



Evento: XII Seminário de Inovação e Tecnologia

A TECNOLOGIA DO MANEJO DO NITROGÊNIO PELA DOSE NA SEMEADURA E COBERTURA COM A ÉPOCA DE FORNECIMENTO POR PARÂMETROS QUE DIMENSIONAM A ESTABILIDADE DE PRODUTIVIDADE DA AVEIA**The technology of nitrogen management by dose in seeding and coverage with the time of supply by parameters that dimension the stability of oat productivity****Maria Eduarda Padilha Steidl², Lara Laís Schünemann³, Lisa Brönstrup Heusner⁴, Natália Guiotto Zardin⁵, Natiane Carolina Ferrari Basso⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷**¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí² Bolsista voluntária, estudante do curso de Agronomia³ Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq, estudante do curso de Agronomia⁴ Bolsista de iniciação tecnológica PIBIT/CNPq, estudante do curso de Agronomia⁵ Bolsista de iniciação tecnológica PIBIT/UNIJUI, estudante do curso de Agronomia⁶ Bolsista PROSUC/CAPES, mestranda em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade⁷ Professor orientador, curso de Agronomia/UNIJUI**INTRODUÇÃO**

A aveia é um cereal amplamente utilizado na alimentação humana e que apresenta em sua composição a fibra solúvel β -glucana, de atividade funcional na redução de colesterol LDL (JOYCE et al., 2019). Assim, como forma de incrementar a produtividade de grãos, elevadas doses de nitrogênio são fornecidas (KOLMANIČ et al., 2022). O nitrogênio é o nutriente extraído em maior quantidade pelas plantas de aveia branca, que demandam em média 27 kg por tonelada de grãos produzidos, dos quais 70% são exportados para os grãos (COELHO et al., 2020). No entanto, o momento mais adequado à adubação em cobertura é definido sobre a fenologia da planta tendo em vista o período de maior carência do nutriente para definição dos componentes de produtividade, ou seja, em torno de 30 a 60 dias após a emergência (REGINATTO et al., 2021). Neste sentido, atrasos na aplicação devido à falta de condições adequadas de umidade de solo e temperatura do ar, podem refletir em baixa eficiência de absorção do nutriente, contribuindo para perdas de nitrogênio ao ambiente, aumentando os custos de produção junto a ocorrência de poluição ambiental (SILVA et al., 2016). Na busca por manejos mais sustentáveis de utilização do nitrogênio, uma possibilidade é a aplicação do nutriente em semeadura pelo particionamento da dose total que seria aplicada em cobertura. Condição que poderia diminuir as perdas de N-fertilizante devido à maior proximidade das raízes e proteção da luz solar e alta temperatura do ar, aumentando a eficiência de absorção



pelas plantas. Nesta perspectiva, modelos de análise de adaptabilidade e estabilidade poderiam ser empregados a fim de identificar manejos que mantêm o mesmo desempenho frente às diferentes condições de cultivo e/ou, melhor desempenho sob condições microclimáticas específicas. O objetivo do estudo é definição de um manejo que promova maior eficiência de aproveitamento do nitrogênio em aveia a partir da combinação da dose do nutriente na semeadura e em cobertura com o momento de aplicação, considerando anos agrícolas favoráveis e desfavoráveis ao cultivo, por meio de parâmetros que dimensionam o desempenho e a adaptabilidade e estabilidade.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido nos anos de 2019, 2020 e 2021, em Augusto Pestana, RS, Brasil, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 4, para quatro doses de nitrogênio na semeadura (0, 10, 30 e 60 kg ha⁻¹) alterando a dose em cobertura pelo total fornecido de 70 kg ha⁻¹ em sistema soja/aveia, na expectativa de 4000 kg ha⁻¹ de produtividade de grãos, com o fornecimento em cobertura em quatro épocas distintas (0, 10, 30 e 60 dias após a emergência).

A semeadura foi realizada na terceira semana do mês de junho com semeadora-adubadora na composição das unidades experimentais de 5 m², com densidade populacional de 400 sementes viáveis m⁻² utilizando a cultivar de aveia branca Brisasul. Durante a semeadura foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, associados a diferentes quantidades de nitrogênio considerando a dinâmica do experimento (exceto na unidade experimental padrão – dose 0). O controle de doenças e plantas invasoras foram realizados por aplicações do fungicida tebuconazole, na dose de 0,75 L ha⁻¹ e do herbicida metsulfuron-metil, na dose de 4g ha⁻¹. A produtividade de grãos foi obtida pelo corte das três linhas centrais de cada parcela, quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica, com umidade de grãos próxima a 22%. As amostras coletadas foram trilhadas em debulhadora estacionária e direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos para 13% e estimativa da produtividade de grãos em kg ha⁻¹. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para detecção dos possíveis efeitos principais e de interação entre os anos de cultivo e o manejo de nitrogênio. Posteriormente, para identificar a melhor combinação entre doses de nitrogênio aplicado na semeadura e cobertura com a época de fornecimento do nutriente em cobertura, os dados mensurados foram submetidos a análise de adaptabilidade e estabilidade, conforme modelo



proposto por Eberhart and Russel (1966) e realizado o agrupamento de médias pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0.05$), para classificar as distintas combinações. Para a estimativa de estabilidade pelo teste de ecovalência, utilizou-se o modelo proposto por Wricke (1965). A estabilidade da combinação dose de nitrogênio aplicada na semeadura e cobertura com a época de fornecimento foi obtida pelo parâmetro S^2_{ij} . Um tratamento/condição é considerado estável quando $S^2_{ij} = 0$ e instável quando $S^2_{ij} \neq 0$. Os valores médios de produtividade de grãos associados aos dados de temperatura e precipitação pluviométrica, no ciclo de cultivo da aveia, foram os critérios de classificação dos anos em favoráveis, intermediários e desfavoráveis ao cultivo. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2019 (Tabela 1) a precipitação pluviométrica foi similar à média histórica dos últimos 25 anos com volumes elevados de precipitação nos dois primeiros meses de cultivo da aveia, período em que foram realizados os manejos de adubação de cobertura. Embora as adubações realizadas tenham expectativa de produtividade de 4000 kg ha^{-1} , a produtividade média de grãos observada neste ano foi de 3283 kg ha^{-1} , classificando 2019 como ano intermediário (AI) ao cultivo da aveia. Em 2020, a precipitação pluviométrica acumulada foi inferior à média histórica, com temperaturas mínimas mais amenas e produtividade de grãos em torno de 3925 kg ha^{-1} (Tabela 1), similar a expectativa, condição que classifica o ano como favorável (AF) ao cultivo da aveia. No ano de 2021, o volume de chuvas também foi inferior à média histórica, acompanhado de maior variabilidade nas condições térmicas, associadas a ocorrência de temperaturas mais elevadas. A combinação de temperaturas mais elevadas aliada a possível falta de umidade de solo no segundo mês de cultivo da aveia (período em que foram realizadas as adubações) pode ter contribuído para a baixa produtividade média de grãos de 1979 kg ha^{-1} , classificando o ano em desfavorável (AD) ao cultivo da aveia.

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

Meses	Temperatura do ar (°C)			Precipitação (mm)		PG (kg ha^{-1})	Classe
	Mínima	Média	Máxima	25 anos*	Ocorrida		
	2019						
Junho	9,56	15,52	21,47	162,5	228,3		
Julho	10,50	15,55	20,59	135,1	211,5		
Agosto	13,30	19,05	24,80	138,2	86,8	3283	AI
Setembro	12,73	16,33	19,93	167,4	127,3		
Outubro	16,70	20,95	25,20	156,5	161,8		
Total	–	–	–	909,4	815,7		



2020							
Junho	4,70	12,00	19,30	162,5	65,6		
Julho	8,50	15,03	21,55	135,1	80,5		
Agosto	9,40	15,95	22,50	138,2	160,0	3925	AF
Setembro	8,44	16,13	23,82	167,4	56,3		
Outubro	13,30	19,55	25,80	156,5	325,8		
Total	–	–	–	909,4	688,2		
2021							
Junho	10,70	16,25	21,80	162,5	146,3		
Julho	8,30	16,36	24,42	135,1	10,7		
Agosto	11,40	17,55	23,70	138,2	117,8	1979	AD
Setembro	15,36	21,22	27,07	167,4	161,5		
Outubro	14,70	21,25	27,80	156,5	304,0		
Total	–	–	–	909,4	740,3		

PG= produtividade de grãos; AI= ano intermediário; AF= ano favorável; AD= ano desfavorável. Dados obtidos da estação meteorológica automática do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural – IRDeR, localizada a aproximadamente 300 m do experimento.

De acordo com a análise de variância (dados não apresentados) houve interação significativa entre ano e manejo do nitrogênio sobre a expressão da produtividade, oportunizando o desdobramento da interação na análise em distintas condições de ano agrícola e emprego de modelos que dimensionam a adaptabilidade e estabilidade.

Na busca de manejos mais sustentáveis ao uso de nitrogênio, considerando a combinação entre dose do nutriente aplicado na semeadura e cobertura com a época de fornecimento, na tabela 2 são apresentados os parâmetros do modelo de adaptabilidade e estabilidade por Eberhart and Russel (1966) na obtenção de um índice ambiental e do modelo de Wricke (1965), para estimativa da ecovalência. Se verifica uma grande contribuição na ausência de nitrogênio na semeadura com o fornecimento total do nutriente em cobertura aos 10 DAE, evidenciando alta produtividade de grãos com adaptabilidade geral e estabilidade, pelo modelo de Eberhart and Russel, bem como no menor valor da estatística ω_i , indicando elevada estabilidade pelo modelo de Wricke. O manejo com ausência ou 10 kg ha⁻¹ de nitrogênio na semeadura associado ao fornecimento complementar de nitrogênio em cobertura aos 30 DAE, também resultaram em maior produtividade de grãos, porém, exigem condições de ambiente mais favoráveis ao manejo, conforme modelo de Eberhart and Russel ($b_1 > 1$) e com instabilidade de produtividade de grãos observado em ambos os modelos.

Tabela 2. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade do manejo de doses de nitrogênio na semeadura e cobertura com a época de fornecimento sobre a produtividade de grãos de aveia em sistema de cultivo soja/aveia.

Dose N Semeadura - Cobertura (kg ha ⁻¹)	Época N Cobertura (dias)	PG (kg ha ⁻¹)	Eberhart & Russel			Wricke	
			b_1	S_{ij}^2	R^2	ω_i	ω_i (%)



0 - 70	0	2029 d	0,89 ^{ns}	-4878 ^{ns}	99	85158	1,47
0 - 70	10	3150 a	0,90 ^{ns}	-13660 ^{ns}	100	38446	0,66
0 - 70	30	3196 a	1,52*	59265*	97	1311865	22,65
0 - 70	60	2355 c	0,73*	-4627 ^{ns}	98	318542	5,50
10 - 60	0	2137 d	0,96 ^{ns}	18912 ^{ns}	96	136789	2,36
10 - 60	10	2954 b	0,90 ^{ns}	-5316 ^{ns}	99	73709	1,27
10 - 60	30	3062 a	1,38*	103801*	94	1005514	17,36
10 - 60	60	2424 c	0,84 ^{ns}	30739*	94	270180	4,66
30 - 40	0	2287 c	0,93 ^{ns}	80896*	90	398425	6,88
30 - 40	10	2800 b	0,85 ^{ns}	-11791 ^{ns}	100	92382	1,59
30 - 40	30	2982 b	1,25*	141732*	91	865242	14,94
30 - 40	60	2531 c	1,02 ^{ns}	80934*	91	380197	6,56
60 - 10	0	2329 c	0,77*	-13414 ^{ns}	100	199780	3,45
60 - 10	10	2603 c	0,95 ^{ns}	-13245 ^{ns}	100	13462	0,23
60 - 10	30	2798 b	1,12 ^{ns}	87363*	92	457159	7,89
60 - 10	60	2492 c	1,01 ^{ns}	22584 ^{ns}	96	145600	2,51

Médias seguidas pelas mesmas letras constituem um grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Skott & Knott com uma probabilidade de erro de 5%; N= nitrogênio; PG= produtividade de grãos; b₁= coeficiente de adaptabilidade; S_{ij}²= desvios de regressão; R²= coeficiente de determinação, obtido pelo método de Eberhart & Russell (1966); ω_i= coeficiente de estabilidade obtido pelo método de Wricke (1965); *= significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns}= não significativo pelo teste F.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independente da condição de ano agrícola, em sistema soja/aveia, a maior eficiência de uso do nitrogênio com adaptabilidade e estabilidade para a produtividade de grãos foi obtida na condição de ausência de nitrogênio na semeadura com a dose total em cobertura aos 10 e 30 dias após emergência.

Palavras-chave: *Avena sativa* L. N-fertilizante. Eficiência. Sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, A. P et al. Biomass and nitrogen accumulation in white oat (*Avena sativa* L.) under water deficit. **Revista Ceres**, v. 67, n. 1, p. 1-8, 2020.
- 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.
- JOYCE, S. A. et al. The cholesterol-lowering effect of oats and oat beta glucan: modes of action and potential role of bile acids and the microbiome. **Frontiers in nutrition**, v. 6, p. 1-15, 2019.
- KOLMANIČ, A. et al. The effect of cultivation practices on agronomic performance, elemental composition and isotopic signature of spring oat (*Avena sativa* L.). **Plants**, v. 11, n. 2, p. 169, 2022.
- REGINATTO, D. C et al. Nitrogen management at sowing and topdressing with the time of supply in the main biotype of oats grown in southern Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 4, p. 524-530, 2021.
- SILVA, J. A. G. et al. Nitrogen efficiency in oats on grain yield with stability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 1095-1100, 2016.