

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n11e1482>

## Intoxicação acidental por ureia em novilha: Relato de caso

Izadora Mazagão Veloso<sup>1\*</sup>, Milenna Karoline Fernandes Rodrigues<sup>2</sup>, Maria Ivete de Moura<sup>2</sup>, Arthur Francisco Junior<sup>3</sup>, Gustavo Lage Costa<sup>2</sup>, Alessandro Rodrigues Costa Filho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduanda de Medicina Veterinária na Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>2</sup>Professor(a) Doutor(a) da Escola de Ciências Médicas e da Vida, curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>3</sup>Professor Mestre da Escola de Ciências Médicas e da Vida, Curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>4</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação de Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

\*Autor para correspondência, E-mail: [izadoramazagao@gmail.com](mailto:izadoramazagao@gmail.com).

**Resumo.** A produção de bovinos no Brasil em sistema extensivo promoveu aumento na utilização de ureia dietética, devido à baixos teores de proteína e menor degradabilidade do pasto na época de seca. Esta estratégia consiste no fornecimento de nitrogênio não proteico com equivalência proteica de 281% com baixo valor de aquisição. A produção de proteína microbiana e degradação ruminal possui sinergia com a quantidade de substrato proteico e cadeia de carbonos provenientes da dieta. No entanto, ureia em grande quantidade é prejudicial para o metabolismo animal, devido a altas concentrações de amônia, aumentando o pH do rúmen. Os sinais clínicos da intoxicação são variáveis, em casos agudos ocorre óbito do animal. Este trabalho relata uma intoxicação acidental por ureia em novilha atendida na Clínica Escola da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, apresentando sintomatologia nervosa, com mioclonia, tetania, espasmos, prostração, ataxia seguido de queda ao chão e crise convulsiva. Na anamnese foi relatada a administração errônea de uma dieta contendo ureia, por fim foi coletado conteúdo ruminal evidenciando o pH de aproximadamente 9 através da medição por fita colorimétrica. O diagnóstico foi baseado na anamnese, sinais clínicos e resultado da análise de pH, resultando em alcalose por intoxicação por ureia. O tratamento proposto continha vinagre (ácido acético), ringer com lactato, gluconato de cálcio e magnésio. Após o tratamento, os sinais clínicos reduziram e o animal conseguiu se posicionar em decúbito esternal. No dia posterior, as alterações já não foram observadas, evidenciando o tratamento eficaz. O fornecimento de ureia é uma boa estratégia nutricional para suplementação, porém deve ser realizada a adaptação à dieta, visto que a ureia se torna amônia no rúmen sendo que em altas concentrações são tóxicas para os ruminantes.

**Palavras chave:** Ácido acético, amônia, bovinos, rúmen

### *Accidental urea poisoning in a heifer: Case Report*

**Abstract.** The production of cattle in Brazil in an extensive system promoted an increase in the use of dietary urea, due to low protein levels and less degradability of pastures in the dry season. This strategy consists of supplying non-protein nitrogen with a protein equivalence of 281% and a low acquisition value. The production of microbial protein and ruminal degradation has synergy with the amount of protein substrate and carbon chain coming from the diet. However, in large quantities, urea is harmful to the animal's metabolism due to high concentrations of ammonia, increasing the pH of the rumen. The clinical signs of poisoning vary; in acute cases, the animal dies. This work reports an accidental poisoning by urea. A heifer was treated at the Clinic School of the Pontifical Catholic University of Goiás, presenting nervous symptoms with myoclonus, tetany,

spasms, prostration and ataxia followed by falling to the ground and convulsive crises. During anamnesis, the erroneous administration of a diet containing urea was reported; finally, ruminal content was collected, showing a pH of approximately 9 through measurement using a colorimetric tape. The diagnosis was based on anamnesis, clinical signs and the results of the pH analysis, resulting in alkalosis due to urea poisoning. The proposed treatment contained vinegar (acetic acid), lactated Ringer's solution, and calcium and magnesium gluconate. After treatment, clinical signs reduced and the animal was able to position itself in sternal recumbency. On the following day, clinical signs were not observed, demonstrating effective treatment. Providing urea is a good nutritional strategy for supplementation, but adaptation to the diet must be carried out as urea becomes ammonia in the rumen and, in high concentrations, is toxic to ruminants.

**Keywords:** Acetic acid, ammonia, cattle, rumen

## Introdução

O sistema extensivo no Brasil é a principal estratégia de produção de bovinos tanto para produção cárnea ou leiteira ([Ferraz & Felício, 2010](#)). Todavia, em épocas de seca o pasto possui altos teores de lignina em sua composição, tornando-os de baixa degradabilidade ruminal e baixos teores de proteína, não sendo capazes de suprir as exigências mínimas para manutenção do animal, consequentemente ocorrendo queda na produção ([Moraes et al., 2009](#); [Moreira et al., 2004a](#); [Moreira et al., 2004b](#); [Prado et al., 2003](#)).

Os alimentos com altos teores de proteína possuem alto valor de comercialização como, por exemplo, farelo de soja, farelo de algodão, soja extrusada e resíduo seco de destilaria ([Figueiredo et al., 2008](#); [Paula et al., 2010](#); [Porto et al., 2009](#); [Zeoula et al., 2006](#)). Para reduzir os custos e aumentar o teor proteico na dieta de ruminantes a principal estratégia adotada consiste no incremento de ureia na dieta, como fonte de nitrogênio não proteico, possuindo equivalência proteica de aproximadamente 281%, sendo capaz de aumentar os índices produtivos da propriedade ([Moraes et al., 2009](#); [NRC, 2016](#); [Valadares Filho et al., 2004](#)).

A degradação ruminal é estritamente dependente de esqueletos de carbono proveniente de alimentos energéticos ou fibrosos em sincronia com a presença de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH<sub>3</sub>) ([Berchielli et al., 2011](#); [Valadares Filho et al., 2011](#)). Este ambiente promove aumento da população da microbiota ruminal consequentemente aumentando a proporção de proteína microbiana sintetizada e maior digestibilidade do alimento fornecido ([Hobson, 1969](#); [Hobson & Stewart, 2012](#); [Prado, 2010](#); [Prado et al., 2010](#); [Prado & Prado, 2010](#); [Souza et al., 2010](#)).

A intoxicação por ureia ocorre devido a ingestão por animais não adaptados ou erro de manejo dietético ([Rennó et al., 2008](#)). Os sinais clínicos variam entre hipersensibilidade, inquietação, contração muscular, sialorreia, midríase, nistagmo, mucosas congestas, vocalização podendo levar a episódios de convulsão e morte súbita ([Diaz Gonzalez & Silva, 2017](#); [Kozloski, 2011](#)). Estes sinais podem surgir logo após a ingestão do alimento até 1:30 horas após a alimentação ([Kitamura et al., 2002](#)).

Este trabalho visou relatar o caso de uma novilha intoxicada acidentalmente por ureia.

## Relato de caso

Em 14 de julho de 2023, foi atendida na Clínica Escola da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, uma novilha mestiça holandesa pertencente a instituição, com idade de aproximadamente 11 meses, peso de 150 kg. O animal estava em um piquete de pasto *Panicum maximum* e era fornecido alimento concentrado na proporção de 1,5% do peso vivo, juntamente com sal mineral *ad libitum*. O médico veterinário responsável pelo setor observou o animal sem sinais clínicos pela parte da manhã, enquanto realizava atendimento de outros animais da instituição. No entanto, 30 minutos após o fornecimento do concentrado, esta novilha apresentou sintomatologia nervosa, com mioclonia, tetania, espasmos, prostração, ataxia seguido de queda ao chão e crise convulsiva. O animal encontrava-se em decúbito lateral, sem sinal de resposta ao estímulo para permanecer-se em decúbito esternal ([Figura 1](#)). Durante a anamnese foi relatado pelo colaborador da fazenda que erroneamente foi administrado à novilha o concentrado formulado para as vacas secas, no qual continha ureia na proporção de 2%. Também foi

informado que a dieta destinada às novilhas não continha ureia. A paciente foi submetida a colheita de conteúdo ruminal por meio de sondagem oro-ruminal. O pH da amostra ruminal foi mensurado por meio de fita reagente, resultando no pH de 9,0. O diagnóstico de intoxicação por ureia foi baseado pela sintomatologia clínica, histórico e resultado de pH.



**Figura 1.** A – Paciente apresentando sintomatologia nervosa, vocalização e opistotona. B – Paciente em decúbito lateral, com ataxia e mioclonia.

Inicialmente, a paciente foi tratada com a administração de dois litros de vinagre (ácido acético) 4%, por sondagem oro-ruminal, fluidoterapia com ringer lactato e infusão intravenosa lenta de 100 ml gluconato de cálcio (24 mg/ml) e magnésio (0,18 mg/ml). Em seguida, o animal foi colocado em posição quadrupedal com auxílio de talha. No entanto, a paciente não conseguiu permanecer nesta posição, mas manteve-se em decúbito esternal sem auxílio. Não apresentava mais episódios convulsivos, tetania e mioclonia. A novilha permaneceu em uma baia individual com cama de casca de arroz, recuperou o apetite e foi capaz de se manter em estação. No dia seguinte, foi evidenciando sua melhora clínica com o tratamento promovido.

## Discussão

O baixo teor de proteína, juntamente com baixa digestibilidade da fibra, no pasto na época de seca, traz como alternativa a suplementação dos animais nesta fase, a fim de atender exigências nutricionais do animal ([Gurgel et al., 2018](#); [Prado & Prado, 2010](#); [Silva et al., 2009](#)). A ureia traz benefícios para a utilização com esta finalidade devido ao baixo valor de comercialização e alto equivalente proteico ([Moraes et al., 2009](#)). A utilização da ureia na pecuária tem como principal função o fornecimento de nitrogênio não proteico, atuando diretamente na microbiota ruminal, na qual utiliza-o para o seu crescimento populacional, devido ao seu alto valor biológico, acarretando aumento da produção de proteína microbiana ([Diaz Gonzalez & Silva, 2017](#); [Hobson & Stewart, 2012](#); [Kozloski, 2011](#)). Neste relato de caso, a novilha atendida possuía pasto e suplementação energética-protéica formuladas para atender sua exigência de manutenção e ganho, porém devido a troca de alimentação, a ureia foi fornecida a um animal não adaptado causando distúrbio metabólico.

O metabolismo da ureia consiste na formação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), juntamente com amônia (NH<sub>3</sub>), servindo como substrato para a síntese de proteína microbiana (PM) ([Faleiro Neto et al., 2016](#); [Ferreira et al., 2009](#); [Hobson & Stewart, 2012](#); [Sousa et al., 2009](#)). Para a produção da PM é necessária também a presença de fontes energéticas no rúmen, sendo que quando não há esta sincronia, a concentração de NH<sub>3</sub> no rúmen aumenta, resultando em pH elevado. A absorção da amônia formada vai para o fígado resultando nos sinais clínicos típicos de intoxicação por ureia ([Fregadolli et al., 2001](#); [Kitamura et al., 2002](#)). A ureia produz picos de concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, como amônia ou amônio, possuindo uma inter-relação pH dependente, quanto mais baixo o pH maior a concentração de amônio e vice-versa. O amônio é considerado menos absorvível quando comparada à amônia. A intoxicação ocorre quando o rúmen possui valor igual ou acima de 100 mg/dL de NH<sub>3</sub>-H e concentrações sanguíneas acima de 2 mg/dL ([Berchielli et al., 2011](#)).

A utilização da ureia deve ser realizada após a adaptação da microbiota ruminal com o produto, sendo que é utilizado aproximadamente 40 g/100 kg de peso vivo ([NRC, 2016](#); [Valadares Filho et al., 2004](#)). Todavia, esta mesma proporção pode ser capaz de causar intoxicações em animais não adaptados ou

com dietas de baixo teor energético (Aquino et al., 2009; Ítavo et al., 2016; Serrano et al., 2010). Neste relato, a novilha consumiu produto com uma concentração de aproximadamente 2%, promovendo a intoxicação imediatamente devido a falta de adaptação do animal com a ureia.

Os sinais clínicos de intoxicação podem variar de acordo com o animal, sendo que a paciente deste relato foi observada com mioclonia, tetania, espasmos, prostração, ataxia seguido de queda ao chão e crise convulsiva, pertinentes ao quadro de intoxicação. Outros sinais podem ser observados como, por exemplo, hipersensibilidade, inquietação, sialorreia, midríase, nistagmo, mucosas congestas, vocalização e morte súbita. Nos exames complementares de sangue pode ser possível observar sinais clínicos quando há >10 mg/L de amônia no sangue e causar óbito em concentrações acima de 30 mg/L (Bartley et al., 1976; Kitamura et al., 2002).

A coleta do líquido ruminal foi realizada pela sonda oro-ruminal possuindo, como vantagem, baixo custo, facilidade de manejo e obtenção de grande volume do conteúdo ruminal. A medição foi realizada por fita colorimétrica, resultando em um pH igual a 9,0, corroborando com o diagnóstico do caso. A coleta poderia ser realizada por ruminocentese, devido a não possuir contaminação com saliva, porém seu manejo possui risco de peritonites no local de punção. Para aferir do rúmen o pH, também, poderia ser utilizado o peagâmetro digital que possui mais assertividade quanto o valor real, como desvantagem, possui custo mais elevado quando comparado a fita colorimétrica (Gimelli et al., 2023; Yague et al., 2014).

O tratamento utilizado com vinagre é amplamente difundido, porém o volume de administração é variável sendo possível a utilização de três até seis L de vinagre 5% ou de 6 %, bem como a utilização de água gelada de 20-40 L por animal adulto a fim de reduzir a atividade da microbiota ruminal. Para alívio de sintomas pode ser utilizado cálcio e magnésio, podendo ser utilizados diuréticos para aumentar a excreção renal (Harrison & McDonald, 2006; Kitamura et al., 2002; Ormaghi et al., 2022; Ramos et al., 2022). A abordagem utilizada na paciente trouxe resultados positivos para a resolução do caso, demonstrando eficácia na sua utilização.

## Conclusão

A utilização da ureia deve ser realizada após a adaptação dos animais à dieta, e em casos de intoxicação acidental a utilização de vinagre juntamente com tratamento suporte de fluidoterapia é eficaz na resolução do caso, desde que identificados rapidamente através da anamnese, sinais clínicos e exames complementares.

## Referências bibliográficas

- Aquino, A. A., Freitas Júnior, J. E., Gandra, J. R., Pereira, A. S. C., Rennó, F. P. & Santos, M. V. (2009). Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de vacas leiteiras: Metabolismo, desempenho produtivo e composição do leite. *Veterinária e Zootecnia*, 16(4), 575–591.
- Bartley, E. E., Davidovich, A. D., Barr, G. W., Griffel, G. W., Dayton, A. D., Deyoe, C. W. & Bechtel, R. M. (1976). Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood changes associated with toxicity and treatment methods. *Journal of Animal Science*, 43(4), 835–841. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434835x>.
- Berchielli, T. T., Pires, A. V. & Oliveira, S. G. (2011). *Nutrição de Ruminantes* (2nd ed.).
- Diaz Gonzalez, F. H. & Silva, S. C. da. (2017). *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. Editora da UFRGS.
- Faleiro Neto, J., Moreira, E., Reis, R., Sampaio, I., Saturnino, H., Jacob, T. & Reed, A. (2016). Produção de proteína microbiana e derivados de purinas em vacas. *PUBVET*, 10(1), 91–99. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n1.91-99>
- Ferraz, J. B. S. & Felício, P. E. (2010). Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84(2), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.
- Ferreira, M. A., Silva, R. R., Ramos, A. O., Vêras, S. C., Melo, A. A. S. & Guimarães, A. V. (2009). Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(1), 159–165.

- Figueiredo, D. M., Paulino, M. F., Detmann, E., Moraes, E. H. B. K., Valadares Filho, S. C. & Souza, M. G. (2008). Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(12), 2222–2232. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200021>.
- Fregadolli, F. L., Zeoula, L. M., Branco, A. F., Prado, I. N., Caldas Neto, S. F., Guimarães, K. C., Kassies, M. P. & Dalponte, A. O. (2001). Efeitos das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(3), 870–879. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000300035>.
- Gimelli, A., Pupin, R. C., Guizelini, C. C., Gomes, D. C., Franco, G. L., Vedovatto, M., Gaspar, A. O. & Lemos, R. A. A. (2023). Urea poisoning in cattle: A brief review and diagnostic approach. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 43. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-7228>
- Gurgel, A. L. C., Difante, G. S. S., Roberto, F. F. S. S. & Dantas, J. L. S. (2018). Suplementação estratégica para animais em pasto. *PUBVET*, 12(4), 1–10. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a62.1-10>.
- Harrison, G. J. & Mcdonald, E. D. (2006). Nutritional considerations: Nutritional disorders. In G. J. Harrison & T. L. Lightfoot (Eds.), *Clinical avian medicine* (Spix Publi, p. 131 p.).
- Hobson, P. N. (1969). Rumen Bacteria. In *Methods in Microbiology* (The Rowett, Vol. 3B, pp. 133–149). [https://doi.org/10.1016/S0580-9517\(08\)70504-X](https://doi.org/10.1016/S0580-9517(08)70504-X).
- Hobson, P. N. & Stewart, C. S. (2012). *Rumen microbial ecosystem* (2nd ed.). Blackie Academic & Professional.
- Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Franco, G. L., Pereira, L. C., Leal, E. S., Araújo, H. S. & Souza, A. R. D. L. (2016). Combinações de fontes de nitrogênio não proteico em suplementos para novilhos Nelore em pastejo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(3), 448–460. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402016000300011>.
- Kitamura, S. S., Ortolani, E. L. & Antonelli, A. C. (2002). Intoxicação por amônia em bovinos causada pela ingestão de uréia dietética: Conceitos básicos e novas descobertas. *Revista de Educação Continuada Em Medicina Veterinária e Zootecnia Do CRMV-SP*, 5(3), 293–299. <https://doi.org/10.36440/recmvz.v5i3.3296>.
- Kozloski, G. V. (2011). *Bioquímica dos ruminantes* (3a Ed., Vol. 1). Editora Universidade Federal de Santa Maria.
- Moraes, E. H. B. K., Paulino, M. F., Moraes, K. A. K., Valadares Filho, S. C., Zervoudakis, J. T. & Detmann, E. (2009). Uréia em suplementos proteico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: Características nutricionais e ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(4), 770–777. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400025>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Wada, F. Y. & Mizubuti, I. Y. (2004). Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. *Animal Feed Science and Technology*, 113(1–4). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.08.009>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Zeoula, L. M., Wada, F. Y. & Torii, M. S. (2004). Níveis de suplementação com sal mineral proteinado para novilhos Nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1814–1821. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000700020>.
- NRC. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>
- Ornaghi, M. G., Stuani, O. F., Ramos, T. R., Penha, G. P., Prado, R. M. & Prado, I. N. (2022). SARA (Subacute Ruminant Acidosis) e medidas preventivas para minimizar seus efeitos em bovinos: Revisão. *PUBVET*, 16(6), 1–11. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n06a1137.1-12>.
- Paula, N. F., Zervoudakis, J. T., Cabral, L. S., Carvalho, D. M. G., Hatamoto-Zervoudakis, L. K., Moraes, E. H. B. K. & Oliveira, A. A. (2010). Frequência de suplementação e fontes de proteína para recria de bovinos em pastejo no período seco: desempenho produtivo e econômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 9(4), 837–882. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile>.

- Porto, M. O., Paulino, M. F., de Campos Valadares Filho, S., Sales, M. F. L., Leão, M. I. & Couto, V. R. M. (2009). Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: Desempenho produtivo e econômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(8), 1553–1560. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800020>,
- Prado, I. N. (2010). *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne* (Vol. 1, Issue 1). Eduem.
- Prado, I. N., Moreira, F. B., Cecato, U., Wada, F. Y., Oliveira, E. & Rego, F. C. A. (2003). Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(4), 955–965. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000400023>.
- Prado, R. M. & Prado, I. N. (2010). Suplementação em pastagem no período do inverno. In I. N. Prado (Ed.), *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne* (Vol. 1, pp. 43–64). Eduem.
- Prado, R. M., Prado, I. N. & Moreira, F. B. (2010). Exigências nutricionais de ruminantes em pastagem. In I. N. Prado (Ed.), *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne* (Vol. 1, p. 3542). Eduem.
- Ramos, T. R., Prado, R. M., Ornaghi, M. G., Stuani, O. F., Penha, G. P. & Prado, I. N. (2022). SARA (Subacute Ruminant Acidosis) sua caracterização e consequências em bovinos: Revisão. *PUBVET*, 16(6), 1–11. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n06a1135.1-11>.
- Rennó, L. N., Valadares Filho, S. C., Paulino, M. F., Leão, M. I., Valadares, R. F. D., Rennó, F. P. & Paixão, M. L. (2008). Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(3), 556–562.
- Serrano, R. D. C., Valero, M. V. & Cruz, O. T. B. (2010). Nitrogênio não-proteico na dieta de ruminantes. In I. N. Prado (Ed.), *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne* (Vol. 1, pp. 179–190). Eduem.
- Silva, F. F., Sá, J. F., Schio, A. R., Ítavo, L. C. V., Silva, R. R. & Mateus, R. G. (2009). Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(1), 371–389. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300037>.
- Sousa, D. P., Campos, J. M. S., Valadares Filho, S. C., Valadares, R. F. D., Sediya, C. A. Z. & Cruz, J. C. C. (2009). Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentrações de ureia no leite e no plasma e balanço de nitrogênio de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(10), 2063–2071. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001000029>.
- Souza, V. L., Almeida, R., Silva, D. F. F., Piekarski, P. R. B., Jesus, C. P. & Pereira, M. N. (2010). Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62, 1415–1422. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000600018>.
- Valadares Filho, S. C., Moraes, E. H. B. K., Magalhães, K. A., Chizzotti, M. L. & Paulino, M. F. (2004). Alternativas para otimização da utilização de ureia para bovinos de corte. *IV Simpósio de Produção de Gado de Corte*, 313–338.
- Valadares Filho, S. C., Pina, D. S. (2011). Fermentação ruminal. In T. T. Berchielli, A. V. Pires, & S. G. Oliveira (Eds.), *Nutrição de Ruminantes* (Issue 2th ed., pp. 161–192). FUNEP.
- Yague, L. M. C., Meseguer, J. P., Antón, J. J. R. & Mayayo, L. M. F. (2014). A exploração clínica dos bovinos. In *Editora MedVet* (Vol. 1).
- Zeoula, L. M., Fereli, F., Prado, I. N., Geron, L. J. V., Caldas Neto, S. F., Prado, O. P. P. & Maeda, E. M. (2006). Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2179–2186. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000700039>.

**Histórico do artigo:****Recebido:** 16 de outubro de 2023**Aprovado:** 20 de outubro de 2023**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.