



ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA MÁXIMA NA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE AVEIA UTILIZANDO A TECNOLOGIA DE UREIA DISSOLVIDA EM ÁGUA COMO FONTE DE NITROGÊNIO POR ABSORÇÃO FOLIAR¹

Lisa Brönstrup Heusner², Larissa Bortolini Pomarenke³, Joeli Vaz Bagolin⁴, Rubens Ricardo Pott Megier⁵, Pedro Diel⁶, Cibele Luisa Peter⁷, Juliana Aozane da Rosa⁸, José Antonio Gonzalez da Silva⁹

¹ Pesquisa desenvolvida na Unijuí; financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - PIBITI/CNPq.

² Bolsista CNPq; estudante do curso Agronomia da UNIJUÍ.

³ Bolsista UNIJUÍ; estudante do curso Agronomia da UNIJUÍ.

⁴ Bolsista UNIJUÍ; estudante do curso Agronomia da UNIJUÍ.

⁵ Estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ.

⁶ Engenheiro de produção; Mestrando PPGSAS, UNIJUÍ.

⁷ Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional, PPGMMC, UNIJUÍ.

⁸ Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional, PPGMMC, UNIJUÍ.

⁹ Professor orientador da UNIJUÍ.

INTRODUÇÃO

Cultivada mundialmente, a aveia (*Avena sativa* L.) se destaca pelos seus benefícios à saúde humana, sendo reconhecida como um alimento funcional de excelente qualidade nutricional (DORNELLES et al., 2023). Apresenta alta produtividade de grãos e significativa presença de fibras e proteínas, garantindo qualidade para o consumo (MANTAI et al., 2021).

Sua produtividade é dependente das condições meteorológicas e do fornecimento de nitrogênio, que atua diretamente nos processos metabólicos e em milhares de reações enzimáticas para o desenvolvimento vegetal. Sendo a ureia a fonte de nitrogênio mais utilizada para a adubação, devido seu custo-benefício e por apresentar maior concentração do nutriente (KRAISIG et al., 2020). Porém esse nutriente pode ser facilmente perdido seja por volatilização, ocasionando a liberação de amônia, o que contribui na poluição da atmosfera com agravamento do efeito estufa (ANAS et al., 2020). Também, facilmente perdido por lixiviação, ocasionando a liberação de nitrato, elemento que leva a contaminação de fontes de água superficiais e subterrâneas, tornando-se uma ameaça à saúde pública (MARTÍNEZ-DALMAU et al., 2021).

Neste contexto, análises que integrem a adubação nitrogenada com os elementos meteorológicos diretamente envolvidos nos processos biológicos são essenciais para a implementação de tecnologias que promovam uma agricultura mais sustentável (DA SILVA, 2016). Assim, a ureia, devido à sua alta solubilidade e concentração elevada de nitrogênio, se



revela como uma opção promissora para aplicação foliar, por ser facilmente absorvida e translocada nos tecidos vegetais (FAN et al., 2020). Uma tecnologia que combinada água e ureia pode favorecer o resfriamento das folhas e promover a abertura dos estômatos, facilitando a entrada do nutriente, com menores perdas ao ambiente (HENRICHSEN et al., 2022).

O objetivo deste estudo é compreender a tecnologia da ureia dissolvida em água para pulverização foliar em aveia, com o intuito de avaliar a eficiência técnica na produtividade de grãos em sistemas de sistemas de sucessão de alta e baixa relação carbono/nitrogênio.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido a campo, nos anos de 2022 e 2023 em sistemas de cultivo (soja/aveia e milho/aveia) em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2x7, para a forma de aplicação da ureia (sólida e dissolvida) e suas doses (0, 44, 88, 132, 176, 220 e 264 kg ha⁻¹). Considerando o percentual de 45% de nitrogênio contido na ureia, representam as doses de 0, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora na composição das unidades experimentais de 5m², utilizando a densidade populacional de 400 sementes viáveis por m². A cultivar de aveia branca utilizada foi a Brisasul. A adubação ocorreu em uma única aplicação no estágio fenológico de terceira e quarta folha, com emprego da fonte ureia aplicada via solo e dissolvida aplicada via foliar. Sendo a aplicação de forma dissolvida realizada com pulverizador costal em máxima pressão constante no volume de água de 300 L ha⁻¹. A produtividade de grãos (PG) foi obtida através do corte das três linhas centrais de cada parcela com colhedora no estágio de maturidade de colheita, com umidade de grãos ao redor de 22%. Os grãos foram direcionados ao laboratório para correção da umidade para 13% e, posteriormente, pesados para a obtenção da produtividade em kg ha⁻¹.

A partir dos dados coletados, foi realizada a análise de variância e estimativa de eficiência técnica. As análises foram realizadas com o software GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



GL = graus de liberdade; QM=quadrado médio; CV= coeficiente de variação; *= significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Na tabela 3, estão apresentados os valores médios de produtividade da aveia nas distintas doses e fontes de nitrogênio. Independente do sistema de cultivo adotado e do tempo de prática, confirmou-se um comportamento quadrático com parâmetro angular significativo. Tanto para a aplicação de ureia sólida quanto para a dissolvida, os valores médios de produtividade de grãos mostram similaridade, independentemente do sistema de cultivo utilizado. No sistema de cultivo soja/aveia, em 2022, encontrou-se uma eficiência técnica máxima de 72 kg ha⁻¹ para uma produtividade de grãos de 1836 kg ha⁻¹. Já em 2023, essa eficiência máxima atingiu 88 kg ha⁻¹, resultando em uma produtividade de grãos de 1660 kg ha⁻¹. Em sistema milho/aveia, verificou-se valores mais elevados de uso de nitrogênio, principalmente no ano de 2022. Isso pode ser atribuído às características dessa condição em uma espécie ancestral que não demonstra fixação biológica de nitrogênio e exibe uma relação C/N mais alta. A máxima eficiência técnica de nitrogênio mostra valores ao redor de 90 kg ha⁻¹ do nutriente, respectivamente.

Tabela 3. Regressão na estimativa da máxima eficiência técnica pelas doses de nitrogênio à simulação de produtividade de grãos de aveia nos anos e sistemas de cultivo

Sistema	Fonte	Doses de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)							Equação	R ²	MET	PG _{MET}
		0	20	40	60	80	100	120				
soja/aveia												
2022	US	1556	1682	1779	1839	1857	1810	1654	1523 + 8.67x - 0.06*x ²	96	72	1836
	UD	1524	1631	1746	1773	1890	1768	1706				
2023	US	1031	1342	1445	1634	1702	1696	1637	1048+14.00x-0.08*x ²	99	88	1660
	UD	1062	1265	1501	1609	1691	1644	1647				
milho/aveia												
2022	US	907	1224	1368	1600	1862	1638	1536	961+17.05x-0.09*x ²	95	95	1769
	UD	1053	1364	1412	1663	1808	1834	1733				
2023	US	906	1122	1348	1474	1563	1543	1340	883+14.81x-0.08*x ²	97	93	1568
	UD	888	1162	1303	1349	1558	1540	1429				

US= ureia sólida; UD= ureia dissolvida R²= coeficiente de determinação; * = significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t; MET= máxima eficiência técnica; PG_{MET}= valor estimado pela dose dada pela máxima eficiência técnica.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de 300 L ha⁻¹ de água dissolve as doses de ureia necessárias para atingir a produtividade desejada com nitrogênio. O tempo de dissolução da ureia aumenta com doses mais altas do fertilizante, mas o aumento da temperatura do ar facilita esse processo. A utilização da tecnologia de ureia dissolvida em água para pulverização foliar mostra resultados de produtividade similares à aplicação de fertilizantes no solo, tornando-se uma alternativa viável para o fornecimento de nitrogênio em sistemas de cultivo de aveia.

Palavras-chave: Avena sativa L. Adubação. Inovação. Sustentabilidade. Agenda 2030.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAS, M., LIAO, F., VERMA, K.K., SARWAR, M.A., MAHMOOD, A., CHEN, Z.L., LI, Q., ZENG., X.P., LIU, Y., LI, Y.R. Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. **Biological Research**, v. 53, n. 1, p. 1-20, 2020.
- CRUZ, C. D. GENES - Software para análise de dados em estatística experimental e em genética quantitativa. **Acta Scientiarum – Agronomy**. v.35, n.3, p:271–276, 2013.
- DA SILVA, J.A.G., NETO, C.J.G., FERNANDES, S.B.V., MANTAI, R.D., SCREMIN, O.B., PRETTO, R. Nitrogen efficiency in oats on grain yield with stability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 12, p. 1095-1100, 2016.
- Dornelles EF, Da Silva JAG, Carvalho IR, Da Rosa JA, et al. (2023). Artificial Intelligence in the Simulation of Fungicide Management Scenarios for Satisfactory Yield and Food Safety in oat Crops. *Revista de Gestão Social e Ambiental-RGSA*. 17 (1): e03161-e03161. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n1-029>.
- FAN, K., ZHANG, Q., TANG, D., SHI, Y., MA, L., LIU, M., RUAN, J. Dynamics of nitrogen translocation from mature leaves to new shoots and related gene expression during spring shoots development in tea plants (*Camellia sinensis* L.). **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 183, n. 2, p. 180-191, 2020.
- HENRICHSEN, Luana et al. Oat productivity by root and foliar nitrogen uptake in cropping systems. **Australian Journal of Crop Science**, v.16, p.1-8, 2022.
- KRAISIG A. R. et al. “Time of nitrogen supply in yield, industrial and chemical quality of oat grains”. Em: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 24 (2020), pp. 700–706. doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n10p700-706>.
- MANTAI R. D. et al. “Contribution of nitrogen on industrial quality of oat grain components and the dynamics of relations with yield”. Em: **Australian Journal of Crop Science** 15 (2021). doi: 10.21475/ajcs.21.15.03.p 2592.
- Martínez-Dalmau J, Berbel J and Ordóñez-Fernández R. (2021). Nitrogen fertilization. A review of the risks associated with the inefficiency of its use and policy responses. *Sustainability*. 13 (10): 5625. <https://doi.org/10.3390/su13105625>.