

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (4)

Jul/Ago 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17420241936>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1936>



Volatilização de amônia com utilização de redutores de urease em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu

Ammonia volatilization with the use of urease reducers in *Urochloa brizantha* cv. pasture Marandu

Corresponding author

Jaisson dos Santos Branco

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

jaissonbranco20@gmail.com

Maria Izabel Silva Matos

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

Lucas Sobral Farias Rodrigues de Lima

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

Vinícios Matias Rigo

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

Luciane da Cunha Codognoto

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

Thassiane Telles Conde

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Ariquemes

Resumo: As elevadas perdas de nitrogênio (N) pela volatilização da amônia (NH₃) comprometem a eficiência das adubações nitrogenadas em pastagens devido a ação da enzima urease presente no solo. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência da aplicação de inibidores de urease e nitrificação à ureia na mitigação das perdas de N-NH₃. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos que consistiram da aplicação em totalidade de 150 kg ha⁻¹ de N revestidos com 5 produtos comerciais: 1) UR convencional; 2) UR + Eco Coat® 20% de NBPT + DCD; 3) UR + Eco Coat® 20% de NBPT; 4) UR + NitrogeDuo® 20% de NBPT; 5) UR + NitrogeDuo® 10% de NBPT e 6) UR + NitrogeDuo® 2,5% de NBPT, dotados de 4 repetições. Em cada parcela foram instalados coletores de NH₃ modelo semiaberto estático de PVC, sendo as coletas e trocas de espumas realizadas aos 1º, 2º, 3º, 5º, 9º, 13º e 17º dias após a adubação. Ao final do experimento colheu-se a biomassa aérea para determinação da produção de massa seca de forragem. O teste Tukey (p<0,05), caracterizou superioridade estatística para os inibidores sobre a UR convencional a qual registrou perdas acumuladas de N-NH₃ de 53% do total de N aplicado. Todos os produtos foram eficientes na redução das perdas de N-NH₃ em 93 e 87% em comparação a UR convencional, porém, sem diferirem estatisticamente entre si. O pico de máxima volatilização ocorreu no 2º dia após a adubação (33%) para UR convencional, e no 5º dia para UR tratada (média de 4%). Para produção de massa seca de forragem, a análise de variância não identificou diferença estatística entre os tratamentos. Independente das formulações, todos os produtos testados foram eficientes em reduzir as taxas de volatilização de NH₃, configurando opção agrônômica viável para o manejo da adubação nitrogenada em pastagens.

Palavras-chave: pastagens; urease; volatilização; tecnologia de fertilizantes.

Abstract: The high losses of nitrogen (N) by ammonia (NH₃) volatilization compromise the efficiency of nitrogen fertilization in pastures due to the action of the enzyme urease present in the soil. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the application of urease and nitrification inhibitors to urea in mitigating N-NH₃ losses. The experimental design was completely randomized, with 6 treatments consisting of the application of a total of 150 kg ha⁻¹ of N coated with 5 commercial products: 1) conventional RH; 2) RH+Eco Coat® 20% NBPT+DCD; 3) RH + Eco Coat® 20% NBPT; 4) RH + NitrogeDuo® 20% NBPT; 5) RH + NitrogeDuo® 10% NBPT and 6) RH + NitrogeDuo® 2.5%

NBPT, with 4 repetitions. In each plot, static semi-open model of PVC NH₃ collectors were installed, and the collection and exchange of foams were carried out on the 1st, 2nd, 3rd, 5th, 9th, 13th and 17th days after fertilization. At the end of the experiment, the aerial biomass was collected to determine the production of forage dry mass. The Tukey test ($p < 0.05$) characterized statistical superiority for the inhibitors over conventional RH, which recorded accumulated losses of N-NH₃ of 53% of the total N applied. All products were efficient in reducing N-NH₃ losses by 93 and 87% compared to conventional RH, but without statistically differing from each other. The peak of maximum volatilization occurred on the 2nd day after fertilization (33%) for conventional RH, and on the 5th day for treated RH (mean of 4%). For forage dry matter production, analysis of variance did not identify statistical differences between treatments. Regardless of the formulations, all products tested were efficient in reducing NH₃ volatilization rates, constituting a viable agronomic option for the management of nitrogen fertilization in pastures.

Keywords: pastures; urease; volatilization; fertilizer technology.

Introdução

Nos últimos anos, a crescente conscientização com as questões ambientais tem levado a mudanças no paradigma de produção animal a pasto no Brasil, desafiando a pecuária de corte brasileira suprir a crescente demanda de carne com rentabilidade e baixo impacto ambiental. Por ser a principal fonte de alimento para o gado, toda mudança no setor deve ter por base a melhoria das pastagens, especialmente na fertilidade do solo, a fim de maximizar a eficiência no uso da terra (KICHEL *et al.*, 2011; EMBRAPA, 2020; IPEA, 2022).

A adubação nitrogenada configura prática importante para manutenção do potencial produtividade e a qualidade da pastagem. No entanto, a eficiência da aplicação de Nitrogênio (N) depende de condições climáticas seguras: temperatura e disponibilidade hídrica (FERNANDES, 2006).

Devido ao baixo custo e à alta concentração de N (45%), a ureia tem sido a fonte nitrogenada mais utilizada na agricultura, no entanto, esta apresenta alta suscetibilidade a perdas por volatilização da amônia NH₃, um tipo de perda que é mais intensificado em países de regiões tropicais, como o Brasil, onde há predomínio de altas temperaturas na maior parte do ano, resultando num decréscimo de eficiência do fertilizante (CANARELAT *et al.*, 2018) e elevando os custos de produção.

As perdas de N por volatilização variam, podendo ser pequenas entre 1% a 15% ou até atingindo valores acima de 50% levando a ineficiência do fertilizante (TASCA *et al.*, 2011; SOARES, 2011). Dentre as alternativas para a redução das perdas de N-NH₃, é a utilização de inibidores de urease e nitrificação, que podem reduzir em até 80% as perdas de N por volatilização da amônia (NH₃) (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

Portanto, é necessário estudos que viabilizem o manejo adequado da adubação nitrogenada para os diferentes sistemas de cultivo, com objetivo de incorporar o conhecimento técnico-científico à recomendação de adubação nitrogenada. Assim, objetiva-se avaliar a eficiência de inibidores de urease na volatilização da amônia em adubação nitrogenada em pastagens.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ariquemes, durante o mês de fevereiro de 2023. Clima segundo classificação de Köppen, tipo Aw, transição entre os tipos Af e Aw, apresentando um período seco de pequena duração (CARVALHO *et al.*, 2016).

Antes da instalação do experimento foram coletadas 5 sub amostras de solo na camada 0,20 m, e homogêneas para composição de uma amostra composta para caracterização dos atributos físicos e químicos do solo descritos: pH_(H₂O) = 6,2; e 0,06; 2,1; 1,0; 0,0 e 2,0 cmolc dm⁻³ de K, Ca, Mg, Al e H + Al respectivamente, 1,9 mg dm⁻³ de P, 17 g dm⁻³ de MO, CTC = 5,2, saturação por bases de 61%, 707; 81 e 212 g Kg⁻¹ de argila, silte e areia respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado perfazendo 6 tratamentos que consistiram na aplicação em totalidade de 150 kg ha⁻¹ de N utilizando o fertilizante sintético ureia, revestido com 5 produtos comerciais: 1) UR convencional; 2) UR + Eco Coat[®] 20% de NBPT + DCD; 3) UR + Eco Coat[®] 20% de NBPT; 4) UR + NitrogeDuo[®] 20% de NBPT; 5) UR + NitrogeDuo[®] 10% de NBPT e 6) UR + NitrogenDuo[®] 2,5% de NBPT, dotados de 4 repetições.

Na ocasião da instalação do experimento, nos tratamentos contendo inibidor de urease e de nitrificação (NBPT e DCD respectivamente), adicionou-se de acordo com as recomendações do fabricante, a proporção de 3 g de cada produto por 1.000 kg de ureia, homogêneo até completa aderência do produto ao fertilizante.

A avaliação das perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (N-NH₃), da ureia com e sem tratamento, foi realizada a partir de coletores semiaberto estático, desenvolvido inicialmente por Nõmmik (1973) e modificado por Cantarella *et al.* (1999), em que, em vez de uma base para cada coletor, foram utilizadas 6 bases sendo enterradas a 0,05 m no solo, sobre as quais os coletores foram periodicamente rotacionados. Os coletores foram confeccionados com tubos vasados de PVC de 45 cm de altura e 15 cm de diâmetro interno, nos quais foram dispostas duas espumas de poliuretano na forma de disco, com densidade de 18 Kg m⁻³ e 3 cm de espessura, embebidas com 40 ml solução de ácido Sulfúrico H₂SO₄ (0,25 mol ml L⁻¹) + glicerina

(50 ml L⁻¹) a 10 e 20 cm da extremidade superior (CABEZAS; KORNDORFER; MOTTA, 1997; LARA CABEZAS; SOUZA, 2008).

A fim de proteger da chuva, as extremidades dos coletores foram tampadas, deixando abertura de 3 cm entre a tampa e o coletor para que houvesse circulação de ar (LARA CABEZAS et al., 1999).

As coletas, trocas de espumas e rotação dos coletores ocorreram aos 1°, 2°, 3°, 5°, 9°, 13° e 17° dias após a aplicação dos fertilizantes. As espumas localizadas na parte superior dos coletores eram descartadas, e a inferior acondicionada em saco plástico e mantidas sobre refrigeração a 5 °C para posterior quantificação de N-NH₃, que ocorreu mediante lavagem com 200 ml de água deionizada e auxílio de bomba de vácuo, através de um sistema funil de Büchner kitassato (COSTA; VITTI; CANTARELLA; 2003). Nesse processo, alíquotas de 80 ml dos extratos foram levadas ao balão para destilação, nos quais foram adicionados 10 ml de solução de NaOH (50 %) para elevar o pH da solução, sendo o destilado recolhido em 25 ml solução de H₃BO₃ (20 g L⁻¹) e indicador vermelho de metila, e posteriormente titulado com HCl a 0,01 mol (ZAVASCHI, 2010).

Para cálculo do N volatilizado foi utilizado equação proposta por Zavaschi (2010).

$Mg\ N = (Vol.\ HCl - Vol.\ Branco) * N * 14 * 80 / Vol.\ Espuma, em\ que:$

$Mg\ N = miligrama\ de\ nitrogênio\ volatilizado\ por\ coletor;$

$Vol.\ HCl = volume\ de\ ácido\ clorídrico\ utilizado\ na\ titulação\ das\ alíquotas\ extraídas\ das\ espumas\ levadas\ a\ campo;$

$Vol.\ Branco = Volume\ de\ HCl\ utilizado\ na\ titulação\ das\ amostras\ brancas;$

$N = normalidade\ do\ HCl;$

$Vol.\ Da\ espuma = volume\ da\ solução\ extraída\ da\ espuma\ vinda\ do\ campo.$

$14 = peso\ molecular\ do\ N.$

Ao final do experimento, colheu-se a biomassa da parte aérea a 0,20 m acima do nível do solo para determinação da produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando constatado efeito significativo as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2014).

Resultados e discussão

Durante a condução do experimento, dados diários de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial foram registrados (Gráfico 1). A precipitação acumulada do 1° ao 4° dia após a

adubação foi de 17,5 mm, suficiente para desencadear a atividade da urease para o processo de volatilização (ROCHETTE et al., 2009), mas não suficiente para incorporar a ureia ao solo e diminuir a volatilização (CANTARELLA, et al., 2008).

Para as perdas de N-NH₃, a análise de variância identificou diferença estatística entre os tratamentos. O teste Tukey (p<0,05), caracterizou superioridade estatística para os inibidores (84,23% na média geral) (Tabela 1). Diversos estudos relatam a eficiência de inibidores de urease NBP e DCD em reduzir as perdas de N-NH₃, maximizando a eficiência do fertilizante nitrogenado de base UR (SANZ-CORBENA et al., 2011; TASCIA et al., 2011; SOUZA et al., 2020).

De acordo com Da Ros et al., (2005), a ureia quando aplicada ao solo normalmente é hidrolisada em dois ou três dias, sendo as perdas por volatilização de N-NH₃ mais significativas nesse período. Observa-se retardamento e redução na volatilização de amônia por um período de 3 a 7 dias na UR tratada (Figura 1). As perdas de nitrogênio estão principalmente condicionadas à precipitação pluvial e à temperatura. Quanto mais elevada a temperatura e menor a precipitação, maiores serão as perdas de N-NH₃ por volatilização (FONTOURA; BAYER, 2010). A volatilização de amônia na ureia não tratada foi superior aos tratamentos em que foram adicionados os inibidores NBPT e DCD, cujo pico de máxima volatilização ocorreu no 2° dia após a adubação 49,5 kg ha⁻¹ (33% do N aplicado), e no 5° dia para UR tratada, 6 Kg ha⁻¹ (média de 4% do N aplicado) (Figura 1), mesmo com condições ambientais favoráveis ao processo de volatilização (Gráfico 1), corroborado com Oliveira et al., (2014) que verificaram intensa volatilização nas primeiras 48 h após a adubação.

Os inibidores foram eficientes em impedir a hidrólise da ureia, mantendo a volatilização estabilizada pelo período de 17 dias. No 17° dia não verificou-se mais presença de amônia nas amostras. Tal característica permite que os solos tamponem com mais eficácia as mudanças de pH, adsorvendo íons NH₄⁺ nas partículas do solo, conseqüentemente reduzindo o acúmulo de NH₄⁺ na solução do solo e limitando a dissociação química a NH₃ reduzindo as perdas por volatilização (ROCHETTE et al., 2009).

Em relação às perdas acumuladas de N-NH₃ (Kg ha⁻¹), observou-se redução variando de 93 a 87% em comparação a UR convencional, que apresentou perdas acumuladas de N-NH₃ de 53% do total aplicado (Gráfico 2). Sousa et al. (2020) também observaram redução de até 77% de N-NH₃ em ureia tratada com NBPT quando comparada à ureia convencional.

Gráfico 1: médias diárias de temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial durante condução do experimento.

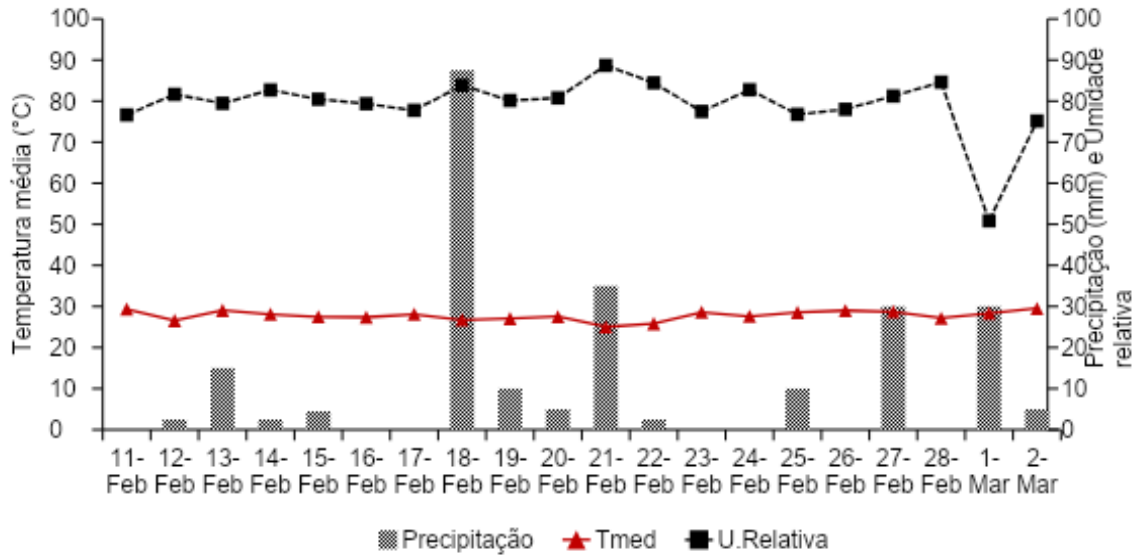


Tabela 1. médias de perdas de N-NH₃ em ureia tratada e não tratada com inibidores de urease e nitrificação (NBT e DCD) FertMinas®.

Tratamentos	Médias ⁽¹⁾
EcoCoat NBPT 20%	2,5 b
Nitrogen Duo 20% NBPT	2,62 b
EcoCoat 20% NBPT+DCD	2,92 b
Nitrogen Duo 2,5% NBPT	2,65 b
Nitrogen Duo 10% NBPT	4,75 b
Ureia pura	19,59 a
CV%	32,6

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1: evolução das perdas diárias de N-NH₃ (Kg ha⁻¹), em ureia tratada e não tratada com inibidores de urease e nitrificação (NBT e DCD) FertMinas

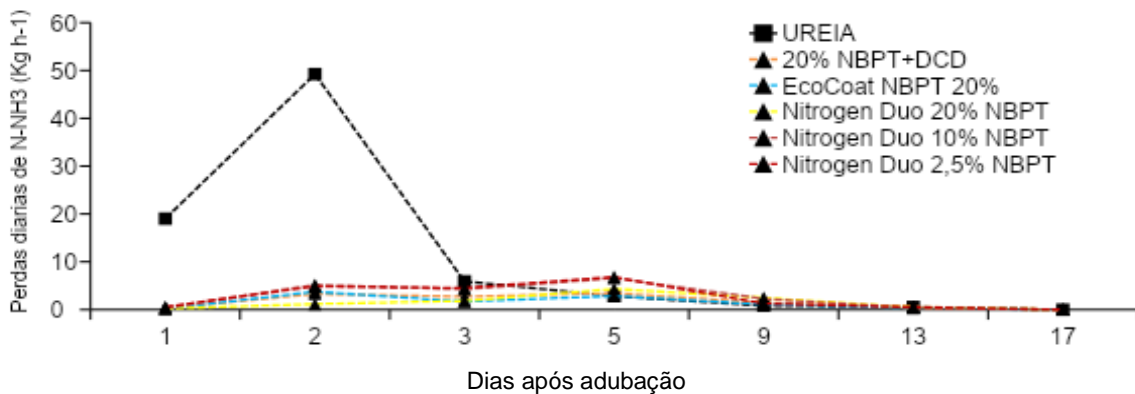
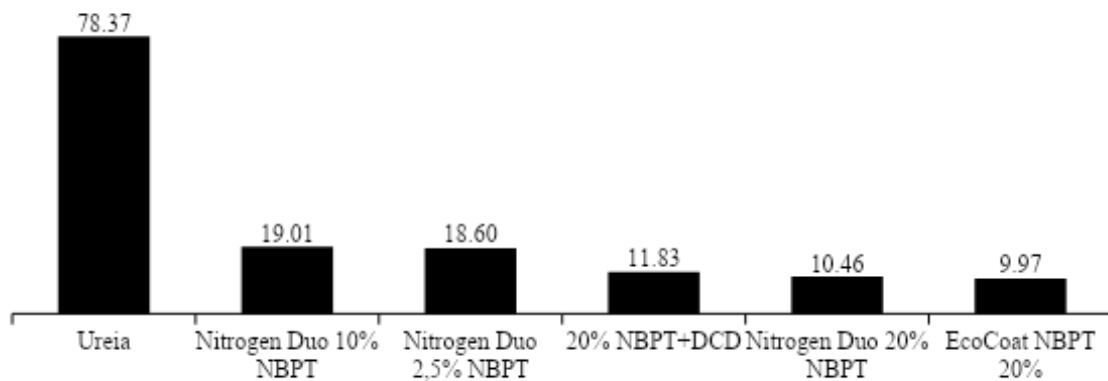


Gráfico 2: perdas cumulativas de N-NH₃ (Kg ha⁻¹), em ureia tratada e não tratada com inibidores de urease e nitrificação (NBT e DCD) FertMinas®



Fonte Branco et al., 2023.

Na ureia tratada, as perdas cumulativas de N-NH₃ atingiram valores de 7 e 13% do N aplicado (Gráfico 1). O mesmo padrão foi observado por Cantarella et al. (2008), em que as perdas cumulativas de NH₃ em ureia tratada com NBPT atingiram 7% do N aplicado.

Quanto a produção de matéria seca, os tratamentos com ureia tratada se comportaram de forma semelhante à ureia convencional, apontando a necessidade de avaliação por períodos maiores, uma vez que pastagens de *Urochloa* são altamente responsivas a adubações nitrogenadas (REIS, et al., 2022; GERMANO, et al., 2018).

Tabela 2: produção de matéria seca (Kg ha⁻¹) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu adubada com ureia tratada e não tratada com inibidores de urease e nitrificação (NBT e DCD) FertMinas®.

Tratamentos	Produção de Matéria seca (Kg ha ⁻¹) ^{ns}
EcoCoat 20% NBPT	3.007,00 a
Ureia pura	2.960,75 a
EcoCoat 20% NBPT + DCD	2.924,50 a
Nitrogen Duo 10% NBPT	2.891,50 a
Nitrogen Duo 20% NBPT	2.870,25 a
Nitrogen Duo 2,5% NBPT	2.367,00 a
CV%	19,9

^{ns} Não significativo pelo teste Tukey a 5% de significância.

Conclusão

A adição dos produtos EcoCoat 20% NBPT, EcoCoat 20% NBPT + DCD, Nitrogen Duo 10% NBPT, Nitrogen Duo 20% NBPT, Nitrogen Duo 2,5% NBPT à ureia proporcionaram redução das perdas de N-NH₃ em até 84%, em comparação a ureia convencional.

Agradecimentos

Ao departamento de Pesquisa, Inovação e Pós Graduação (DEPESP) do IFRO Campus Ariquemes.

Referências

CANTARELLA, H. et al. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: a review. Journal of Advanced Research. v. 13, 2018. P. 19-27. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123218300638>. Acesso em: 10 dez. 2023.

CANTARELLA, H. et al. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. Scientia Agricola, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CARVALHO, R. L. S. et al. 2016. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v.18, p.123-142, 2016.

COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. VOLATILIZAÇÃO DE N-NH₃ DE FONTES NITROGENADAS EM CANA-DE-AÇÚCAR COLHIDA SEM DESPALHA A FOGO. Revista

- brasileira de ciência do solo, Brasília, v.27, n.4, 8p. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ypz6D4LPzWDNv9zVvgt7bhL/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- DA ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de ureia na superfície do solo, no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, p. 799-805.
- EMBRAPA. Pastagens. Embrapa Agrobiologia. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/pesquisa-e-desenvolvimento/pastagens>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the south-central region of the State of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.34, n.5, p.1677-1684, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/5CHZsCF6YNq867cB Mp5FPCy/?lang=en#>. Acesso em: 31 mar. 2024.
- GERMANO, L. H. E. et al. PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE *Brachiaria brizantha* cv. PAIAGUÁS SUBMETIDA A DOSES DE NITROGÊNIO SOB CORTES. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.75, p.1-14, 2018. Disponível em: <http://iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/artic le/view/1566/1439>. Acesso em: 08 jun. 2023.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA – IPEA. Estudo aponta o Brasil como líder em produção sustentável entre grandes países agroexportadores. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=39330. Acesso em: 10 jun. 2023.
- KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; VERZIGNASSI, J. R.; QUEIROZ, H. P. Diagnóstico para o planejamento da propriedade. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/897507/1/DOC182.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.481-487, 1997.
- NASCIMENTO, C. A. C.; VITTI, G. C.; FARIA, L. A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. Ammonia Volatilization From Coated Urea Forms. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 1057–1063, 2013. Disponível em: https://www.rbcsjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06832013000400022/0100-0683-rbcs-S0100-06832013000400022.x22228.pdf. Acesso em: 08 dez. 2023.
- OLIVEIRA, J. A. et al. Volatilização de Amônia Proveniente de Ureia Compactada com Enxofre e Bentonita, em Ambiente Controlado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 5, p. 1558-1564. 2014.
- ROCHETTE, P. et al. Banding urea increased ammonia volatilization in a dry acidic soil. *Journal of Environmental Quality*, v. 38, n. 4, p. 1383-1390, 2009.
- SANZ-COBENA, A. et al. Effect of water addition and the urease inhibitor NBPT on the abatement of ammonia emission from surface applied urea. *Atmospheric Environment*, v. 45, n. 8, p. 1517-1524, 2011.
- SOUZA, J. R. et al. Volatilization of ammonia from conventional sources of nitrogen and compacted urea under controlled conditions. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.15, n.2, ed. 6411, 2020. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/artic le/view/v15i2a6411/66>. Acesso em: 08 nov. 2023.
- REIS, et al. Avaliação técnica e econômica da adubação nitrogenada em *Urochloa brizantha* cv. Marandu na Região do Vale do Acre, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 11, n.1, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25314/22056>. Acesso em: 08 nov. 2023.
- TASCA, F. A. et al. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 493-502, 2011.
- ZAVASCHI, E. Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros. Dissertação (mestrado em solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-17092010-172528/publico/Eduardo_Zavaschi.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.