



Evento: edição e nome do evento. Exemplo: XXX Seminário de Iniciação Científica.....

O NITROGÊNIO DE FONTE LÍQUIDA VIA ABSORÇÃO FOLIAR NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SISTEMA MILHO/AVEIA¹

LIQUID SOURCE NITROGEN BY FOLIAR UPTAKE ON GRAIN YIELD IN CORN/OAT SYSTEM

**Jean Vítor Tisott² Cristhian Milbradt Babeski³, Willyan Júnior Adorian Bandeira⁴,
Lara Laís Schünemann⁵, Natália Guiotto Zardin⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷**

¹Projeto de pesquisa desenvolvido na UNIJUÍ;

²Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/CNPq;

³Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIT/CNPq;

⁴Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/UNIJUÍ;

⁵Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/CNPq;

⁶Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIT/UNIJUÍ;

⁷Professor do curso de Agronomia, UNIJUÍ.

INTRODUÇÃO

A aveia branca é um cereal de grande importância para a agricultura brasileira, com destaque na alimentação humana devido ao seu valor nutricional e funcional. Também utilizada na alimentação animal, seja através de pastagens, feno e/ou silagem (KRAISIG et al., 2018). Para o seu cultivo, o fornecimento do nitrogênio é essencial a fim de se obter uma boa produtividade de grãos. A ureia é a principal fonte de nitrogênio utilizada por apresentar maior concentração do nutriente (45%), rápida disponibilidade, menor custo e fácil manipulação (LIMA et al., 2018). No entanto, em condições ambientais desfavoráveis, este nutriente se perde facilmente, gerando redução de sua eficiência, elevados custos de produção, além de problemas de contaminação ambiental (CAMPONOOGARA et al., 2016). O manejo do nitrogênio tem sido bastante estudado, a fim de se encontrar tecnologias inovadoras, que visam diminuir os problemas de contaminação ambiental, além de melhorar a eficiência de uso (SANTOS et al., 2020). A aplicação de nitrogênio foliar em sistema de pulverização, possibilita uma prática agrícola de aplicação com alta capacidade de ação. Esta prática pode ser mais eficiente, melhorando as respostas da planta a adubação, contribuindo para o crescimento pela correção das deficiências nutricionais (MORTATE et al., 2018). Os modelos de estabilidade podem auxiliar na identificação de doses mais estáveis e eficientes frente as distintas condições ambientais e validar a tecnologia de aplicação de nitrogênio via absorção foliar em aveia, com destaque aos modelos Tradicional, Wricke e Eberhart & Russel (ALESSI et al., 2021). Além disso, os modelos de regressão colaboram na estimativa da



máxima eficiência técnica e econômica (KRAISIG et al., 2020), oportunizando análise da fonte de nitrogênio via absorção foliar em comparação ao de absorção radicular. Portanto, o objetivo do estudo é o emprego de regressões na interpolação de pontos de menor equidistância entre as doses reais de nitrogênio via absorção foliar e nitrogênio sólido de absorção radicular com estimativa dos pontos de maior estabilidade. Após, pelo uso de regressão, estimativa da máxima eficiência, técnica, econômica e de estabilidade com simulações da produtividade, em sistema de baixa liberação de N-residual (milho/aveia).

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido nos anos de 2019, 2020 e 2021, em Augusto Pestana, RS. O experimento foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um modelo fatorial 2x4, representando duas fontes de nitrogênio (nitrogênio via absorção foliar e nitrogênio via absorção radicular) e quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) utilizando a cultivar de aveia branca, URS Guará. A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora para composição das parcelas de 5m², considerando o período recomendado. A fonte de nitrogênio para absorção via radicular foi a ureia (45% N) e para absorção via foliar foi o produto comercial N-Top® (28% N) na forma líquida com densidade de 1,3 g ml⁻¹. A ureia foi aplicada à lanço e o N-Top® foi por pulverização com volume de água de 200 L ha⁻¹. Em cada uma das fontes foram dimensionadas as diferentes doses de nitrogênio indicadas no estudo, convertidas para a área da unidade experimental de 5m². A aplicação dos tratamentos nas fontes de absorção via radicular e foliar foi no estádio V4. Para estimativa da produtividade de grãos foi realizado o corte das três linhas centrais de cada parcela no estádio de maturidade de colheita. Após, as plantas foram trilhadas em trilhadeira estacionária e os grãos direcionadas ao laboratório para correção da umidade para 13%, e conversão da produtividade para kg ha⁻¹. Inicialmente foi realizada análise de variância independente de ano de cultivo, referente a produtividade de grãos no sistema de sucessão milho/aveia. Foi estimado a máxima eficiência técnica e econômica e de estabilidade de uso do nitrogênio na produtividade de grãos de aveia. Para a máxima eficiência econômica, utilizou-se os preços médios de comercialização (ano de 2019) sendo o preço da aveia de R\$0,40 kg⁻¹, R\$55,00 kg⁻¹ de nitrogênio de fonte líquida e R\$3,52 kg⁻¹ de nitrogênio sólido (ureia). Os procedimentos de teste de médias, análise de regressão linear e quadrática e de



estabilidade pelo Método Tradicional, Wricke e Eberhart & Russel foram realizados com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da observação e análise dos dados meteorológicos correspondentes a cada ano agrícola, a classificação dos mesmos ocorreu quanto às condições meteorológicas apresentadas no desenvolvimento das plantas e a estimativa de produtividade de grãos obtida (Tabela 1). Portanto, os anos foram classificados em desfavorável (AD), intermediário (AI) e favorável (AF) ao cultivo da aveia.

Tabela 1. Temperaturas e precipitação pluviométrica no ciclo do cultivo da aveia e a produtividade média de grãos em distintos anos agrícolas.

Mês	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)		PG _̄	PG _̄	Classe
	Mín	Máx	Média	25 anos*	Ocorrida	Fonte N Líquida	Fonte N Sólida	
2019								
Junho	7,3	21,2	14,2	163	11,75			
Julho	8,03	21,2	14,6	135	83,50			
Agosto	9,41	22,5	15,9	138	160	3288 a	3114 a	AF
Setembro	8,4	23,8	16,1	167	62,25			
Outubro	13,4	26,7	20,03	156	273,75			
Total				908	591,25			
2020								
Junho	11,9	25,2	18,6	163	2,8			
Julho	8,3	24,1	16,2	135	12,75			
Agosto	11,4	23,8	35,1	138	119,75	1933c	1994 c	AD
Setembro	15,4	27,1	21,2	167	165,5			
Outubro	14,1	26,5	20,3	156	261,7			
Total				908	562,5			
2021								
Junho	7,4	17,9	12,6	163	104,8			
Julho	8,2	18,1	13,1	135	72,2			
Agosto	7,1	17,7	12,4	138	105,8	2300 b	2213 b	AI
Setembro	12,8	22,7	17,7	167	178			
Outubro	12,8	22,8	17,8	156	51			
Total				908	511,8			

Dados obtidos da estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural/IRDeR/UNIJUI em 2019, 2020 e 2021. AF = Ano favorável; AI = Ano intermediário; AD = Ano desfavorável; PG_̄ = Média da produtividade de grãos (kg ha⁻¹); Mín = Temperatura mínima; Máx = Temperatura máxima; * = precipitação pluviométrica nos meses de junho a outubro dos últimos 25 anos.

Na Tabela 2, reduzidos valores de ecovalência e a maioria dos desvios de regressão não significativos com a média da produtividade de grãos mais elevada, mostra que a dose de 75 kg ha⁻¹ é aquela que representa a menor dose do insumo com estabilidade neste sistema.

Tabela 2. Média e estimativa dos parâmetros de estabilidade pelos métodos Tradicional, Wricke e Eberhart & Russel em função das fontes de nitrogênio sobre a produtividade de grãos no sistema de cultivo milho/aveia.



Fonte Nitrogênio	Dose	Média	C _{oi}	QM	Regressão	
					S ² d	R ²
Líquida (N-Top®)	0	1568 f	36,3	66101	7934 ^{ns}	97
	15	1847 e	11,7	27666	-1674 ^{ns}	99
	30	2126 d	0,7	5808	-7139 ^{ns}	99
	45	2309 c	2,4	37638	818 ^{ns}	99
	60	2492 b	14,7	215358	45248*	96
	75	2567 a	6,2	69016	8662 ^{ns}	98
	90	2642 a	3,7	3724	-7660 ^{ns}	99
	105	2717 a	7,2	19599	-3691 ^{ns}	99
	120	2792 a	16,6	117077	20678 ^{ns}	98
Sólida (Ureia)	0	1533 e	34,2	66893	-6859 ^{ns}	96
	15	1821 d	9,2	5114	-22295 ^{ns}	99
	30	2108 c	20,4	160821	16631 ^{ns}	94
	45	2270 b	4,9	38735	-13890 ^{ns}	98
	60	2432 b	0,1	69	-23556 ^{ns}	99
	75	2495 a	1,1	2055	-23060 ^{ns}	99
	90	2559 a	4,2	6688	-21902 ^{ns}	99
	105	2622 a	9,3	14175	-20030 ^{ns}	99
	120	2684 a	16,4	24395	-17475 ^{ns}	99

oi - Coeficiente de estabilidade obtido pelo método de Wricke (1965); QM = Quadrado médio; S²d = Desvios de regressão; R² = Coeficiente de determinação, obtido pelo método de Eberhart & Russell (1966); * = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} = Não significativo pelo teste F.

Na Tabela 3, tanto a eficiência técnica quanto econômica não foi obtida nos anos de 2019 e 2020, devido ao comportamento linear de aproveitamento do nitrogênio. Em 2021 a tendência de comportamento quadrático foi observada, permitindo a estimativa de uma dose ótima de 95 kg ha⁻¹, independente da fonte de nitrogênio, porém, a estimativa de eficiência econômica é obtida apenas pelo uso da fonte sólida (ureia), com 62 kg ha⁻¹ do nutriente.

Tabela 3. Estimativa da máxima eficiência técnica, econômica e de estabilidade frente as doses de nitrogênio nas duas fontes sobre a produtividade de grãos referente aos três anos no sistema de cultivo milho/aveia.

Fonte N	Equação PG = b ₀ ± b ₁ x ± b ₂ x ²	P(b ₂ x ²)	R ² (%)	2019 (AF)		2020 (AD)		2021 (AI)	
				N _{MET} (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)	N _{MEE} (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)	N _{MEEs} (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)
Líquida (N-Top®)	2418 + 12,9x	*	92	-	-	-	-	75	3385
	2250 + 24,5x - 0,09x ²	^{ns}	99	-	-	-	-	-	-
Sólida (Ureia)	2261 + 11,5x	*	91	-	-	-	-	75	3123
	2095 + 23x - 0,09x ²	^{ns}	99	-	-	-	-	-	-
Líquida (N-Top®)	1143 + 7,2x	*	98	-	-	-	-	75	1683
	1112 + 9,3x - 0,01x ²	^{ns}	99	-	-	-	-	-	-
Sólida (Ureia)	1252 + 7,3x	*	91	-	-	-	-	75	1799
	1149 + 14,4x - 0,05x ²	^{ns}	98	-	-	-	-	-	-
Líquida (N-Top®)	1634 + 9,1x	*	72	2489	-	-	-	-	-
	1355 + 28,4x - 0,15x ²	*	98	95	2699	-	-	75	2641
Sólida (Ureia)	1626 + 8,3x	*	71	2422	62	2140	-	-	-
	1384 + 25x - 0,13x ²	*	95	95	2586	62	2509	75	2527



N = Nitrogênio; AI = Ano intermediário; AF = Ano favorável; AD = Ano desfavorável; R^2 = Coeficiente de determinação; N_{MET} = Máxima eficiência técnica do nitrogênio; N_{MEE} = Máxima eficiência econômica do nitrogênio; N_{MEES} = Máxima eficiência de estabilidade do nitrogênio; PG_E = Produtividade de grãos estimada pelo uso de doses ótimas; $P(b_i x^n)$ = Probabilidade do parâmetro de inclinação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência de estabilidade mostra resultados mais vantajosos de recomendação do que a eficiência técnica, corroborando com a dose de 75 kg ha⁻¹. É verificada a viabilidade de uso de nitrogênio via foliar com o produto comercial N-Top®, porém, não evidencia eficiência econômica, inviabilizando seu uso pelo preço praticado de comercialização. Independente da fonte utilizada, em sistema milho/aveia, a dose de 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio promove produtividade com estabilidade.

Palavras-chave: *Avena sativa* L. tecnologia. regressão. eficiência. estabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALESSI, O. et al. Modelo de Estabilidade de Ecovalência e Eberhart & Russell na definição da dose mais sustentável de fornecimento de nitrogênio em aveia. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 8, n. 1, p.1-7, 2021.
- CAMPONOGARA, A. S. Avaliação dos componentes de rendimento do trigo quando submetido a diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 524-532, 2016.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- KRAISIG, A. R. et al. Análise da superfície de resposta sobre o uso do biopolímero hidrogel no sistema soja/aveia. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.
- KRAISIG, A. R. et al. Time of nitrogen supply in yield and industrial quality of oat grains by agricultural condition. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.4, p.128-141, 2020.
- LIMA, J. E. S. et al. Volatilização da amônia da ureia estabilizada com NBPT na adubação em cobertura da *Urochloa ruziziensis*. In: **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.1, p. 92-100, 2018.
- MORTATE, R. K. et al. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Journal of neotropical agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.
- SANTOS, J. B. et al. Características agrônomicas e avaliação econômica do milho sob diferentes doses de nitrogênio na forma de ureia comum e peletizada. **Agri-environmental sciences**, v. 6, p. 10-10, 2020.