



A TECNOLOGIA DE ESPÉCIES DE RÁPIDO CRESCIMENTO E DECOMPOSIÇÃO EM POUSIO MOMENTÂNEO SOBRE INDICADORES DA QUALIDADE INDUSTRIAL DA AVEIA

**Natália Guiotto Zardin², Willyan Júnior Adorian Bandeira³, Lara Laís Schünemann⁴,
Lisa Brönstrup Heusner⁵, Eduarda Warmbier⁶ e José Antonio Gonzalez da Silva⁷**

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na UNIJUI

² Estudante do curso de Agronomia da UNIJUI. Bolsista PIBITI/CNPq

³ Estudante do curso de Agronomia da UNIJUI. Bolsista PROFAP

⁴ Estudante do curso de Agronomia da UNIJUI. Bolsista PIBIC/CNPq

⁵ Estudante do curso de Agronomia da UNIJUI. Bolsista PIBITI/CNPq

⁶ Mestra em Modelagem Matemática e Computacional, PPGMMC, UNIJUI

⁷ Professor do curso de Agronomia, PPGSAS e PPGMMC da UNIJUI

INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal de grande importância para a agricultura brasileira, com destaque na alimentação humana e animal devido ao seu valor nutricional. Além disso, os grãos de aveia produzidos devem atender os níveis de qualidade técnica exigida pela indústria, aumentando a eficiência de descasque e rendimento (MANTAI et al., 2021). Dentre as técnicas de manejo, ganha destaque a adubação nitrogenada, por ser o nutriente mais absorvido pelos cereais, porém, um dos mais caros e poluidores ao ambiente, causando problemas para a saúde da população. Assim, é decisivo pesquisas que contribuam para o incremento da produtividade de aveia, reduzindo os custos de produção e contaminação ambiental (PIMENTEL et al., 2019).

Nesta perspectiva, a incorporação de espécies após cultivo de verão e anterior à semeadura da aveia, com rápida cobertura vegetal para proteção do solo e controle de invasoras, bem como de reduzida relação C/N com alta capacidade de decomposição e liberação de nutrientes, representa uma possibilidade de também reduzir o uso de N-fertilizante. Dentre estas espécies destaca-se o trigo sarraceno e o nabo que evidenciam estas características (CARGNELUTTI FILHO et al., 2020).

O objetivo do estudo é o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis à redução de uso de N-fertilizante pelo emprego de espécies de rápido crescimento e decomposição entre o cultivo de verão e semeadura da aveia e os reflexos sobre indicadores da qualidade industrial de grãos com estimativa da eficiência biológica e econômica pelo uso e redução do nutriente.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no ano agrícola de 2022 em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 6, para as quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e os seis sistemas de sucessão (milho/pousio, milho/nabo, milho/sarraceno, soja/pousio, soja/nabo e soja/sarraceno). A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora para composição das unidades experimentais de 5m² e densidade populacional de 400 sementes viáveis m⁻² utilizando a cultivar URS Taura. A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia (45% de N), sendo aplicada a lanço no estágio fenológico de quarta folha expandida (V4). A produtividade de grãos (PG) foi obtida pela colheita mecanizada das três linhas centrais de cada parcela, com as plantas na maturidade fisiológica, com umidade de grãos próxima a 22% e após correção da umidade para 13% e estimativa da produtividade de grãos em kg ha⁻¹. As variáveis analisadas foram os indicadores de qualidade industrial.

Os dados foram submetidos à análise de variância para detectar os efeitos principais e de interação entre os fatores sistemas de sucessão e doses de nitrogênio. Após os dados foram submetidos à análise de regressão, para estimativa da eficiência biológica e econômica da aveia pelo uso de nitrogênio para cada sistema de sucessão. Para estimativa de eficiência biológica foi estimado o ponto de máxima, valor de x, que representa dose ótima aplicada, determinando o maior valor de y, que representa a máxima produtividade da aveia. A máxima eficiência biológica é obtida pela função quadrática (MEB= $-b_1/2b_2$). Para estimativa da máxima eficiência econômica utilizou-se a equação MEE= $[(t/w) - b_1]/2b_2$, sendo t o preço do insumo e w preço do produto, utilizando os preços médios de comercialização da ureia (fevereiro de 2022), sendo o preço do kg de nitrogênio de R\$11,11 e o preço do kg da aveia de R\$1,40 para venda. As análises foram realizadas com o software GENES (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, da análise de variância dos indicadores de qualidade industrial dos grãos de aveia, as doses de nitrogênio e os sistemas de sucessão promoveram alteração em todas as variáveis. Além disso, a interação dose x sistema de sucessão foi confirmada, mostrando a necessidade de análise do efeito das doses de nitrogênio em cada sistema de sucessão.

Tabela 1. Análise de variância dos indicadores de qualidade industrial e qualidade química dos grãos de aveia pelas doses de nitrogênio nos sistemas de sucessão.

Fonte de variação	GL	QM/Indicadores de qualidade industrial			
		PG (kg ha ⁻¹)	NG>2mm (n°)	ID	RI (kg ha ⁻¹)
					2022
Bloco	7	116362	1093	0,0061	61810
Dose (D)	3	2174518*	533*	0,0138*	265851*
Sistema (S)	5	434001*	398*	0,0113*	134579*
D x S	15	51958*	172*	0,0169*	24895*
Erro	161	29633	53	0,0087	14013
Total	191	-	-	-	-
Média Geral	-	1385	62	0,7226	613
CV (%)	-	12	11	12	19

GL=graus de liberdade; PG= produtividade de grãos; NG>2mm= número de grãos maior que 2 milímetros; ID= índice de descasque; RI= rendimento industrial; CV= coeficiente de variação; *= significativo $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Na tabela 2, do teste de comparação de médias dos indicadores de qualidade industrial, as maiores produtividades atingidas foram no sistema soja/nabo, destacando-se a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para grãos maiores que 2 mm, o uso de N-fertilizante não apresentou resultados efetivos, mas destacam-se o uso do sarraceno, as quais apresentaram melhores valores médios. Por outro lado, na análise do índice de descasque, os sistemas milho/pousio, milho/sarraceno, soja/pousio e soja/nabo mostram valores mais expressivos com as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹. Diante disso destaca-se o ponto de 60 kg ha⁻¹ devido a dose menor de aplicação de N-fertilizante. No rendimento industrial, os sistemas milho/sarraceno, soja/nabo e soja/sarraceno nas doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ apresentaram melhores médias de produtividade.

Tabela 2. Média dos indicadores de qualidade industrial dos grãos de aveia pelo do uso de nitrogênio nos sistemas de sucessão.

N (kg ha ⁻¹)	Sistemas de sucessão para aveia					
	Milho/ pousio	Milho/ nabo	Milho/ sarraceno	Soja/ pousio	Soja/ nabo	Soja/ sarraceno
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)					
0	1031Bb	992Bc	1083Bb	1029Bb	1333Ab	1069Bc
60	1284Ca	1554Ba	1564Ba	1393Ca	1756Aa	1598Ba
120	1371Ca	1616Ba	1472Ca	1441Ca	1813Aa	1618Ba
180	1332Aa	1352Ab	1404Aa	1382Aa	1489Ab	1267Ab
	Número de grãos maior que 2 milímetros (n)					
0	65Aa	68Aa	70Aa	61Aa	66Aa	68Aa
60	55Bb	55Bb	62Aa	56Ba	60Aa	63Aa
120	55Bb	65Aa	66Aa	56Ba	53Bb	65Aa
180	60Ba	60Bb	64Aa	61Ba	56Bb	68Aa
	Índice de descasque					
0	0,64Bb	0,78Aa	0,71Ba	0,77Aa	0,67Ba	0,67Bb
60	0,71Aa	0,69Ab	0,73Aa	0,72Aa	0,74Aa	0,71Ab
120	0,70Aa	0,69Ab	0,73Aa	0,77Aa	0,74Aa	0,75Ab
180	0,72Ba	0,68Bb	0,68Ba	0,71Ba	0,71Ba	0,83Aa
	Rendimento industrial (kg ha ⁻¹)					
0	437Aa	524Ab	521Ab	479Aa	604Ab	507Ab
60	510Ba	591Bb	726Aa	570Ba	800Aa	709Aa

120	535Ba	726Aa	698Aa	614Ba	720Aa	806Aa
180	578Aa	563Ab	637Aa	593Aa	584Ab	671Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo.

Na Tabela 3, se verifica forte redução de uso de N-fertilizante na comparação da eficiência biológica com a econômica, valores de 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio pela eficiência biológica para ausência ou reduzido nitrogênio pela eficiência econômica, com produtividades similares. O número de grãos maior que 2 mm com a dose de máxima eficiência biológica mostra melhor desempenho no sistema milho/pousio (77). A dose de máxima eficiência econômica, os sistemas milho/sarraceno e soja/sarraceno mostraram os valores mais elevados, 67 e 66, respectivamente (intercepto). No índice de descasque, as doses de nitrogênio não promoveram alteração dos valores pela não significância do coeficiente angular. Assumindo o valor de intercepto da equação, os melhores resultados de simulação foram no sistemas milho/nabo e soja/pousio. No sistema soja/nabo destaca-se que houve uma redução de menos de 100 kg ha⁻¹ de rendimento industrial, enquanto a dose de nitrogênio reduziu de 98 kg ha⁻¹ na máxima eficiência biológica para 22 kg ha⁻¹ na máxima eficiência econômica.

Tabela 3. Máxima eficiência biológica e econômica dos indicadores de qualidade industrial de grãos de aveia pelo nitrogênio nos sistemas de sucessão.

Sistema	Regressões	R ²	Eficiência		Simulação	
	$y=b_0+b_1x+b_2x^2$		N/MEB _{PG}	N/MEE _{PG}	Y/MEB _{PG}	Y/MEE _{PG}
Produtividade de grãos						
Milho/pousio	$1033+5,29x-0,020*x^2$	0,99	130	0	1379	1033
Milho/nabo	$1000+12,22x-0,057*x^2$	0,99	106	38	1653	1382
Milho/sarraceno	$1113+8,31x-0,038*x^2$	0,86	109	5	1566	1153
Soja/pousio	$1040+7,13x-0,029*x^2$	0,98	121	0	1473	1040
Soja/nabo	$1332+10,21x-0,051*x^2$	0,99	98	22	1835	1531
Soja/sarraceno	$1076+12,01x-0,061x^2$	0,99	98	33	1667	1405
Número de grãos maior que 2 milímetros (n)						
Milho/pousio	$64-0,020x+0,00098*x^2$	0,96	130	0	77	64
Milho/nabo	$64-0,022^{ns}x$	0,18	106	38	-	-
Milho/sarraceno	$67-0,020^{ns}x$	0,23	109	5	-	-
Soja/pousio	$61-0,12x+0,00072*x^2$	0,98	121	0	57	61
Soja/nabo	$64-0,063*x$	0,77	98	22	57	62
Soja/sarraceno	$66+0,0018^{ns}x$	0,19	98	33	-	-
Índice de descasque						
Milho/pousio	$0,66+0,00036^{ns}x$	0,63	130	0	-	-
Milho/nabo	$0,76-0,00049^{ns}x$	0,66	106	38	-	-
Milho/sarraceno	$0,73-0,00016^{ns}x$	0,29	109	5	-	-

Soja/pousio	0,76-0,00024 ^{ns} x	0,31	121	0	-	-
Soja/nabo	0,70+0,00018 ^{ns} x	0,17	98	22	-	-
Soja/sarraceno	0,66+0,00086 ^{ns} x	0,95	98	33	-	-
Rendimento industrial (kg ha ⁻¹)						
Milho/pousio	447+0,74*x	0,95	130	0	543	447
Milho/nabo	506+3,29x-0,015*x ²	0,71	106	38	686	609
Milho/sarraceno	531+3,86x-0,018*x ²	0,91	109	5	737	549
Soja/pousio	478+2,02x-0,0076*x ²	0,99	121	0	611	478
Soja/nabo	615+3,90x-0,023*x ²	0,91	98	22	776	689
Soja/sarraceno	501+5,19x-0,023*x ²	0,98	98	33	788	647

b_0, b_1, b_2 – parâmetros da regressão; R^2 – coeficiente de determinação; N/MEB_{rg} – máxima eficiência biológica do nitrogênio para produtividade de grãos; N/MEE_{rg} – máxima eficiência econômica do nitrogênio para produtividade de grãos; Y/MEB_{rg} – simulação da máxima eficiência biológica para variável Y; Y/MEE_{rg} – simulação da máxima eficiência econômica para variável Y; * – significativo a $p \leq 0,05$ pelo teste F; ns – não significativo a $p \leq 0,05$ pelo teste F. Espaços da tabela preenchidos com um traço (-) representam as equações em que o coeficiente b_1 (linear) ou b_2 (quadrático) não é significativo, permanecendo a análise apenas do intercepto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No fornecimento de N-fertilizante para a cultura da aveia, deve ser considerando a máxima eficiência que considera os valores econômicos, principalmente em anos desfavoráveis, de mais fácil perda do nutriente ao ambiente. Os resultados de máxima eficiência biológica e econômica de uso de nitrogênio a expressão da produtividade e indicadores da qualidade industrial da aveia é potencializada, quando há incorporação de nabo e trigo sarraceno entre o cultivo de verão e semeadura da aveia.

Palavras-chave: *Avena sativa* L. eficiência. fertilizante. qualidade ambiental

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARGNELUTTI FILHO, A.; NEU, I.M.M.; DE SOUZA, J.M.; PEZZINI, R.V.; DUMKE, G.E.; SOMAVILLA, F.M. Tamanho de parcela, números de tratamentos e de repetições e a precisão experimental em trigo mourisco. **Revista Caatinga**, v.33, n.4, p.1131-1139, 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.
- MANTAI, R. D. et al. Contribution of nitrogen on industrial quality of oat grain components and the dynamics of relations with yield. **Australian Journal of Crop Science**, v.15, n.3, p.334-342, 2021.
- PIMENTEL, J.R.; TROYJACK, C.; DUBAL, Í.T.P.; SZARESKI, V.J.; CARVALHO, I.R.; KOCH, F.; DEMARI, G.H.; NASCIMENTO, H.W.F. DO; FONSECA, L.L.; JAQUES, L.B.A.; MARCHI, P.M.; VILLELA, F.A.; PEDÓ, T. & AUMONDE, T.Z. Nitrogen and sulfur association: effects on yield components and physical attributes of wheat seeds. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.12, p.50, 2019.