

Eficiência de substâncias húmicas na estabilização de nitrogênio amoniacal em uréia

Kelly Cristini Bertachini^{1*},
Juliana Aparecida da Silva¹,
Adriana Ferreira da Silva¹

¹Ciência e Vida ME

*Autor correspondente: cienciaevidanano@hotmail.com

RESUMO

A volatilização de amônia reduz a eficiência de fertilizantes nitrogenados à base de uréia. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de um aditivo à base de substâncias húmicas (FULLMAX) na estabilização do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em uréia. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente determinado a fonte de Ureia com dois tratamentos (uréia controle e uréia + 20 % de aditivo) e três repetições. A determinação de N-NH₃ foi realizada por método colorimétrico de Nesslerização, com leitura em espectrofotômetro UV-Vis a 425 nm. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O tratamento com substâncias húmicas apresentou maior retenção de N-NH₃ (20,0 %) em comparação ao controle (16,2 %), com diferença significativa ($p < 0,001$). Os resultados indicam potencial do aditivo como estabilizador natural de nitrogênio em fertilizantes à base de uréia.

Palavras-chave: eficiência do nitrogênio; volatilização de amônia; fertilizantes nitrogenados; complexação húmica.

ABSTRACT

Ammonia volatilization reduces the efficiency of urea-based nitrogen fertilizers. This study evaluated the effectiveness of a humic-substance-based additive (FULLMAX) in stabilizing ammoniacal nitrogen (N-NH_3) in urea. The experiment followed a completely randomized design with two treatments (urea control and urea + 20 % additive) and three replicates. Ammoniacal nitrogen was determined using the Nessler colorimetric method, with UV-Vis spectrophotometric reading at 425 nm. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test ($p \leq 0.05$). The humic treatment showed higher N-NH_3 retention (20.0 %) compared to the control (16.2 %), with significant difference ($p < 0.001$). The results suggest that the additive has potential as a natural nitrogen stabilizer in urea fertilizers.

Keywords: nitrogen efficiency; ammonia volatilization; nitrogen fertilizers; humic complexation.

1 INTRODUÇÃO

A uréia é a principal fonte de nitrogênio utilizada na agricultura devido ao seu elevado teor de N e baixo custo relativo. Entretanto, perdas por volatilização de amônia podem reduzir significativamente sua eficiência agrônômica, especialmente em condições de aplicação superficial.

Substâncias húmicas apresentam elevada capacidade de troca catiônica e grupos funcionais capazes de interagir com íons amônio, podendo atuar na estabilização do nitrogênio no sistema solo-fertilizante (Stevenson, 1994). Estudos indicam que compostos húmicos podem reduzir perdas de N por volatilização, aumentando a eficiência do fertilizante (Chen et al., 2019).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um aditivo à base de substâncias húmicas na retenção de N-NH_3 em uréia, utilizando metodologia analítica validada e análise estatística inferencial.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos:

- T1 – Uréia + água (controle)
- T2 – Uréia + 20 % de substâncias húmicas

Foram realizadas três repetições independentes por tratamento.

2.1 Preparação das amostras

Foram misturados 500 g de uréia sólida (44 % de N), 200 g do aditivo húmico (20 %) e 300 g de água destilada, ajustando-se o volume final para 1.100 mL. As amostras permaneceram em repouso por 24 h a 25 ± 2 °C.

2.2 Determinação de N-NH₃

A quantificação do nitrogênio amoniacal foi realizada pelo método de Nesslerização, conforme APHA (2017).

O princípio do método baseia-se na reação do íon amônio (NH₄⁺) com o reagente de Nessler (K₂HgI₄ em meio alcalino), formando complexo de coloração amarelo-acastanhada proporcional à concentração de amônia.

Foram utilizadas alíquotas de 10 mL, adicionando-se 1 mL do reagente de Nessler. Após 10 min de reação, procedeu-se à leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-Vis a 425 nm. A curva de calibração foi construída na faixa de 0–50 mg L⁻¹ de N-NH₃, com coeficiente de determinação (R²) superior a 0,99.

O teor percentual de N-NH₃ foi calculado conforme:

$$\underline{N-NH_3 (\%) = C \times V \times 0,001 \times 14,01 \times 100}$$
$$\underline{m}$$

em que C é a concentração (mg L⁻¹), V o volume total (mL), m a massa de uréia (g) e 14,01 a massa molar do N.

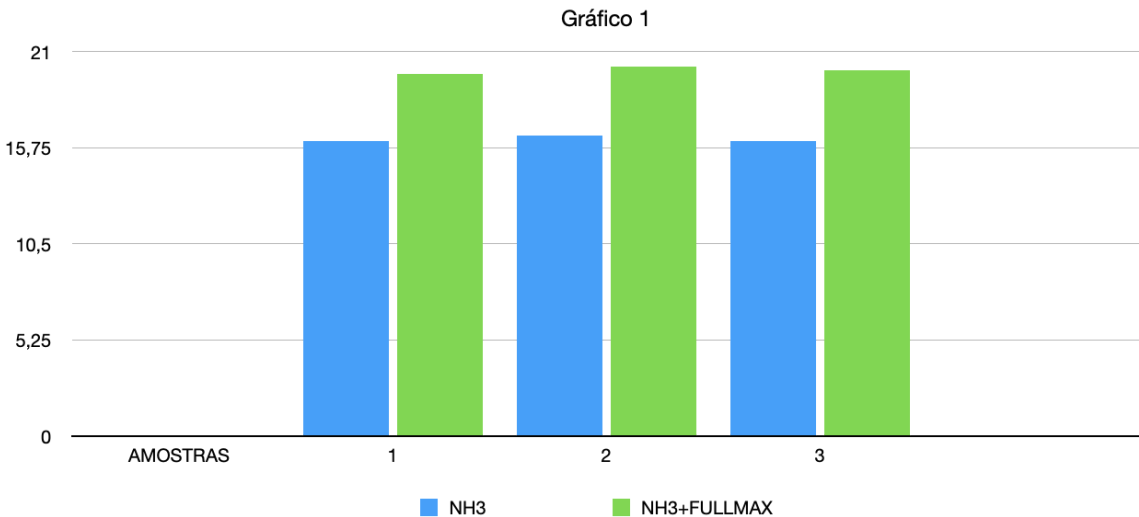
2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Foram calculados média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV).

2.4 Dados Experimentais

Repetição	Controle (%)	FULLMAX (%)
R1	16,1	19,8
R2	16,4	20,2
R3	16,1	20,0

2.5 Gráfico descritivo



2.6 Análise de Variância

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamentos	1	21,66	541,5**
Resíduo	4	0,04	

Significativo a $p < 0,001$

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com substâncias húmicas apresentou maior retenção de N-NH₃ (20,0 %) em comparação ao controle (16,2 %) (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de N-NH₃ (%) após 24 h.

<u>Tratamento</u>	<u>Média</u>	<u>Desvio padrão</u>	<u>CV (%)</u>
Controle	<u>16,2</u>	<u>0,17</u>	<u>1,05</u>
Substâncias húmicas	<u>20,0</u>	<u>0,20</u>	<u>1,00</u>

A análise de variância indicou efeito significativo do tratamento ($F = 541,5$; $p < 0,001$).

O teste de Tukey confirmou a diferença entre as médias.

O incremento de 3,8 pontos percentuais representa aumento relativo de aproximadamente 23 % na retenção de N-NH₃. A baixa variabilidade experimental (CV ≈ 1 %) demonstra alta precisão analítica.

A maior retenção observada pode ser atribuída à interação entre grupos carboxílicos e fulvatos extraídos naturalmente e estabilizados nas substâncias húmicas com o íon NH₄⁺, reduzindo sua conversão para NH₃ gasoso e, conseqüentemente, a volatilização.

4.0 CONCLUSÕES

O uso de substâncias húmicas associadas à uréia promoveu aumento significativo na retenção de nitrogênio amoniacal após 24 h. O efeito foi estatisticamente comprovado, indicando potencial do aditivo como estabilizador natural de fertilizantes nitrogenados.

A associação de substâncias húmicas à uréia promoveu aumento significativo na retenção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) após 24 h, com incremento médio de 3,8 pontos percentuais em relação ao controle, diferença estatisticamente comprovada ($p < 0,001$).

Além da maior retenção quantitativa, os resultados indicam melhoria no processo de complexação do nitrogênio amoniacal promovida pelas substâncias húmicas. Essa melhoria está associada à presença de grupos funcionais reativos, como carboxílicos

(-COOH) e fenólicos (-OH), capazes de interagir eletrostaticamente com o íon amônio (NH_4^+), favorecendo a formação de complexos húmico-amoniacaais mais estáveis.

A complexação observada sugere:

- Maior estabilização do N na forma amoniacal;
- Redução da conversão para NH_3 gasoso e, conseqüentemente, menor potencial de volatilização;
- Aumento do tempo de permanência do nitrogênio em formas potencialmente assimiláveis;
- Maior eficiência de uso do fertilizante.

A baixa variabilidade experimental ($\text{CV} \approx 1\%$) reforça a consistência dos resultados obtidos.

Dessa forma, o uso de substâncias húmicas associadas à uréia não apenas eleva a retenção de N- NH_3 , mas melhora o ambiente químico de estabilização do nitrogênio, indicando potencial aplicação como tecnologia natural para incremento da eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados.

REFERÊNCIAS

APHA. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd ed. Washington, DC: American Public Health Association.

Bremner JM. 1965. Nitrogen-total. In: Black CA, editor. *Methods of Soil Analysis*. Madison: ASA. p. 1149-1178.

Cantarella H. 2007. Nitrogênio. In: Novais RF, Alvarez V VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL, editores. *Fertilidade do Solo*. Viçosa: SBCS. p. 375-470.

Chen Y, Clapp CE, Magen H. 2004. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition*. 50:1089-1095.

Chen Y, De Nobili M, Aviad T. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: Magdoff F, Weil RR, editors. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. Boca Raton: CRC Press. p. 103-129.

- Chen Y, Liu M, Wang X. 2019. Humic substances as nitrogen stabilizers in urea fertilizers. *Agricultural Sciences*. 10:245-256.
- Fenn LB, Kissel DE. 1973. Ammonia volatilization from surface applications of ammonium compounds on calcareous soils: I. General theory. *Soil Science Society of America Proceedings*. 37:855-859.
- Kissel DE, Cabrera ML. 1988. Ammonium-ammonia equilibrium in organic residues and soils. *Soil Science Society of America Journal*. 52:1484-1489.
- Novak JM, Watts DW. 2005. Anion exchange resin and ammonium volatilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36:2379-2392.
- Raun WR, Johnson GV. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*. 91:357-363.
- Schnitzer M. 1991. Soil organic matter – The next 75 years. *Soil Science*. 151:41-58.
- Stevenson FJ. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2nd ed. New York: Wiley.
- Trenkel ME. 2010. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. Paris: IFA.
- Zhang X, Ervin EH, Schmidt RE. 2003. Plant growth regulators can enhance the recovery of Kentucky bluegrass sod from heat injury. *Crop Science*. 43:952-956.