



Evento: XII Seminário de Inovação e Tecnologia

**A TECNOLOGIA DO NITROGÊNIO DE FONTE LÍQUIDA VIA ABSORÇÃO  
FOLIAR EM AVEIA PRODUTORA DE GRÃOS EM SISTEMA SOJA/AVEIA<sup>1</sup>****THE TECHNOLOGY OF LIQUID SOURCE NITROGEN VIA FOLIAR ABSORPTION IN OATS  
PRODUCING GRAIN IN SOY/OAT SYSTEM****Natiane Carolina Ferrari Basso<sup>2</sup>, Julia Sarturi Jung<sup>3</sup>, Maria Eduarda Padilha Steidl<sup>4</sup>,  
Cristhian Milbradt Babeski<sup>5</sup>, Lara Laís Schünemann<sup>6</sup>, José Antonio Gonzalez da Silva<sup>7</sup>**<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí<sup>2</sup> Bolsista PROSUC/CAPEL, mestranda em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade<sup>3</sup> Bolsista PIBIC/UNIJUI, estudante do curso de Agronomia<sup>4</sup> Bolsista voluntária, estudante do curso de Agronomia<sup>5</sup> Bolsista PIBIC/CNPq, estudante do curso de Agronomia<sup>6</sup> Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq, estudante do curso de Agronomia<sup>7</sup> Professor orientador, curso de Agronomia/UNIJUI**INTRODUÇÃO**

A aveia branca é uma importante cultura de estação fria do sul do Brasil e que tem se destacado nos últimos anos devido aos seus múltiplos usos (PEREIRA et al., 2020). Contudo, para obter boa produtividade de grãos, o fornecimento do nitrogênio é indispensável (BAZZO et al., 2021). A ureia é a fonte de nitrogênio mais utilizada pelos agricultores por apresentar maior concentração do nutriente, sendo a aplicação realizada a lanço para absorção via radicular (SANTOS et al., 2020). Em condições climáticas favoráveis junto ao adequado manejo, a eficiência do nitrogênio é alcançada facilmente, enquanto em condições meteorológicas desfavoráveis, a eficiência do nutriente se limita, trazendo baixas produtividades, aumento de custos, além de ocasionar poluição ambiental (SCREMIN et al., 2020). Neste sentido, a tecnologia de aplicação de nitrogênio via pulverização para absorção via foliar, surge como uma alternativa para garantir maior eficiência de aproveitamento de uso e redução de perdas (MORTATE et al., 2018). Isso pode ocorrer devido a utilização de pequenas quantidades por hectare, o que facilitaria a absorção com redução das perdas (SILVA, 2016). Nesta perspectiva, o emprego de modelos que dimensionam a estabilidade (ALESSI et al., 2021) pode auxiliar na identificação de doses mais estáveis e eficientes frente às distintas condições ambientais e validar a tecnologia de aplicação de nitrogênio via absorção foliar em aveia. Aliado a isso, os modelos de regressão colaboram na estimativa da máxima eficiência técnica e econômica (MANTAI et al., 2015), podendo dimensionar as doses ajustadas pela fonte de nitrogênio via



absorção foliar em comparação ao nitrogênio sólido de absorção radicular. 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 elevada liberação de N-residual (soja/aveia).

## **METODOLOGIA**

O estudo foi conduzido em 2016, 2017 e 2018 em Augusto Pestana, RS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um modelo fatorial 2x4, para 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<sup>-1</sup>) utilizando a cultivar de aveia branca URS Guará. A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema de cultivo soja/aveia para composição das unidades experimentais de 5 m<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup>. A ureia foi aplicada à lanço e o N-Top® por pulverização com volume de água de 200 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação dos tratamentos ocorreu quando as plantas estavam no estágio fenológico V<sub>4</sub>, considerando a planta de aveia com quatro folhas expandidas. A produtividade de grãos (PG) foi obtida o corte das três linhas centrais de cada parcela no estágio 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<sup>-1</sup>. Inicialmente foi realizada análise de variância independente de ano de cultivo, referente a produtividade de grãos no sistema de sucessão soja/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 (janeiro de 2019) sendo o preço da aveia de R\$ 0,40 kg<sup>-1</sup>, do nitrogênio de fonte líquida de R\$ 55,00 kg<sup>-1</sup>, e do nitrogênio sólido (ureia) de R\$3,52 kg<sup>-1</sup>. A análise de comparação 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.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados meteorológicos correspondentes a cada ano agrícola junto a produtividade de grãos obtida, os anos foram classificados em desfavorável (AD), intermediário (AI) e favorável (AF) ao cultivo da aveia (Tabela 1). Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de produtividade de grãos junto aos parâmetros que definem estabilidade. Observa-se que os valores mais reduzidos de ecovalência e a maioria dos desvios de regressão não significativos com elevada média de produtividade, qualifica o ponto de 45 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, seja na fonte líquida de absorção foliar e sólida de absorção radicular, como a menor dose de N que proporciona maior produtividade de grãos com estabilidade de cultivo.

**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 <sub>x</sub>	PG <sub>x</sub>	Classe
	Mín	Máx	Média	25 anos*	Ocorrida	Fonte N Líquida	Fonte N Sólida	
2016								
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			
2017								
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			
2018								
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/UNIJUÍ em 2016, 2017 e 2018. AF - Ano favorável; AI - Ano intermediário; AD - Ano desfavorável; PG<sub>X</sub> – Média da produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); Min - Temperatura mínima; Max - Temperatura máxima; \* - precipitação pluviométrica nos meses de junho a outubro dos últimos 25 anos.

**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 soja/aveia.



Fonte Nitrogênio	Dose	Média	GDi	QM	Regressão	
					S <sup>2</sup> d	R <sup>2</sup>
Líquida (N-Top®)	0	2347 d	35,4	15115	-4142 <sup>ns</sup>	98
	15	2554 c	16,8	18168	-3379 <sup>ns</sup>	99
	30	2762 b	14,0	153970	30571*	94
	45	2944 a	1,5	23292	-2098 <sup>ns</sup>	99
	60	3127 a	4,9	7702	-5995 <sup>ns</sup>	99
	75	3055 a	5,6	9895	-5447 <sup>ns</sup>	99
	90	2983 a	6,3	12278	-4851 <sup>ns</sup>	99
	105	2911 b	7,1	15264	-4105 <sup>ns</sup>	99
	120	2840 b	8,0	18294	-3347 <sup>ns</sup>	99
Sólida (Ureia)	0	2393 b	22,9	93	-10875 <sup>ns</sup>	99
	15	2556 b	16,9	6871	-9181 <sup>ns</sup>	99
	30	2719 b	13,0	30536	-3265 <sup>ns</sup>	99
	45	2829 a	2,0	16299	-6824 <sup>ns</sup>	99
	60	2940 a	2,1	6495	-9275 <sup>ns</sup>	99
	75	2881 a	3,9	7	-10897 <sup>ns</sup>	99
	90	2823 a	7,3	5622	-9493 <sup>ns</sup>	99
	105	2765 a	12,4	23344	-5063 <sup>ns</sup>	99
	120	2707 a	19,0	53492	-2473 <sup>ns</sup>	99

GDi = Coeficiente de estabilidade obtido pelo método de Wricke (1965); QM= Quadrado médio; S<sup>2</sup>d - Desvios de regressão; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação, obtido pelo método de Eberhart & Russell (1966); \*= Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; <sup>ns</sup>= Não significativo pelo teste F.

Na Tabela 3, de estimativa da máxima eficiência técnica, econômica e de estabilidade, se verifica que em todos os anos agrícolas, o uso de nitrogênio de fonte líquida não evidencia eficiência econômica, apenas técnica. Entretanto, independente da fonte, o uso da dose que proporciona maior produtividade com estabilidade determinada anteriormente (45 kg ha<sup>-1</sup>), proporcionou grande redução no uso de nitrogênio, com pequena redução da produtividade.

**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 soja/aveia.

Fonte N	Equação PG = b <sub>0</sub> ± b <sub>1</sub> x ± b <sub>2</sub> x <sup>2</sup>	P(b <sub>1</sub> x <sup>n</sup> )	R <sup>2</sup> (%)	N <sub>MET</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	PG <sub>E</sub>	N <sub>MEE</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	PG <sub>E</sub>	N <sub>MEEs</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	PG <sub>E</sub>
2016 (AF)									
Líquida (N-Top®)	3094 + 7,34x	*	86	3695	-	-	-	-	-
	2768 + 29,8x - 0,18x <sup>2</sup>	*	97	82	4000	-	-	45	3744
Sólida (Ureia)	3032 + 6,24x	*	86	94	3618	54	3368	-	-
	2820 + 20,8x - 0,11x <sup>2</sup>	*	97	3803	-	-	45	3532	-
2017 (AD)									
Líquida (N-Top®)	2226 + 2,2x	ns	85	-	-	-	-	-	-
	2065 + 13,3x - 0,08x <sup>2</sup>	*	88	83	2617	-	-	45	2501
Sólida (Ureia)	2291 + 1,0x	ns	94	-	-	-	-	-	-
	2158 + 10,2x - 0,07x <sup>2</sup>	*	98	72	2529	-	-	45	2445
2018 (AI)									
Líquida	2137 + 19,3x	ns	86	-	-	-	-	-	-



(N-Top®)	$2137 + 19,3x - 0,14x^2$	*	97	68	2802	-	-	45	2722
Sólida	$2387 - 0,5x$	ns	81	-	-	-	-	-	-
(Ureia)	$2172 + 14,3x - 0,11x^2$	*	98	65	2636	-	-	45	2592

N= Nitrogênio; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação; N<sub>MET</sub>= Máxima eficiência técnica do nitrogênio; N<sub>MEE</sub>= Máxima eficiência econômica do nitrogênio; N<sub>MEEs</sub>= Máxima eficiência de estabilidade do nitrogênio; P<sub>G<sub>E</sub></sub>= Produtividade de grãos estimada pelo uso de doses ótimas; P (b;<sub>x</sub><sup>n</sup>)= Probabilidade do parâmetro de inclinação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de estabilidade permitem identificar doses mais reduzidas e estáveis para indicação de uso de nitrogênio na fonte líquida e sólida quando comparada a recomendação pela eficiência técnica de uso de nitrogênio na fonte sólida. Na análise da máxima eficiência econômica foi verificado que o produto utilizado como fonte de nitrogênio via foliar não é viável economicamente, por apresentar elevado custo. No cultivo da aveia em sistema de alta liberação de N-residual (soja/aveia), a dose de nitrogênio que promove produtividade satisfatória com estabilidade é de 45 kg<sup>-1</sup>, independentemente de fonte de fornecimento.

**Palavras-chave:** *Avena sativa* L. regressão. inovação. sustentabilidade.

## 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.
- BAZZO, J. H. B. *et al.* Topdressing nitrogen fertilization associated with trinexapac-ethyl on industrial quality of oat grains. **Revista Ceres**, v. 68, n. 1, p. 47-54, 2021.
- MANTAI, R. D. *et al.* The effect of nitrogen dose on the yield indicators of oats. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 39, p. 3773-3781, 2015.
- MORTATE, R. K. *et al.* Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.
- PEREIRA, L. M. *et al.* A utilização de fungicida no cultivo de aveia: uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e952986181-e952986181, 2020.
- SANTOS, J. B. *et al.* Características agronômicas 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.
- SCREMIN, O. B. *et al.* Artificial intelligence by artificial neural networks to simulate oat (*Avena sativa* L.) grain yield through the growing cycle. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, p. 610-628, 2020.
- SILVA, J. A. G. *et al.* Nitrogen efficiency in oats on grain yield with stability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 12, p. 1095-1100, 2016.
- STAFANATO, J. B. *et al.* Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 726-732, 2013.