



MAIOR DENSIDADE DE SEMEADURA E FERTILIZANTE ORGANOMINERAL A BASE DE CÁLCIO E POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE INDUSTRIAL DE GRÃOS DE AVEIA¹

Larissa Bortolini Pomarenke², Natália Guiotto Zardin³, Lara Lais Schünemann⁴, Júlia Sarturi Jung⁵, Joeli vaz Bagolin⁶, Rubens Ricardo Pott Megier⁷, Karin Coppetti⁸, Jose Antonio Gonzalez da Silva⁹

- ¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na UNIJUÍ;
- ² Bolsista de iniciação científica PIBIC/UNIJUÍ, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ³ Bolsista de iniciação tecnológica PIBIT/CNPq, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ⁴ Bolsista de iniciação tecnológica PIBIT/CNPq, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ⁵ Bolsista de iniciação científica PIBIC/UNIJUÍ, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ⁶ Bolsista de iniciação científica PIBIC/UNIJUI, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ⁷ Bolsista voluntário, estudante do curso de Agronomia da UNIJUÍ;
- ⁸ Eng. Agr.^a, Mestra no PPGSAS, UNIJUÍ;
- ⁹ Professor orientador do curso de Agronomia, UNIJUÍ.

INTRODUÇÃO

A aveia branca é um cereal de grande interesse na alimentação humana e animal (MALANCHEN et al., 2019). Assim, torna-se essencial buscar maneiras de garantir uma produção satisfatória ao longo dos anos (PEREIRA et al., 2023). O potencial de produtividade da aveia está diretamente ligado à densidade e ao arranjo das plantas, sendo crucial ajustar a densidade de semeadura para alcançar produtividades adequadas. Dentro deste contexto, tem sido verificada que maiores densidades tem promovido aumento de produtividade, rápida cobertura vegetal, controle de erosão e plantas daninhas e maior tempo de umidade do solo (SANGIOVO et al., 2022). Por outro lado, a maior densidade de semeadura, aliada aos anos favoráveis de cultivo e à adubação nitrogenada, pode aumentar o risco de acamamento, afetando a produtividade e a qualidade dos grãos (KRYSCZUN et al., 2017). Uma alternativa adotada é o uso de reguladores de crescimento que torna o colmo mais resistente ao quebramento e ao acamamento (MAROLLI et al., 2018). Atualmente, o regulador de crescimento recomendado para a aveia é o produto conhecido como Moddus. A aplicação é feita por pulverização no estádio entre o 1º e o 2º nó visível do colmo (MAROLLI et al., 2021). No entanto, é um produto tóxico para os seres humanos e representa perigo para o meio ambiente (SOUZA et al., 2021). Além disso, este produto pode causar efeitos prejudiciais às plantas em condições de restrição hídrica, dias anteriores à presença de geada e mesmo em temperaturas elevadas, resultando em fitotoxidez significativa, com redução drástica da produtividade (MAROLLI et al., 2021).





Vários estudos vêm mostrando o potencial de utilização de fertilizantes via aplicação foliar sobre o desempenho agronômico e produtividade vegetal. Dentre estes, destacam-se produtos que apresentam os elementos cálcio e potássio, com potencial de dar rigidez à parede celular tornando os tecidos mais resistentes, o que pode refletir em menor acamamento de plantas (CASTRO e VIEIRA, 2001).

O objetivo é analisar a possibilidade de manejo de densidade de semeadura, mostrando benefícios da maior população de plantas sobre indicadores de produtividade e qualidade de grãos de aveia. Além disso, em combinação ao uso de regulador de crescimento Moddus e fertilizante organomineral a base de cálcio e potássio, justificando a importância de adaptar as orientações técnicas buscando manejos mais eficientes e sustentáveis.

METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no ano agrícola de 2022, no município de Augusto Pestana, RS, Brasil. A semeadura foi realizada com uma semeadora-adubadora para composição de parcelas com 5 linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, formando a unidade experimental de 5 m². O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições em esquema fatorial 4x4 para 4 densidade de semeadura (100, 300, 600 e 900 sementes viáveis m⁻²) e 4 condições de uso de reguladores de crescimento [(sem regulador), com regulador sintético Moddus (trinexapac-etil) aplicado entre o 1º e 2º nó visível, com regulador Maxx Grow (fertilizante organomineral) aplicado entre o 1º e 2º nó visível e com regulador Maxx Grow em aplicação sequencial em estádio V4 e entre o 1º e 2º nó visível do colmo)]. Para o regulador organomineral, utilizou-se a dosagem recomendada de 100 ml ha -1, tanto na aplicação única como sequencial em estádio V4 e entre o 1º e 2º nó visível do colmo. No uso de regulador Moddus utilizou-se a dosagem para a cultura da aveia de 200 ml ha -1. Foram examinados indicadores agronômicos e de qualidade industrial dos grãos de aveia. Os indicadores agronômicos incluíram: i) produtividade de grãos (PG, kg ha -1); ii) massa de mil grãos (MMG, g); iii) massa do hectolitro (MH, kg hL -1). Os indicadores de qualidade industrial avaliados foram: i) número de grãos maiores que dois milímetros (NG > 2mm, n); ii) massa de grãos maiores que 2 mm (MG, n); iii) massa de cariopse maior que 2 mm (MC, n); iv) índice de descasque (ID, g g -1); v) rendimento industrial (RI, kg ha -1). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias por Scott e Knott. Após, análise de regressão quadrática ($y=b0 \pm b1x \pm b2x2$) para estimativa da máxima eficiência técnica e econômica da densidade de semeadura e reguladores de crescimento em função dos indicadores agronômicos e de indústria. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GENES (Cruz, 2013).





RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, se verifica efetividade de efeitos que envolvem as aplicações com e sem regulador de crescimento e produto organomineral. Inclusive, efeitos da densidade de semeadura que alteraram a expressão da produtividade de grãos, massa do hectolitro, índice de descasque e o rendimento industrial. Destaca-se que estas alterações justificam a necessidade de um ajuste para identificação da densidade ideal de semeadura nestas variáveis. Além disso, a interação regulador e densidade de semeadura não foi confirmada, mostrando que independente da densidade testada se evidencia similaridade de resposta no manejo das condições de uso dos reguladores.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do efeito de reguladores de crescimento e densidades de semeadura sobre indicadores agronômicos e de indústria da aveia.

		Quadrado Médio						
Fonte de Variação	GL	PG (kg ha ⁻⁽)	MMG (g)	MH (kg ha ⁻ⁱ)	NG>2 mm (n)	ID (g g -f)	RI (kg ha')	
Bloco	3	1738	1,6	7,7	3,8	0,009	8863	
Regulador (R)	3	2529504*	39,2*	46,6*	21,1	0,002	577009	
Densidade (D)	3	124139*	6.2	23,6*	0,2	0,03*	67926*	
R x D	9	20478	5.4	2,2	7.4	0,03	8026	
Erro	45	10555	4.1	2,3	27,0	0,001	3998	
Total	63	-	-	-		*	-	
Média Geral	-	847	28,9	45,2	69	0,70	411	
CV (%)	-	12,1	6.9	3,6	7.5	5.3	15,3	

GL= grau de liberdade; PG= produtividade de grãos; MMG= massa de mil grãos; MH= massa de hectolitro; NG>2= número de grãos maiores que 2 mm; ID= indice de descasque; RI= rendimento industrial; CV= coeficiente de variância.

Na Tabela 2 de médias, a presença de Moddus aplicado entre o 1° e 2° nó, trouxe danos na expressão da produtividade e rendimento industrial. Este fato se deve às condições restritivas de umidade de solo e elevada temperatura do ar no período de aplicação do produto. Por isso reforça que é decisivo ajustar o manejo da aplicação envolvendo a característica fenológica com condições favoráveis de umidade de solo e temperatura do ar. As demais variáveis analisadas não foram alteradas, indicando que o número de grãos por panícula tenha sido afetado pela drástica redução da produtividade

Tabela 2. Médias do efeito de reguladores de crescimento sobre indicadores agronômicos e de indústria da aveia.

Regulador	PG (kg ha ⁴)	MMG (g)	MH (kg ha ⁻ⁱ)	NG>2 (mm)	ID (g g ")	RI (kg ha ^{-t})
Sem regulador	986 a	29,6 a	41 a	68 a	0,71 a	483 a
Moddus 1N	255 b	26,6 a	40 a	70 a	0,70 a	128 Ь
Maxx grow 1N	1109 a	30,2 a	42 a	69 a	0,69 a	536 a
Maxx grow V41N	1037 a	29,2 a	44 a	69 a	0,69 a	496 a

GL= grau de liberdade; PG= produtividade de grãos; MMG= massa de mil grãos; MH= massa de hectolitto; NG>2= número de grãos maiores que 2 mm; ID= indice de descasque; RI= rendimento industrial.





Na Tabela 3 de médias, a menor e a mais elevada densidade de semeadura reduziram a produtividade e o rendimento industrial. Da mesma forma, o comportamento quadrático se mostra mais ajustado para a explicação biológica. Destaca-se que o índice de descasque mostrou elevação, sendo potencializado nas densidades de 600 e 900 sementes por metro quadrado. Além disso, a produtividade é maximizada com 520 sementes por metro quadrado e o rendimento industrial com o uso de 600 sementes. Nesta condição, envolvendo os cálculos econômicos e o valor da semente e dos grãos, é possível uma recomendação de 340 sementes por metro quadrado pela eficiência econômica. No rendimento industrial também a máxima eficiência econômica é obtida com o valor de 600 sementes por metro quadrado.

Tabela 3. Médias do efeito da densidade de semeadura sobre indicadores agronômicos e de indústria da aveia e função de regressão dos indicadores em função da densidade de semeadura com análise da máxima eficiência técnica e econômica

Dansidada	PG	MMG	MH	NG>2mr	n ID	RI	
Densidade	(kg ha ^{-l})	(g)	(kg ha ^{-l})	(n)	(g g ⁻¹)	(kg ha ^{-l})	
	745 b	28,1 a	40,8 a	69,1 a	0,63 b	325 b	
100	907 a	29,2 a	41,7 a	69,4 a	0,69 b	427 a	
300 600	933 a	29,6 a	43,2 a	69,3 a	0,75 a	482 a	
900	804 b	28,7 a	43,3 a	69,3 a	0,72 a	410 b	
L Função	18151 ^{ns}	2.35ns	63.02ms	0.1 ^{ns}	0.08 ^{ns}	62470ns	
Q	348186*	16.28ms	6.78 ^{ns}	0.32^{ms}	0.03 ^{ns}	141228	
Y	$y = b_0$	Função $\pm b_1 x \pm b_2 x$;²	R ²	MET (Sementes m ⁻²)	MEE (Sementes m ⁻²)	
PG	y= 647+1.14x-0,0011x ²			98	± 520	± 340	
RI	$y=252+0.79x-0.00065x^2$			99	± 600	± 600	

GL= grau de liberdade; PG= produtividade de grãos; MMG= massa de mil grãos; MH= massa de hectolitro; NG>2= número de grãos maiores que 2 mm; ID= índice de descasque; RI= rendimento industrial; Y= variáveis; PG= produtividade de grãos; PI= produtividade industrial; R²= coeficiente de determinação; MET= máxima eficiência técnica; MEE= máxima eficiência econômica; valor do insumo (semente) = R\$ 1,70/kg; valor do produto (grãos) = R\$ 0,90/kg.

Embora a eficiência econômica tenha sido estimada para o ajuste da densidade de semeadura, seja para a produtividade e rendimento industrial, densidades mais elevadas, além de promover maior produtividade, também tem favorecido rápida cobertura do solo, manutenção da umidade do solo, maior controle de invasoras e ciclagem de nutrientes.





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições avaliadas, é necessário utilizar uma densidade de sementes maior do que a recomendada, variando entre 400 e 520 sementes por metro quadrado. Densidades mais altas resultaram em uma distribuição mais uniforme das plantas, uma estratégia eficaz para controlar plantas invasoras e reduzir a necessidade de herbicidas maturadores. A viabilidade de usar um produto organomineral à base de cálcio e potássio como alternativa sustentável para controlar o acamamento requer estudos mais abrangentes em cenários propícios a esse fenômeno.

Palavras-chave: Avena sativa L. Produtividade. Qualidade. Sustentabilidade. Agenda 2030.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSO, Vinicius Matheus; TRAVI, Magdalena Reschke Lajús. Produtividade e qualidade de aveia-preta (avena strigosa schreb) sob uso de regulador de crescimento vegetal1. **Anais de Agronomia**, v. 2, n. 1, p. 166-189, 2022.

CRUZ, C. D. Programa Genes: Versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 382p, 2013. KRYSCZUN, D. K. et al. Growth regulator on oat yield indicators. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.

21, p. 828-833, 2017.

MALANCHEN, Bruno Eduardo et al. Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. **Fag Journal of Health (Fjh),** v. 1, n. 2, p. 185-200, 2019.

MAROLLI, A. et al. A simulação da biomassa de aveia por elementos climáticos, nitrogênio e regulador de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 535- 544, 2018.

MAROLLI, A. et al. A combination of regression and internal point methods as a hybrid model forestimating out plant productivity. **Genetics and Molecular Research**, v. 20, n. 2, p. 1-16, 2021.

PEREIRA, L. M. et al. Adaptability and stability of oat cultivars to reduce fungicide use with satisfactory productivity. Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 17, n. 3, 2023.

SANGIOVO, J. P. et al. Adjusting the Optimal Arrangement of Plants to Maximize the Productivity and Quality of Flaxseed Grains. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 48-63, 2022.

SOUZA, C. A. et al. Informações técnicas para a cultura de aveia: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Regulador de crescimento, cap. 5, p 66. Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM)/(Orgs) Rodrigo Danielowski...[et al.]. **Três de Maio: SETREM**, 2021.