ácido (FDA).

538 A análise estatística foi realizada utilizando-se o procedimento GLM e REG do  
539 programa estatístico SAS (1999) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de  
540 significância. Para os dados da estimativa das variáveis ruminais de degradação da FDN  
541 e da MS do feno foi considerado o valor-p menor que 0,1 como tendência.

542

543

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

544 Não foram encontradas interações entre os tratamentos e os horários de coleta  
545 para os valores de pH e N-NH<sub>3</sub>. Do mesmo modo, não houve diferenças significativas  
546 (P>0,05) entre os tratamentos para os valores de pH (Tabela 2). A semelhança  
547 encontrada para os valores de pH nos diferentes tratamentos pode ter ocorrido em  
548 função da pequena quantidade de suplemento ingerida em comparação com a de  
549 volumoso. De acordo com Chapaval et al. (2008), dietas a base de volumoso resultam  
550 em uma digestão mais lenta, o que mantém o pH mais estável.

551 Tabela 2–Médias dos quadrados mínimos e erros padrões das médias do pH do líquido  
 552 ruminal em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo  
 553 de soja por ureia encapsulada no suplemento proteinado

Horário de coleta	pH					Médias
	Níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada					
	100% U	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE	
07:00	6,76 ± 0,11	6,88 ± 0,11	6,80 ± 0,11	6,77 ± 0,11	6,73 ± 0,11	6,80±0,05 <sup>b</sup>
09:00	7,07 ± 0,11	6,93 ± 0,11	7,02 ± 0,11	7,01 ± 0,11	7,06 ± 0,11	7,03±0,05 <sup>a</sup>
11:00	6,80 ± 0,11	6,72 ± 0,11	6,75 ± 0,11	6,91 ± 0,11	6,84 ± 0,11	6,80±0,05 <sup>b</sup>
15:00	6,37 ± 0,11	6,52 ± 0,11	6,51 ± 0,11	6,61 ± 0,11	6,44 ± 0,11	6,40±0,05 <sup>c</sup>
19:00	6,48 ± 0,11	6,55 ± 0,11	6,45 ± 0,11	6,37 ± 0,11	6,40 ± 0,11	6,40±0,05 <sup>c</sup>
Médias	6,70± 0,05	6,72± 0,05	6,71 ± 0,05	6,75 ± 0,05	6,65±0,05	

554 Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si (Tukey, P<0,05). Tratamentos:  
 555 100% U: 100% ureia, 100% FS: 100% farelo de soja, 25% UE: 25% ureia encapsulada, 75%  
 556 UE: 75% ureia encapsulada, 100% UE: 100% ureia encapsulada.  
 557

558 Foram encontradas diferenças significativas (P<0,05) para os valores de pH nos  
 559 diferentes horários de coleta (Tabela 2), onde, os maiores valores foram observados 2  
 560 horas após o fornecimento da dieta (09:00 horas) para todos os tratamentos,  
 561 decrescendo com o passar do tempo após a alimentação. Os valores de pH para todos os  
 562 tratamentos permaneceram próximos ao pH normal de 5,8 a 7,0 para o bom  
 563 funcionamento do rúmen conforme proposto por Santos (2006), sendo o maior valor de  
 564 7,07 observado para o tratamento 100% U duas horas após a alimentação (09:00 h) e o  
 565 menor valor de 6,37 para os tratamentos com 100% U e 75% UE, às 15:00 e 19:00 h,  
 566 respectivamente.

567 Grant & Mertens (1992) mencionaram que valores de pH abaixo de 6,2 podem  
 568 limitar a digestão da fibra devido a redução do número de microrganismos celulolíticos,  
 569 não sendo observado nesse estudo nenhum valor de pH abaixo desse limite. As médias  
 570 de pH observadas para todos os tratamentos permaneceram próximas ao valor de 6,7  
 571 proposto por Van Soest (1994), como ótimo para o crescimento microbiano.

572 Não foram encontradas diferenças significativas (P>0,05) entre os tratamentos  
 573 para os valores de N-NH<sub>3</sub> (Tabela 3), porém os maiores valores observados foram para  
 574 o tratamento 100% U. Houve diferença significativa (P<0,05) para as concentrações de  
 575 N-NH<sub>3</sub> nos diferentes horários de coleta, com maior pico duas horas após a  
 576 suplementação (09:00 h) para todos os tratamentos, decrescendo até obter seus valores  
 577 mínimos às 19:00 h, 12 horas após o fornecimento do suplemento proteico. Fato  
 578 ocorrido provavelmente devido a alta solubilidade das fontes nitrogenadas utilizadas e

579 pelo feno ofertado às 16:00 horas não ter sido capaz de elevar as concentrações de N-  
580  $\text{NH}_3$  ruminal às 19:00 horas devido ao seu baixo teor de PB (3,6%).

581

582 Tabela 3–Médias dos quadrados mínimos e erros padrões das médias de N- $\text{NH}_3$  ruminal  
583 (mg/dL) em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo  
584 de soja por ureia encapsulada em suplementos proteinados

Horário de coleta	N- $\text{NH}_3$					Médias
	Níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada					
	100% U	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE	
07:00	8,15± 2,56	7,62 ± 2,56	5,44 ± 2,56	6,28 ± 2,56	5,79 ± 2,56	6,66 ± 1,15 <sup>c</sup>
09:00	35,42±2,96	23,08±2,56	28,72±2,94	28,30± 2,56	20,50±2,94	27,20±1,25 <sup>a</sup>
11:00	20,30±2,96	15,00±2,56	15,50±2,56	18,13± 2,56	24,67±2,56	18,72±1,18 <sup>b</sup>
15:00	7,03 ± 2,56	4,90 ± 2,56	4,87 ± 2,56	8,87 ± 2,56	6,82 ± 2,56	6,50 ± 1,15 <sup>c</sup>
19:00	5,53 ± 2,56	6,48 ± 2,56	5,04 ± 2,56	5,02 ± 2,56	5,18 ± 2,56	5,45 ± 1,15 <sup>c</sup>
Médias	15,29±1,24	11,42±1,15	11,91±1,18	13,32±1,15	12,59±1,18	

585 Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si (Tukey,  $P < 0,05$ ). Tratamentos:  
586 100% U: 100% ureia, 100% FS: 100% farelo de soja, 25% UE: 25% ureia encapsulada, 75%  
587 UE: 75% ureia encapsulada, 100% UE: 100% ureia encapsulada.

588

589 Segundo Slyter et al. (1979), os valores mínimos de N- $\text{NH}_3$  ruminal para que não  
590 ocorra a limitação da degradação da fibra se encontram no intervalo de 2 a 5 mg/dL. As  
591 concentrações de N- $\text{NH}_3$  (Tabela 3) se mantiveram acima desses valores para todos os  
592 tratamentos e horários de coleta, demonstrando para a média obtida, não haver limitação  
593 na degradação da fibra em nenhum dos tratamentos.

594 Para cada dieta há um valor ótimo de concentração amoniacal correspondente,  
595 pois a capacidade de síntese proteica e a captação de amônia dependem da taxa de  
596 fermentação dos carboidratos e maiores taxas de fermentação determinam maiores  
597 eficiências, permitindo níveis de amônia relativamente maiores (Van Soest, 1994).

598 Para as variáveis ruminiais de degradação da FDN e da MS (Tabela 4), não foram  
599 observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para as frações “b” e  
600 “c” tanto da FDN como da MS, sendo o mesmo verificado para as degradações efetivas  
601 (DE) destes componentes. No caso da taxa de degradação (“c”) da FDN e da MS  
602 verificou-se tendência ( $P = 0,0477$ ,  $P = 0,0595$ ) para os tratamentos 100%U, 75%UE e  
603 100%UE em relação ao 100%FS (Tabela 4).

604 Mesmo com o fornecimento de NNP prontamente degradável no rúmen, não foi  
605 possível obter aumento na degradação da MS da forragem, o que poderia ocorrer, pois o  
606 suprimento de nitrogênio no rúmen proporcionaria melhores condições de crescimento e

607 atividade dos microrganismos acelerando a degradação do feno incubado no rúmen  
608 (Lazzarini et al., 2009).

609

610 Tabela 4-Estimativa das variáveis ruminiais de degradação da fibra em detergente neutro  
611 (FDN) e da matéria seca (MS) do feno de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu  
612 em novilhos submetidos a diferentes níveis de substituição do farelo de soja  
613 por ureia encapsulada em suplementos proteinados

Variáveis (fração 0-1)	Níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada						Valor-P
	100%U	100%FS	25%UE	75%UE	100%UE	EPM	
	FDN						
b	0,743	0,743	0,739	0,745	0,732	0,6433	0,6085
c	0,042	0,034	0,033	0,045	0,048	0,3610	0,0477
DE	0,503	0,449	0,444	0,513	0,511	2,1673	0,1017
	MS (a= 0,173)						
b	0,548	0,560	0,546	0,566	0,550	1,2342	0,7296
c	0,049	0,036	0,036	0,043	0,047	0,3428	0,0595
DE	0,702	0,645	0,635	0,686	0,692	2,0455	0,1357

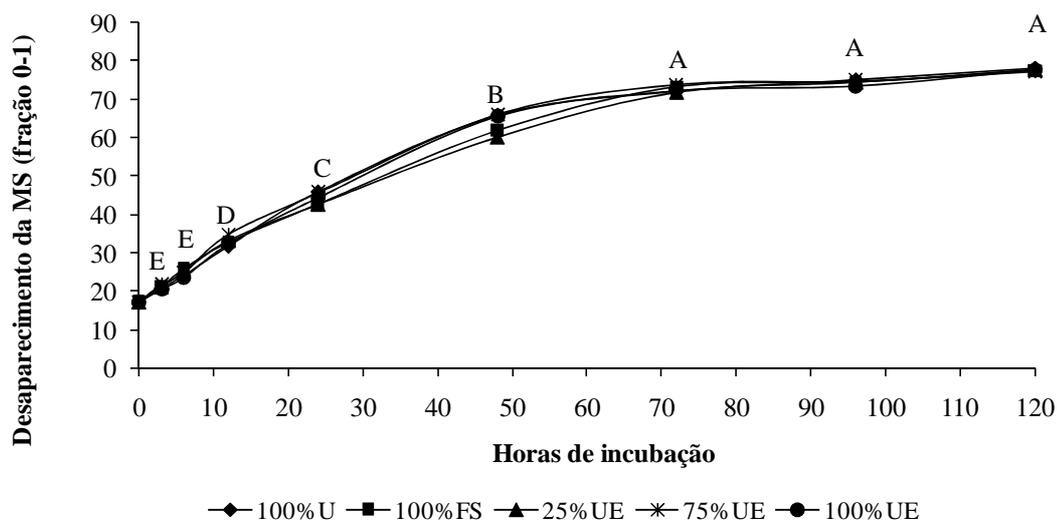
614 a - fração solúvel; b - fração insolúvel potencialmente degradável; c - taxa de degradação (/h);  
615 DE - degradação efetiva (0,02/h); EPM: erro padrão da média. Tratamentos: 100% U: 100%  
616 ureia, 100% FS: 100% farelo de soja, 25% UE: 25% ureia encapsulada, 75% UE: 75% ureia  
617 encapsulada, 100% UE: 100% ureia encapsulada.

618

619 Lopes et al. (2001), verificaram que não houve diferença significativa para a  
620 degradabilidade da matéria seca do volumoso para os tratamentos que continham apenas  
621 feno, feno mais ureia convencional, feno mais ureia encapsulada, feno mais amireia e  
622 feno mais ureia moída.

623 Ribeiro et al. (2011) também não encontraram efeito nas variáveis ruminiais de  
624 degradação do feno de baixa qualidade com a inclusão de ureia convencional e ureia de  
625 liberação lenta no suplemento proteico. Fato explicado pela ocorrência de certa  
626 deficiência energética para o ambiente ruminal em termos de carboidratos fermentáveis,  
627 o que pode ter repercutido na baixa degradação a qual não foi melhorada pela adição  
628 das fontes nitrogenadas testadas.

629 Nas Figuras 1 e 2, verificou-se diferença significativa entre os tempos de  
630 incubação no rúmen ( $P < 0,05$ ) tanto para o desaparecimento da MS como para o  
631 desaparecimento da FDN, mas sem apresentar interação do tratamento com o tempo  
632 ( $P > 0,05$ ).



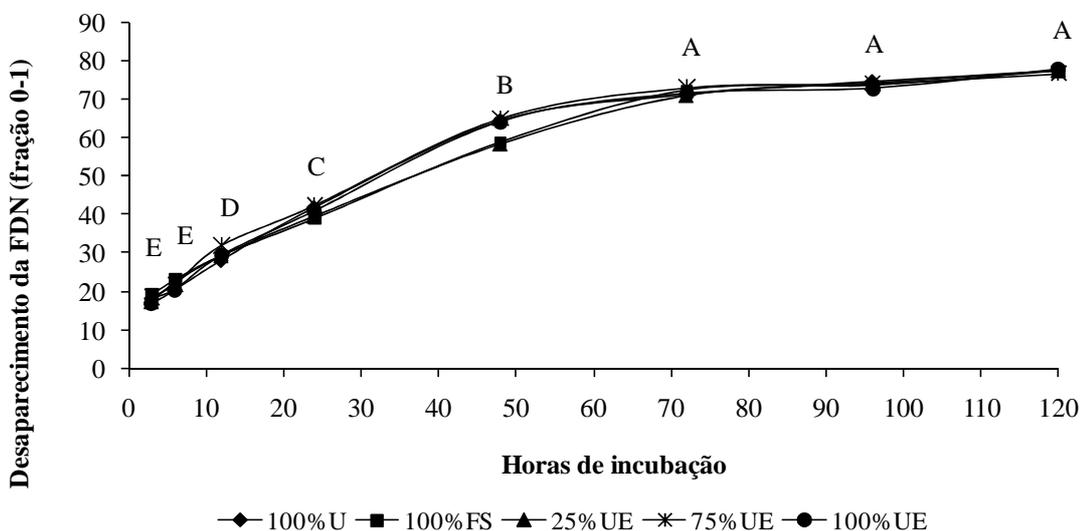
633

634 Figura 1. Desaparecimento (fração 0-1) da matéria seca (MS) do feno de *Brachiaria*  
 635 *brizanta* cv. Marandu no rúmen de bovinos recebendo suplementos contendo  
 636 farelo de soja (FS), ureia pecuária (U) e/ou ureia encapsulada (UE).

637 Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Tukey a 5% de  
 638 significância ( $P < 0,05$ ).

639

640



641

642 Figura 2. Desaparecimento (fração 0-1) da fibra em detergente neutro (FDN) do feno  
 643 *Brachiaria brizanta* cv. Marandu no rúmen de bovinos recebendo  
 644 suplementos contendo farelo de soja (FS), ureia pecuária (U) e/ou ureia  
 645 encapsulada (UE).

646 Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Tukey a 5% de  
 647 significância ( $P > 0,05$ ).

648            Todavia, para ambos os parâmetros não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os  
649 tempos de três e seis horas de incubação que normalmente correspondem ao *Lag-time*  
650 para adesão, colonização e início da fermentação bacteriana para os volumosos. A partir  
651 das seis horas de exposição à degradação ruminal o desaparecimento aumentou  
652 gradativamente até 72 horas e permaneceu quase inalterado até as 120 horas de  
653 exposição, com médias de 78,01; 77,67; 77,75; 77,35 e 77,75% de desaparecimento  
654 ruminal da MS do feno para os tratamentos 100%U, 100%FS, 25%UE, 75%UE e  
655 100%UE, respectivamente, neste tempo máximo de incubação ruminal.

656            Franco et al. (2004) avaliaram o desaparecimento da MS e FDN da forragem em  
657 bovinos pastejando *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no período da seca e verificaram  
658 que com o avanço do tempo de incubação, o desaparecimento da MS e FDN da  
659 forragem aumentaram e observou-se degradação potencial da MS e FDN, às 72 horas,  
660 corroborando com os resultados aqui apresentados.

661            Não houve efeito da substituição do farelo de soja pela ureia encapsulada ou  
662 pecuária dos suplementos proteicos, sobre a ingestão da matéria seca do feno (MS  
663 feno), matéria seca total (MS total), proteína bruta do feno (PB feno), proteína bruta  
664 total (PB total), fibra em detergente neutro do feno (FDN Feno), fibra em detergente  
665 neutro total (FDN total), matéria orgânica do feno (MO feno) e matéria orgânica total  
666 (MO total) em kg/dia (Tabela 5). O que corrobora os resultados encontrados por  
667 Tedeschi et al. (2002) que avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com dieta a  
668 base de silagem de milho e suplementados (8 g/kg de MS da dieta) com ureia ou ureia  
669 encapsulada e não observaram alteração na ingestão de matéria seca (9,38 kg/dia e 9,03  
670 kg/dia, respectivamente).

671            O consumo da MS total e do feno, expressos em kg/d e g/kg PC, não foi afetado  
672 pela adição de ureia encapsulada nos suplementos (Tabela 5), o que contraria os  
673 resultados encontrados por Ribeiro et al. (2011), onde os tratamentos com ureia de  
674 degradação lenta (encapsulada) e a associação de ureia pecuária com ureia encapsulada,  
675 obtiveram maior consumo do feno em comparação aos outros tratamentos (controle e  
676 ureia). Segundo os autores a ureia de degradação lenta fornece nitrogênio suficiente  
677 para uma melhor fermentação ruminal, o que acaba permitindo uma maior ingestão de  
678 matéria seca do feno do que dos outros tratamentos.

679            Rennó et al. (2005) avaliaram o efeito de níveis crescentes de inclusão de ureia  
680 encapsulada na dieta sobre o consumo de nutrientes por novilhos zebu e cruzados da

681 raça holandesa, alimentados com dieta contendo relação volumoso:concentrado de  
 682 50:50, e não verificaram efeitos sobre o consumo de matéria seca e de nenhum dos  
 683 nutrientes da dieta em kg/d ou em %PC.

684

685 Tabela 5 - Consumo (kg/d e g/kg de PC) de MS, PB, FDN e MO de feno de *Brachiaria*  
 686 *brizantha* cv. Marandu em novilhos submetidos a diferentes níveis de  
 687 substituição de farelo de soja por ureia encapsulada em suplemento proteico

Ingestão	Níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada					EPM	P-value
	100% U	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE		
	kg/d						
MS Feno	5,81	5,47	5,82	5,59	5,56	0,12	0,1923
MS Total	6,40	6,05	6,40	6,16	6,13	0,12	0,1882
PB Feno	0,46	0,43	0,46	0,45	0,44	0,01	0,2889
PB Total	0,71	0,69	0,73	0,72	0,72	0,01	0,1493
FDN Feno	5,13	4,83	5,14	4,94	4,91	0,10	0,1787
FDN Total	5,36	4,99	5,31	5,14	5,12	0,10	0,1389
MO Feno	5,55	5,22	5,55	5,33	5,30	0,11	0,1906
MO Total	5,89	5,55	5,85	5,67	5,66	0,11	0,2499
	g/kg PC						
MS Feno	18,20	18,10	19,15	18,37	18,76	0,48	0,5309
MS Total	20,03	19,99	21,02	20,25	20,71	0,50	0,5392
PB Feno	1,43 <sup>b</sup>	1,43 <sup>b</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,48 <sup>ab</sup>	1,48 <sup>ab</sup>	0,03	0,0494
PB Total	2,20 <sup>b</sup>	2,26 <sup>b</sup>	2,43 <sup>a</sup>	2,35 <sup>ab</sup>	2,44 <sup>a</sup>	0,04	0,0069
FDN Feno	14,86	14,78	15,58	14,97	15,28	0,40	0,6148
FDN Total	15,57	15,29	16,12	15,64	16,01	0,41	0,6073
MO Feno	17,37	17,2	18,26	17,52	17,88	0,46	0,5442
MO Total	18,43	18,35	19,24	18,65	19,10	0,47	0,5940

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ). MS: matéria seca, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, MO: matéria orgânica. Tratamentos: 100% U: 100% ureia, 100% FS: 100% farelo de soja, 25% UE: 25% ureia encapsulada, 75% UE: 75% ureia encapsulada, 100% UE: 100% ureia encapsulada. PC: peso corporal, EPM: erro padrão da média.

688

689 A ingestão de proteína bruta do feno e total (g/kg PC) foi significativamente  
 690 maior para o tratamento 25%UE (Tabela 5). Para os tratamentos 75% UE e 100%UE  
 691 houve semelhança com o tratamento 25% UE decaindo o consumo para os tratamentos  
 692 100%U e 100%FS. Esse maior consumo de PB observado pode ser decorrente das  
 693 diferenças nas concentrações de PB dos suplementos com ureia encapsulada (Tabela 1).

694 Os valores expressos na Tabela 6 demonstram ocorrência de um comportamento  
 695 positivo na digestibilidade da MS, digestibilidade da MO e na digestibilidade da PB de  
 696 acordo com a inclusão de ureia encapsulada no suplemento proteico, porém não houve  
 697 efeito significativo para a digestibilidade da FDN corrigida para proteína (FDNp). Para  
 698 o tratamento 100%U uma relação intermediária na digestibilidade desses parâmetros se  
 699 estabeleceu, onde houve similitude tanto para os tratamentos com ureia encapsulada  
 700 quanto para o tratamento 100%FS.

701

702 Tabela 6 - Coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDNp de feno de  
 703 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em novilhos submetidos a diferentes  
 704 níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada em  
 705 suplementos proteinados

Digestibilidade	Níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada					EPM	Valor-p
	100% U	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE		
MS (fração 0-1)	0,492 <sup>ab</sup>	0,416 <sup>b</sup>	0,540 <sup>a</sup>	0,534 <sup>a</sup>	0,526 <sup>a</sup>	0,028	0,0457
Digestibilidade em g/kg de MS							
MO	523,1 <sup>ab</sup>	435,0 <sup>b</sup>	554,1 <sup>a</sup>	552,2 <sup>a</sup>	552,2 <sup>a</sup>	26,240	0,0326
PB	639,4 <sup>ab</sup>	606,6 <sup>b</sup>	684,4 <sup>a</sup>	691,4 <sup>a</sup>	697,4 <sup>a</sup>	18,542	0,0189
FDNp	616,0	573,9	657,6	660,6	642,9	29,409	0,2620

706 Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05). MS: matéria seca, MO: matéria  
 707 orgânica, PB: proteína bruta, FDNp: fibra em detergente neutro corrigido para proteína, EPM: erro padrão  
 708 da média. Tratamentos: 100% U: 100% ureia, 100% FS: 100% de farelo de soja, 25% UE: 25% ureia  
 709 encapsulada, 75% UE: 75% ureia encapsulada, 100% UE: 100% ureia encapsulada.

710

711 Segundo Van Soest (1994) a digestibilidade da dieta depende de vários fatores  
 712 inter-relacionados, como as taxas de passagem e de digestão e o efeito associativo entre  
 713 os ingredientes da dieta.

714 Os efeitos positivos sobre a digestibilidade da matéria orgânica com a inclusão  
 715 de ureia podem estar relacionados ao aumento na taxa de crescimento dos  
 716 microrganismos ruminais e ao conseqüente aproveitamento dos produtos finais da  
 717 fermentação, por causa do nitrogênio disponível no rúmen (Huntington et al., 2001).

718 Valinote et al. (2005) também não encontraram diferença significativa na  
 719 digestibilidade da FDN, entretanto, verificaram aumento linear da digestibilidade da  
 720 proteína bruta com o aumento na substituição da ureia pecuária pela ureia encapsulada,  
 721 resultado atribuído à intensa reciclagem da ureia no organismo do animal.

722

723

## CONCLUSÃO

724

725

726

727

728

729

730

731

732

## BIBLIOGRAFIA

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

A ureia encapsulada em substituição ao farelo de soja em suplementos proteicos para ruminantes, não altera o pH, N-NH<sub>3</sub>, degradabilidade e consumo de matéria seca, porém aumenta a digestibilidade da MS, PB e MO com a sua inclusão. A ureia encapsulada se mostra como adequado ingrediente em substituição ao farelo de soja, podendo ser utilizado em suplementos proteicos para ruminantes.

O uso da ureia encapsulada e/ou a ureia convencional em substituição ao farelo de soja em dietas para ruminantes fica condicionado a sua viabilidade econômica.

AKAY, V.; TIKOFSKY, J. HOLTZ, C. DAWSON, K.A. Optigen® 1200: Controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. (CD-ROM).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington:AOAC International. 1995.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; FILHO, S.C.V. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

CHAPAVAL, L.; MELOTTI, L.; ROSSI JUNIOR, P. Roughage/concentrate ratio on ruminal ammonia concentration, pH and volatile fatty acids in crossbred dairy cows (Eng abstr.). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 18–28, 2008.

FRANCO, A. V. M.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1316-1324, 2004.

FENNER, H., 1965. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *J. Dairy Sci.* 48, 249–251.

GRANT, R. J.; MERTENS, D. R. Influence of butter pH and raw corn starch addition on *in vitro* fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.10, p.2762-2768, 1992.

HUNTINGTON, G.B.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstract and Reviews (Series B)**, v.65, p.63-93, 1995.

- 767 HUNTINGTON, G.B.; POORE, M.; HOPKINS, B. et al. Effect of ruminal protein  
768 degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. **Journal of**  
769 **Animal Science**, v.79, n.3, p.533-541, 2001.  
770
- 771 LOPES, H.O.S., LEITE, G.G., PEREIRA, E.A., PEREIRA, G., SOARES, W.V.  
772 Suplementação de bovinos com misturas múltiplas em pastagens de *Brachiaria*  
773 *brizantha* cv. “Marandu” no período da seca. **Pasturas Tropicales**, v.21, p.54-58,  
774 2001.  
775
- 776 LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M.F.; VALADARES  
777 FILHO, S.C.; SOUZA, M.A.; OLIVEIRA, F.A. Intake and digestibility in cattle fed  
778 lowquality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista**  
779 **Brasileira de Zootecnia**. 38, 2021–2030, 2009.  
780
- 781 MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990.  
782 483p.  
783
- 784 NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**.  
785 6.ed. Washington DC: National Academy, 1996. 242p.  
786
- 787 ORSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen  
788 from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of**  
789 **Agricultural Science**, v. 92, p. 499 – 503, 1979.  
790
- 791 PEREIRA, J.C. **Confinamento de bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de  
792 Viçosa, p.20, v.5, n.48, 1984.  
793
- 794 RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CECEON, P.R.;  
795 BACKES, A.A.; RENNÓ, F.P.; ALVES, D.; SILVA, P.A. Níveis de uréia na ração  
796 de novilhos de quatro grupos enéticos: Consumo e digestibilidades totais. **Revista**  
797 **Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1775-1785, 2005.  
798
- 799 REZENDE, L. H. G. S.; ALBERTINI, T. Z.; DETMANN, E. Consumo e  
800 digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação  
801 com mistura contendo sulfato de amônio, caseína e ureia. **Revista Brasileira de**  
802 **Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 717-723, 2008.  
803
- 804 RIBEIRO, S. S.; VASCONCELOS, J. T.; MORAIS, M. G.; ÍTAVO, C. B. C. F.;  
805 FRANCO, G. L. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea  
806 or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and  
807 rumen parameters in cattle fed low-quality hay. **Animal Feed Science and**  
808 **Technology**, n. 164, p.53-61, 2011.  
809
- 810 SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.;  
811 OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-  
812 284.  
813
- 814 SAS INSTITUTE. **SAS System for windows**. Version 8.0. Cary: SAS Institute Inc.  
815 1999. 2 CD-ROM.

- 816 SLYTER, L.L., SATTER, L.D., DINIUS, D.A. Effect of ruminal ammonia  
817 concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v. 48, p.  
818 906–912, 1979.  
819
- 820 TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and  
821 growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal**  
822 **Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.  
823
- 824 VALINOTE, A.C.; HERRERA, R.G.; LEME, P.R.. Efeito de Optigen® 1200 e Beef-  
825 Sacc® sobre a digestibilidade e degradabilidade em dietas ricas em volumoso. In:  
826 SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2,  
827 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, 2005. p. 64.  
828
- 829 VAN SOEST P.J.; ROBERTSON J.B.; LEWIS B.A. Symposium: carbohydrate  
830 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of**  
831 **Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.  
832
- 833 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell  
834 University Press, 1994. 476p.  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864

865 **Substituição do Farelo de Soja por Ureia Encapsulada em Suplementos**  
866 **Proteinados para Bovinos de Corte: Desempenho**  
867

868 **Gabriella de Oliveira Dalla Martha<sup>1</sup> e Gumercindo Lorian Franco<sup>1</sup>**

869

870 <sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil,  
871 79070-900 E-mail: gumercindo.franco@ufms.br

872

873 **RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da substituição parcial ou total do farelo de soja  
874 (FS) do suplemento proteinado por ureia encapsulada (Optigen® (UE)) sobre o ganho  
875 de peso de bezerros na época seca. Utilizou-se 60 bezerros anelados desmamados,  
876 com peso corporal médio inicial de 172,37 ± 19,93 kg, mantidos em pastagem de  
877 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os animais foram distribuídos de forma aleatória  
878 nos seguintes tratamentos: 100% FS (100% FS e 0% UE); 25% UE (75% FS e 25%  
879 UE); 75% UE (25% FS e 75% UE); 100% UE (0% FS e 100% UE). O delineamento  
880 experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com três repetições. Não  
881 houve efeito do nível de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada sobre o  
882 peso inicial, peso após 56 dias, peso após 112 dias e o peso final aos 140 dias,  
883 entretanto com o aumento do nível de substituição do FS por UE houve uma redução do  
884 ganho médio diário (0,248, 0,217, 0,179 e 0,170 kg/d, respectivamente) e no consumo  
885 de suplemento. Assim, conclui-se que a substituição parcial ou total do farelo de soja  
886 por ureia encapsulada reduz o ganho médio diário e o consumo de suplemento, porém  
887 não alteram o peso corporal final dos animais.

888

889 **Palavras-chave:** ganho médio diário, nitrogênio não-proteico, ruminantes,  
890 suplementação

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901                   **Substitution of Soybean Meal by Coated urea in Protein**  
902                   **Supplements for Beef Cattle: Performance**  
903

904   **ABSTRACT:** The objective with this work was to evaluate the effect of partial or full  
905 substitution of soybean meal (SM) of the protein supplement for encapsulated urea  
906 (Optigen® (UE)) on performance of steers in the dry season. Sixty post-weaned Nelore  
907 calves were used, with initial fasting average live weight of  $172.37 \pm 19.93$  kg, kept  
908 under grazing pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Animals were randomly  
909 distributed in the following treatments: 100% SM (100% SM e 0% UE); 25% UE (75%  
910 SM e 25% UE); 75% UE (25% SM e 75% UE); 100% UE (0% SM e 100% UE). A  
911 randomized blocks design was used with three replicates. There was no effect of  
912 substitution level of soybean meal by encapsulated urea on initial weight, weight after  
913 56 days, weight after 112 days and final weight (140d), however, an increase of  
914 substitution level of SM by Opt caused a reduction of average daily gain (0,248, 0,217,  
915 0,179 e 0,170 kg/d, respectively) on supplement intake. Thus, it can be concluded that  
916 the partial or full of soybean meal by encapsulated urea decrease average daily weight  
917 gain and supplement intake, yet it does not alter final weight gain of the animals.

918

919   **Keywords:** average weight gain, non-protein nitrogen, ruminants, supplementation

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

## INTRODUÇÃO

930

931 As forrageiras têm papel fundamental na nutrição dos ruminantes. São fontes de  
932 nutrientes de baixo custo e atendem a exigência de fibra para a manutenção da função  
933 ruminal. Entretanto, a maior parte da produção pecuária no país torna-se vulnerável em  
934 determinados períodos do ano em que ocorrem reduções quantitativas e qualitativas  
935 deste recurso alimentar.

936 Na época seca as gramíneas apresentam baixas taxas de crescimento devido à  
937 escassez de chuvas, baixas temperaturas e luminosidade, além de grande parte dos  
938 recursos forrageiros disponíveis decrescerem o teor de proteína bruta (PB) e  
939 aumentarem os de fibra. A proteína, nutriente de grande importância, disponível no  
940 alimento consumido e proveniente da reciclagem endógena de nitrogênio pode, então,  
941 não atender as exigências para desenvolvimento, crescimento e atividade da microbiota  
942 ruminal (Minson, 1990).

943 Atualmente, os objetivos da bovinocultura são aumentar a capacidade de  
944 conversão de nutrientes de origem vegetal em proteína animal, reduzir os custos na  
945 produção e diminuir o acúmulo de resíduos para o ambiente (Gonçalves, 2006).

946 A suplementação dos animais a pasto mostra-se uma alternativa para minimizar  
947 os problemas que refletem negativamente na produção animal, pois o ganho de peso é  
948 mais acelerado, há redução nos custos de mão-de-obra e da permanência dos animais na  
949 pastagem, o que leva a uma atividade mais rentável.

950 O farelo de soja (FS) é o mais tradicional ingrediente utilizado como fonte  
951 proteica na nutrição de ruminantes e sua inclusão pode resultar em aumento no custo da  
952 dieta. A utilização de fontes alternativas como a ureia, um composto de nitrogênio não-  
953 protéico (NNP) em substituição ao FS, pode ser uma estratégia economicamente viável  
954 para a redução dos custos de alimentação do rebanho (Souza et al., 2010). Porém, a  
955 adição de ureia nas dietas pode ocasionar um rápido aumento da concentração de  
956 amônia, devido à sua alta taxa de hidrólise no rúmen. Excessos desta substância além de  
957 acarretar toxicidade, constituem desperdício energético e são prejudiciais ao animal  
958 (Cavalcante et al., 2006).

959 Nesse contexto, a ureia encapsulada, utilizada como alternativa à ureia pecuária é  
960 um composto recoberto por uma cápsula inerte e biodegradável e pode promover

961 liberação mais lenta da amônia, favorecendo a sincronia entre disponibilidade de  
962 nitrogênio e energia e melhorar a eficiência de síntese microbiana (Akay et al., 2004).

963       Objetivou-se com esse trabalho avaliar a substituição da proteína verdadeira (FS)  
964 por uma fonte de NNP (ureia encapsulada) em suplementos proteinados sobre o  
965 desempenho de bezerros de corte mantidos em pastagem na época seca.

966

967

## MATERIAL E MÉTODOS

968       O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa, pertencente à  
969 Universidade de Brasília (UnB), no Distrito Federal, localizada a 15° 55' 12.55" latitude  
970 sul e 47° 55' 12.55" longitude oeste, com altitude próxima a 1.000 metros. Realizado na  
971 estação seca, teve duração de 140 dias, se estendendo de junho a novembro de 2009.

972       Foram utilizados 60 bezerros anelados desmamados, de 7 a 8 meses de idade,  
973 com peso corporal médio inicial (PCi) em jejum de  $172,37 \pm 19,93$  kg.

974       Os animais foram divididos em 12 grupos, sendo 5 animais por piquete, 3  
975 piquetes por tratamento e 4 piquetes por bloco. Cada piquete possuía 2 ha estabelecidos  
976 com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, providos de saleiro, bebedouro e cochos para a  
977 suplementação. Semanalmente os animais foram rotacionados nos piquetes dentro de  
978 cada bloco a fim de minimizar os possíveis efeitos do pasto.

979       Antes do início do experimento a área experimental foi diferida, por um período  
980 de 60 dias, para garantir uma boa oferta de massa de forragem aos animais.

981       Após a pesagem inicial os animais foram identificados com brincos auriculares  
982 de quatro cores diferentes, numerados e distribuídos de forma aleatória e balanceada nos  
983 seguintes tratamentos (Tabela 1): T1 - 100% Farelo de Soja (FS) e 0% ureia  
984 encapsulada (UE) (100% FS); T2 - 25% UE e 75% FS (25% UE); T3 - 75% UE e 25%  
985 FS (75% UE) e T4- 100% UE e 0% FS (100% UE).

986       A formulação foi concebida para proporcionar aproximadamente 9% PB na dieta  
987 total (NRC, 1996), com ganho esperado para 100 g/d, permanecendo próximo ao nível  
988 de 10,5% PB apontado por Rezende et al. (2008) como ideal para otimizar o uso de  
989 forrageiras de baixa qualidade. A ureia encapsulada fornecida foi o Optigen® 1200  
990 (Alltech do Brasil), produto com NNP que possui um equivalente proteico de 256% de  
991 PB. Os suplementos foram fornecidos à vontade no cocho com expectativa de consumo  
992 de 2 g/kg de PC.

993 Os cochos foram avaliados visualmente todos os dias e reabastecidos sempre que  
 994 apresentassem aproximadamente um kg de sobra. O controle do consumo do  
 995 suplemento proteico foi realizado semanalmente, através da subtração do peso das  
 996 sobras, corrigidas para o teor de umidade, com o total fornecido durante a semana.

997 Para a correção da umidade das sobras foram coletadas 100 g de amostra das  
 998 mesmas, e secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

999 A cada 56 dias os animais foram pesados após jejum de sólidos e líquidos de 16  
 1000 horas e o ganho médio diário (GMD) foi calculado pela diferença do peso final com o  
 1001 peso inicial de cada período experimental, dividido pelo número de dias do período.

1002

1003 Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição químico-bromatológica dos  
 1004 suplementos proteicos

Ingredientes (g/kg)	Nível de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada *			
	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE
Farelo de soja	517,8	388,4	129,5	0,00
Milho grão	6,5	124,2	359,6	477,3
Optigen®	0,00	21,1	63,4	84,6
Ureia	50,0	50,0	50,0	50,0
Mistura mineral <sup>1</sup>	150,0	150,0	150,0	150,0
Caulim	162,7	151,0	127,3	115,0
Sal comum	107,4	107,4	107,6	107,6
Sulfato de amônia	5,6	7,9	12,6	15,5
Total	1000	1000	1000	1000
Composição bromatológica (g/kg de MS)				
MS	923,7	931,4	926,8	923,5
PB	399,3	442,9	422,6	482,1

1005 \* - Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda; <sup>1</sup>Mistura mineral em g ou mg/kg de produto: Ca - 127  
 1006 g, P - 65 g, Na - 170 g, S - 10 g, Zn - 2,2 g, Cu - 1,2 g, Mn - 1,0 g, Co - 148 mg, I - 85 mg e Se -  
 1007 10 mg. MS – matéria seca; PB – proteína bruta.

1008 A avaliação da massa seca da forragem dos piquetes foi realizada no primeiro dia  
 1009 de cada subperíodo experimental (duração de 28 dias) através do corte, a 5 cm do solo,  
 1010 de 16 amostras compreendidas em um retângulo metálico de 0,5 m x 1,0 m, alocado  
 1011 aleatoriamente em cada piquete experimental. Após pesagem do material fresco no  
 1012 campo, duas subamostras foram retiradas, sendo uma colocada em sacos plásticos  
 1013 devidamente identificados e levados ao Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade  
 1014 de Agronomia e Medicina Veterinária (UnB), onde foram pesados e acondicionados em  
 1015 sacos de papel para determinação da matéria seca (MS) e estimativa de produção da

1016 biomassa da forragem. Na outra subamostra (parte aérea), foi realizada a separação  
1017 manual dos constituintes morfológicos em lâmina verde (folhas verdes) (LV), lâmina  
1018 seca (folhas secas e/ou mortas) (LS) e Colmo (colmo + bainha) (C). As duas  
1019 subamostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas até  
1020 se obter peso constante. Após secagem, as proporções dos componentes da planta foram  
1021 expressos em porcentagem do peso total, e as duas subamostras processadas em moinho  
1022 de facas tipo Willey com peneiras com crivos de 1 mm.

1023 As amostras dos constituintes da forragem foram analisadas no Laboratório de  
1024 Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia pertencente à  
1025 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), de acordo com os métodos  
1026 descritos pela AOAC (1995), para MS, PB, matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE),  
1027 e por Van Soest (1991) para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente  
1028 ácido (FDA). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com  
1029 Weiss (1999), como:  $CNF(\%) = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$ . As  
1030 percentagens dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidas pela equação,  
1031 proposta por Capelle (2001), onde:  $NDT = 91,0246 - 0,571588 \times FDN$ .

1032 O delineamento experimental adotado para condução do experimento foi o de  
1033 blocos completos casualizados com três repetições. Os dados sobre desempenho animal  
1034 foram submetidos à análise de variância e as médias de ganho de peso foram  
1035 comparadas através do teste de Tukey a 0,05 de significância, obtidos pela aplicação do  
1036 programa estatístico SAS (1999).

1037

1038

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

1039 A média da massa de forragem dos piquetes experimentais ao longo do período  
1040 foi de aproximadamente 5.110 kg de MS/ha (Tabela 2), quantidade acima do valor  
1041 mínimo estipulado por Minson (1990), de 2.000 kg de MS/ha, para que não haja  
1042 limitação do consumo pelos animais e conseqüentemente seu desempenho.

1043 Do total de massa forrageira, o colmo (C) em conjunto com o material  
1044 senescente (MSen) denotou mais de 72%, o que caracterizou como sendo os principais  
1045 componentes presentes na forragem no período seco (Tabela 2).

1046 Mesmo durante a época seca, quando a forragem é caracterizada como sendo de  
1047 baixa qualidade, com valores elevados de fibra, teores reduzidos de proteína e baixa  
1048 digestibilidade, se houver massa forrageira e adequada oferta de folhas verdes,

1049 permitindo o pastejo seletivo e maximização do consumo, a dieta consumida pelo  
 1050 animal pode proporcionar quantidades de nitrogênio (N) que não sejam limitantes para  
 1051 o crescimento das bactérias ruminais e atendam as exigências de manutenção dos animais  
 1052 (Gomes Jr. et al., 2002).

1053

1054 Tabela 2 - Valores médios para a massa de forragem em kg MS/ha e proporções de  
 1055 lâmina verde (LV), lâmina seca (LS), colmo (C) e material senescente  
 1056 (MSen) em g/kg ao longo do período experimental

Variáveis	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu
Massa de forragem	5.110
LV	154,1
LS	119,9
C	457,2
MSen	268,8

1057

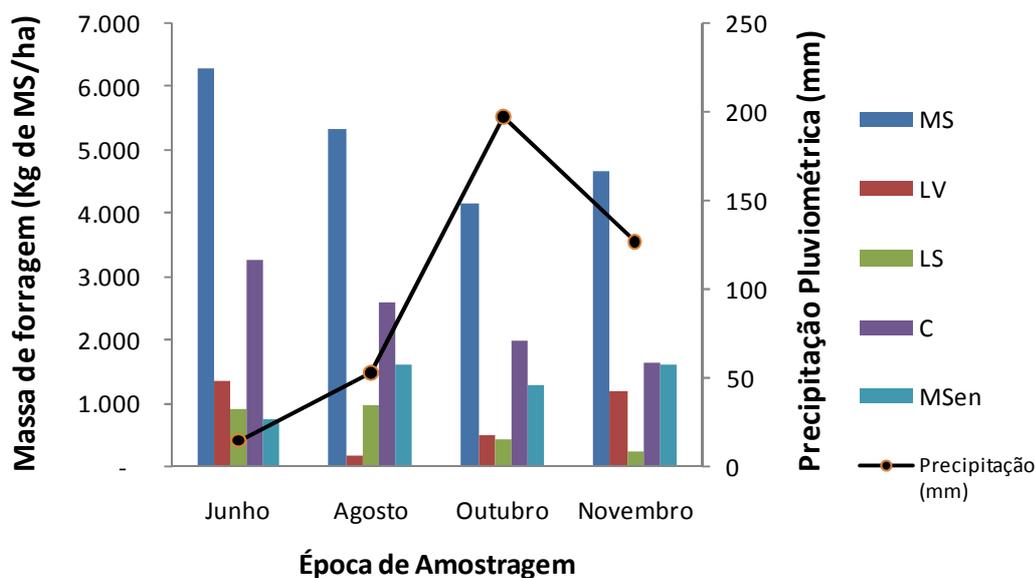
1058 Em pesquisas com diferimento de pastagem para utilização na época seca,  
 1059 Euclides et al. (2007) encontraram valores semelhantes aos do presente trabalho, com  
 1060 quantidade média de massa de forragem para o capim *Brachiaria brizantha* cv.  
 1061 Marandu de 4.500 kg MS/ha e participação de lâmina foliar de aproximadamente 18%.

1062 Animais em pastejo priorizam componentes da forragem com maior  
 1063 concentração de nutrientes, maior digestibilidade e de mais fácil preensão (Hodgson,  
 1064 1990), razão pela qual as folhas verdes são consumidas primeiramente do que os demais  
 1065 componentes estruturais.

1066

1067

1068



1069

1070 Figura 1. Produção média (kg de MS/ha) de matéria seca (MS), lâmina verde (LV),  
 1071 lâmina seca (LS), colmo (C) e material senescente (MSen) de *Brachiaria*  
 1072 *brizantha* cv. Marandu e da precipitação pluviométrica (mm) no período  
 1073 seco

1074 Como se pode observar na Figura 1, a maior quantidade de massa seca de  
 1075 forragem ocorreu em junho, correspondendo a 6.279 kg MS/há de parte aérea, o que  
 1076 pode ser creditada ao diferimento realizado anteriormente. Em agosto, a oferta de  
 1077 forragem foi reduzida para 5.330 kg MS/ha, devido ao intenso consumo de folhas  
 1078 verdes. A menor quantidade de resíduo ocorreu em outubro sendo de 4.167 kg MS/ha,  
 1079 explicada pelo consumo constante na pastagem, restrição hídrica dos meses anteriores,  
 1080 crescimento reduzido da forragem e aumento da produção de material senescente. Em  
 1081 novembro, com aumento da precipitação pluviométrica no fim do mês de outubro, a  
 1082 produção de LV se intensificou, aumentando a quantidade total de MS que foi de 4.663  
 1083 kg MS/ha.

1084 Com a alta oferta de LV em junho (1.349 kg MS/ha) e o consumo preferencial  
 1085 dessa fração da forragem, uma brusca redução foi observada em agosto, onde a  
 1086 produção de folhas verdes caiu para 171 kg MS/ha (Figura 1). Com a redução da  
 1087 porcentagem de LV em relação à produção total de MS, um aumento no consumo de LS  
 1088 foi observado nos meses seguintes, demonstrando a preferência dessas frações mais  
 1089 digestíveis em detrimento ao C e MSen. Em junho e agosto a produção de LS foi de 915  
 1090 e 958 kg MS/ha, respectivamente, onde ainda o consumo de LV foi preferencial. Com o  
 1091 aumento da ingestão de LS pelos animais, em outubro e novembro a produção total

1092 também diminuiu, correspondendo a 417 e 251 kg MS/ha, respectivamente. Por esse  
1093 fator e pelas condições climáticas favoráveis nesses mesmos períodos, foi observado um  
1094 aumento no rebrote e a recuperação da produção de LV que foi de 478 kg MS/ha em  
1095 outubro e 1.187 kg MS/ha em novembro.

1096 Euclides et al. (1992), trabalhando com dietas selecionadas pelos animais  
1097 apresentando em média 90% de matéria seca verde, observaram declínio da quantidade  
1098 de LV na forragem, o que foi revertido no mês de outubro por condições climáticas  
1099 favoráveis, permitindo que o capim Marandu iniciasse a rebrota, aumentando assim, a  
1100 produção de LV que foi de 568 kg MS/ha naquele mês.

1101 Os altos valores de C encontrados no mês de junho (3.277 kg MS/ha) são  
1102 decorrentes do resíduo da forragem preexistente pelo diferimento da pastagem e pela  
1103 época de florescimento (Figura 1). Conforme observado na Tabela 2, o C correspondeu  
1104 a 45% do total da massa forrageira durante o período seco do ano. Segundo Hodgson  
1105 (1990), dietas contendo maiores quantidades de colmo são consumidas mais lentamente  
1106 que dietas contendo maiores quantidades de folhas, isso devido aos tecidos estruturais  
1107 que compõem os colmos (lignina, cutina e cristais de sílica). Pode-se observar que o C  
1108 também sofreu redução de produção nos meses de agosto (2.519 kg MS/ha), outubro  
1109 (1.973 kg MS/ha) e novembro (1.627 kg MS/ha), mas não sendo, aparentemente, tão  
1110 significativa quanto à redução de LV e LS.

1111 O MSen apresentou maior constância na produção observada ao longo dos  
1112 cortes, somente no mês de junho onde a produção de C foi muito elevada, a produção de  
1113 MSen foi mais reduzida (738 kg MS/ha). Nos meses de agosto, outubro e novembro a  
1114 produção foi de 1.619, 1.297 e 1.597 kg MS/ha, respectivamente.

1115 Em decorrência da estacionalidade das chuvas, da variação de temperatura e do  
1116 fotoperíodo, esse padrão de variação no acúmulo de forragem se torna típico nas regiões  
1117 tropicais. Euclides et al. (2008) avaliaram os acúmulos líquidos de lâminas foliares em  
1118 cultivares de *Brachiaria brizantha* capim Marandu, capim Piatã e no capim Xaraés e  
1119 evidenciaram esse comportamento de variação para os três cultivares, onde na época  
1120 seca para as massas de matéria seca total os resultados encontrados foram de 3.605,  
1121 3.720, 3.890 (kg/ha); para matéria seca de lâminas foliares de 720, 930, 660 (kg/ha);  
1122 para percentagens de lâminas foliares de 19,9; 25,2; 16,7; de colmos foram 28,0; 27,9;  
1123 31,3; e de material morto de 51,9; 46,9; 52,0, respectivamente.

1124 Como podemos observar ao longo do ano, as diversas gramíneas tropicais  
 1125 sofrem profundas alterações na proporção de suas frações folha, colmo e material  
 1126 senescente, mas outro fator que também pode afetar o tempo de pastejo, o consumo de  
 1127 matéria seca e o desempenho animal é a mudança na composição químico-  
 1128 bromatológica da forrageira, em especial a proteína, que à medida que a planta  
 1129 amadurece e envelhece há redução desse componente potencialmente digestível.

1130 Notou-se que a LV representa a parte mais nutritiva da forragem, caracterizada  
 1131 pela superioridade nos teores de PB e menores teores de FDN e FDA, em relação à LS e  
 1132 C (Tabela 3). Durante a 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> épocas de amostragem podem-se observar um aumento  
 1133 nos teores de PB, devido ao nascimento e crescimento de folhas verdes, como  
 1134 evidenciado na Figura 1. Em média para a época seca, o teor de PB da LV foi de 78  
 1135 g/kg, da LS foi 28 g/kg e para C 23 g/kg (Tabela 3).

1136 Os teores de FDN e FDA são maiores no C em comparação à LS e LV. Em  
 1137 média, os teores de FDN nas quatro épocas de amostragem foram 767 g/kg para C, 715  
 1138 g/kg para LS e 636 g/kg para LV, evidenciando que o C chega a apresentar mais de  
 1139 15% de FDN em relação a LV. Os teores de FDA seguem o mesmo padrão, onde o C  
 1140 apresenta em média 487 g/kg de FDA, a LS, 377 g/kg e a LV, 310 g/kg (Tabela 3).

1141 Devido ao estágio de maturação, menor relação folha:caule, aumento nos teores  
 1142 dos componentes estruturais e baixos teores de PB nesse período, muitas vezes as  
 1143 forrageiras não atendem a exigência de manutenção dos animais e, conseqüentemente,  
 1144 limitam a exploração máxima do seu potencial genético. O que demonstra a necessidade  
 1145 de utilização de suplementos proteínados para atender não só, as exigências de  
 1146 manutenção, mas também de produção.

1147

1148 Tabela 3- Composição químico-bromatológica dos componentes da *Brachiaria*  
 1149 *brizantha* cv. Marandu ao longo do período experimental (g/kg de MS)

Item	1 <sup>a</sup> . Época de Amostragem - Junho		
	Lâmina Verde	Lâmina Seca	Colmo
PB	68,56	27,83	25,30
FDN	642,28	702,73	759,77
FDA	314,28	360,45	488,16
MM	79,37	74,98	50,97
EE	16,39	17,35	3,45
NDT (g/kg)	543,1	509,0	476,0

CNF (g/kg)	193,4	177,1	160,5
2ª. Época de Amostragem - Agosto			
Item	Lâmina Verde	Lâmina Seca	Colmo
PB	56,43	28,39	17,57
FDN	659,20	682,68	773,89
FDA	323,70	347,40	506,46
MM	71,09	73,30	43,47
EE	-	11,79	4,51
NDT (g/kg)	533,5	520,0	468,0
CNF (g/kg)	213,3	203,8	161,0
3ª. Época de Amostragem - Outubro			
Item	Lâmina Verde	Lâmina Seca	Colmo
PB	105,97	27,38	24,04
FDN	616,44	734,76	770,59
FDA	290,25	392,39	487,79
MM	84,34	66,31	49,06
EE	13,81	10,82	6,45
NDT (g/kg)	558,0	490,3	470,0
CNF (g/kg)	179,4	161,0	150,0
4ª. Época de Amostragem - Novembro			
Item	Lâmina Verde	Lâmina Seca	Colmo
PB	82,94	29,61	27,82
FDN	627,05	741,96	765,26
FDA	315,00	411,28	466,73
MM	81,48	66,25	55,92
EE	13,21	-	04,93
NDT (g/kg)	552,0	486,1	472,8
CNF (g/kg)	195,3	162,2	146,0
Média para o período seco			
Item	Lâmina Verde	Lâmina Seca	Colmo
PB	78,48	28,30	23,68
FDN	636,24	715,53	767,38
FDA	310,81	377,88	487,28
MM	79,07	70,21	49,85
EE	14,47	13,32	4,83
NDT (g/kg)	546,6	501,3	472,0
CNF (g/kg)	195,3	176,0	154,2

1150  
1151  
1152

PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, MM = matéria mineral, EE = extrato etéreo, NDT = nutrientes digestíveis totais, CNF = carboidratos não fibrosos.

1153 Não houve efeito do nível de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada  
1154 sobre o PCi, peso aos 56 dias (P56d), peso aos 112 dias (P112d) e o peso final aos 140  
1155 dias (PF140d) (Tabela 4). Isso demonstra que a utilização de ureia encapsulada, em  
1156 substituição ao farelo de soja, não reduziu o ganho de peso total de bezerros em  
1157 pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Onde, a complementação nutricional  
1158 dos bovinos no período da seca por meio de suplementação proteica tem como  
1159 finalidade manter o desempenho dos animais em pastejo, época em que os pastos são  
1160 desfavoráveis tanto do ponto de vista da digestibilidade quanto ao valor nutritivo (Del  
1161 Curto et al., 1990).

1162 O efeito estimulador da proteína gera um ciclo em que a melhoria na eficiência  
1163 da síntese microbiana aumenta a digestibilidade da matéria seca, a taxa de diluição no  
1164 rúmen, o consumo de forragem e de energia metabolizável (Nocek & Russell, 1988),  
1165 prosseguindo-se o ciclo com a otimização do desempenho animal.

1166 Marchesin et al. (2006) avaliaram o desempenho de bovinos Nelore com PCi  
1167 médio de 210 kg em pastagem de *Brachiaria brizantha* durante o período da seca  
1168 recebendo suplemento mineral, suplemento proteico com 30% de ureia e 15% de farelo  
1169 de algodão, e suplementos proteicos com substituição da ureia pecuária por 25, 65 e  
1170 100% de ureia encapsulada (Optigen 1200). Segundo os autores, o melhor desempenho  
1171 foi obtido com a substituição de 25% da ureia pecuária por ureia de liberação lenta,  
1172 apresentando ganhos de peso médio diário de 0,211 kg. Ao aumentar os níveis de ureia  
1173 encapsulada no suplemento, o desempenho foi reduzido, pois, pode ter ocorrido falta de  
1174 nitrogênio prontamente solúvel na dieta para melhorar a eficiência microbiana.

1175 Com o aumento do nível de substituição do FS por UE houve uma redução do  
1176 ganho médio diário (GMD), sendo os menores valores observados nos níveis com 75%  
1177 UE e 100% UE (Tabela 4). Paulino et al. (1985), avaliando níveis crescentes de ureia  
1178 (2,5; 5,0 e 7,5%) em suplementos contendo farelo de soja para bovinos, verificaram  
1179 redução linear do GMD dos animais com o aumento de sua porcentagem nos  
1180 suplementos. Segundo os autores esse comportamento pode ser explicado pelo fato do  
1181 farelo de soja apresentar compostos nitrogenados disponíveis no rúmen (PDR) e  
1182 proteína não degradável no rúmen (PNDR), a qual pode complementar a proteína  
1183 microbiana que flui para o intestino delgado. Segundo Silva et al. (2008) o farelo de  
1184 soja também apresenta carboidratos solúveis, vitaminas e minerais (ausentes na ureia)  
1185 que podem servir como fonte de energia para o crescimento microbiano.

1186 Tabela 4 - Médias de mínimos quadrados e erro padrão da média do peso inicial (PI,  
 1187 kg), peso aos 56 dias (P56d, kg), peso aos 112 dias (P112d, kg), peso final  
 1188 aos 140 dias (PF140d, kg), ganho médio diário total (GMD, kg/dia),  
 1189 consumo de suplemento (kg/cab./dia) em bovinos suplementados com  
 1190 diferentes níveis de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada

Variáveis	Nível de substituição do farelo de soja por ureia encapsulada				Valor -p
	100% FS	25% UE	75% UE	100% UE	
PI	169,41 ± 4,48	172,50 ± 4,48	168,87 ± 4,29	168,03 ± 4,29	0,9384
P56d	189,69 ± 4,87	188,45 ± 4,87	181,50 ± 4,66	180,80 ± 4,66	0,5097
P112d	193,56 ± 4,73	191,63 ± 4,73	181,93 ± 4,52	180,67 ± 4,53	0,1618
PF 140d	204,18 ± 4,98	202,96 ± 4,98	193,93 ± 4,77	191,87 ± 4,77	0,2300
GMD <sub>total</sub>	0,248 ± 0,016 <sup>a</sup>	0,217 ± 0,016 <sup>ab</sup>	0,179 ± 0,015 <sup>b</sup>	0,170 ± 0,015 <sup>b</sup>	0,0016
Consumo	0,450 ± 0,020 <sup>a</sup>	0,353 ± 0,020 <sup>b</sup>	0,240 ± 0,020 <sup>c</sup>	0,202 ± 0,020 <sup>c</sup>	<0,0001

1191 Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si (Tukey, P<0,05). Tratamentos:  
 1192 100%FS: 100% farelo de soja, 25%UE: 25% ureia encapsulada, 75%UE: 75% ureia  
 1193 encapsulada e 100%UE: 100% ureia encapsulada.

1194 Observa-se que, embora os suplementos tenham sido fornecidos *ad libitum*, os  
 1195 animais mantiveram um consumo menor do que o esperado para os tratamentos com  
 1196 75% UE e 100% UE e aumentaram o consumo voluntário do suplemento com 100% FS  
 1197 (Tabela 4).

1198 O consumo de suplemento reduziu gradativamente com o aumento da proporção  
 1199 de UE, provavelmente devido à regulação do consumo pela ureia e a fatores sensoriais.  
 1200 A substituição total de proteína verdadeira por NNP pode resultar em redução na  
 1201 produção microbiana e na digestão, levando à menor consumo (Tedeschi et al., 2000).

1202 É possível que em alguns casos a formação de amônia a partir destes compostos  
 1203 no rúmen, embora mais lenta em relação à ureia, ainda seja rápida demais para melhorar  
 1204 a utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais (Henning et al., 1991).

1205 No entanto, para níveis moderados a altos de desempenho, deve-se aumentar a  
 1206 atenção ao fornecimento suplementar de proteína verdadeira, uma vez que constituem a  
 1207 principal fonte de isoácidos, indispensáveis ao adequado metabolismo microbiano  
 1208 (Gomes Jr. et al., 2002). O que corrobora com os resultados apresentados no presente  
 1209 estudo, onde a substituição de 25% do FS por UE apresentaram resultados semelhantes  
 1210 no GMD em relação ao suplemento contendo 100% FS, além do consumo voluntário do  
 1211 suplemento com 25% UE ter sido o desejado.

1212

1213

1214

1215

**CONCLUSÃO**

1216

1217

1218

1219

1220

1221

**REFERÊNCIAS**

1222

1223

1224

1225

1226

1227

1228

1229

1230

1231

1232

1233

1234

1235

1236

1237

1238

1239

1240

1241

1242

1243

1244

1245

1246

1247

1248

1249

1250

1251

1252

1253

1254

1255

1256

1257

1258

A ureia encapsulada se mostra como adequado ingrediente em substituição parcial ao farelo de soja, podendo ser utilizado em suplementos proteicos para ruminantes com até 25% de substituição. Reduz o ganho diário médio, porém não altera o peso corporal final dos animais, mantendo seu desempenho na época seca.

AKAY, V.; TIKOFSKY, J. HOLTZ, C. DAWSON, K.A. Optigen® 1200: Controlled release of non-protein nitrogen in the rúmen. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. (CD-ROM).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16 ed. Arlington:AOAC International. 1995.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; FILHO, S.C.V. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO da SILVA, J.F.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.30, p.1837-1856, 2001.

DEL CURTO, T.; COCHRAN, R.C.; HARMON, D.L.; BEHARKA, A.A.; JACQUES, K.A.; TOWNE, G.; VANZANT, E.S. Supplementation or dormant tallgrass-prairie forage. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **Journal of Animal Science**, v.68, p.515-531. 1990.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

EUCLIDES, V.P.B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R.S.; OLIVEIRA, M.P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, fev. 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W.V.. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1805-1812, 2008.

- 1259 GOMES, Jr.P.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.;  
1260 ZERVOUDAKIS, J.T.; LANA, R.P. Desempenho de novilhos mestiços na fase de  
1261 crescimento suplementados durante a época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
1262 v.31, n.1, p.139-147, 2002.  
1263
- 1264 HENNING, P.H.; STEYN, D.G.; MEISSNER, H.H. Effect of synchronization of energy  
1265 and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of**  
1266 **Dairy Science**, v.71, p. 2580-2587, 1991.  
1267
- 1268 HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman Handbooks in  
1269 Agriculture. 203p. 1990.  
1270
- 1271 MARCHESIN, W.A.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; MANELLA, M.Q.; FREITAS,  
1272 E.C.; SCHALCH JÚNIOR, F.J.; FERREIRA, P.E.B. Níveis de substituição de uréia  
1273 de suplementos protéicos por uréia encapsulada na recria de machos da raça nelore.  
1274 In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43.,  
1275 2006, João Pessoa - PB, **Anais...** CD-ROM.  
1276
- 1277 MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990.  
1278 483p.  
1279
- 1280 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.  
1281 7.ed. Washington, D.C.:National Academic Press. 1996. 242p.  
1282
- 1283 NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship  
1284 of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk  
1285 production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2070-2107, 1988.  
1286
- 1287 PAULINO, M.F.; BORGES, L.E.B.; BORGES, G.N. Efeitos de diferentes níveis de  
1288 uréia em suplementos múltiplos sobre o desenvolvimento de novilhas mestiças. In  
1289 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22, 1985,  
1290 Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú, 1985. p85.  
1291
- 1292 REZENDE, L.H.G.S; ALBERTINI, T.Z.; DETMANN, E. et al. Consumo e  
1293 digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação  
1294 com mistura contendo sulfato de amônio, caseína e uréia. **Revista Brasileira de**  
1295 **Zootecnia**, v. 37, n.4, p.717-723, 2008.  
1296
- 1297 SAS INSTITUTE. **SAS System for windows**. Version 8.0. Cary: SAS Institute Inc.  
1298 1999. 2 CD-ROM.  
1299
- 1300 SILVA, D.J. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG:  
1301 Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.  
1302
- 1303 SILVA, R.M.G.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L.;  
1304 OCHOVE, V.C.C.; MIRANDA, L.; OLIVEIRA, I.S. Níveis de uréia em  
1305 suplementos múltiplos para bovinos de corte durante a época seca. **Revista**  
1306 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 543-553, 2008.  
1307

- 1308 SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; PIEKARSKI, P.R.B.; JESUS, C.P.;  
1309 PEREIRA, M.N. Substituição parcial de farelo de soja por uréia protegida na  
1310 produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
1311 **Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.  
1312
- 1313 TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal  
1314 nitrogen deficiency within the structure of the Cornell net carbohydrate and protein  
1315 System. **Journal Animal Science**, v.78, p.1648-1658, 2000.  
1316
- 1317 VAN SOEST P.J.; ROBERTSON J.B.; LEWIS B.A. Symposium: carbohydrate  
1318 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of**  
1319 **Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.