



Evento: XII Seminário de Inovação e Tecnologia

**A TECNOLOGIA DE MANEJO DO NITROGÊNIO NA SEMEADURA E
COBERTURA COM ÉPOCA DE UTILIZAÇÃO SOBRE INDICADORES DE
PRODUTIVIDADE DA AVEIA EM SUCESSÃO A CULTURA DA SOJA****THE OPTIMUM DOSE OF NITROGEN IN SEEDING AND COVERAGE WITH SEASON OF
SUPPLY ON PRODUCTIVITY INDICATORS IN THE SOY/OAT SYSTEM****Natália Guiotto Zardin², Lisa Brönstrup Heusner³, Cibele Luisa Peter⁴, Natiane
Carolina Ferrari Basso⁵, Júlia Sarturi Jung⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷**¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na UNIJUÍ;² Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBITI/UNIJUÍ;³ Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBITI/CNPq;⁴ Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional, PROSUC/Capes;⁵ Mestranda em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, PROSUC/Capes;⁶ Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/UNIJUÍ;⁷ Professor do curso de Agronomia, UNIJUÍ.**INTRODUÇÃO**

A alta demanda de grãos de aveia e seus derivados exerce forte influência para aumento da produção com qualidade dos grãos (KRYSCZUN et al., 2017). A produtividade da aveia está fortemente ligada ao manejo da adubação nitrogenada, onde a dose e a época de aplicação do fertilizante são fundamentais para incrementar o rendimento de grãos (REGINATTO et al., 2021). No entanto, quantidades mais expressivas de nitrogênio são fornecidas em cobertura, período em que pode não haver as melhores condições de umidade do solo e temperatura do ar, causando perdas do nutriente além de danos ambientais (MAROLLI et al., 2017). A adubação em cobertura é definida sobre a fenologia da planta, considerando o período de maior necessidade do nutriente para definição dos componentes de produtividade, em torno de 30 a 60 dias após a emergência (REGINATTO et al., 2021). Tendo em vista os problemas ocasionados pela perda de N-fertilizante ao ambiente em condições meteorológicas desfavoráveis à adubação em cobertura, uma possibilidade seria o maior fornecimento do nutriente em semeadura, reduzindo a dose total em cobertura combinada com a melhor época de aplicação (REGINATO et al., 2021).



O manejo do nitrogênio tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no mundo, com intuito de melhorar sua eficiência de uso, diminuir os custos de produção e a poluição ambiental (HAWERROTH et al., 2015). Assim a dose de N-fertilizante pela máxima eficiência técnica deve ser considerada observando as tendências meteorológicas do ano de cultivo (SILVA et al., 2016). Nesse sentido, os modelos de regressão vem sendo utilizados na explicação e avaliação de efeitos de variáveis quantitativas, principalmente, se tratando de análise do comportamento e simulações na definição de ponto ótimo de máxima ou de mínima (KRAISIG et al., 2020). No entanto, o ajuste da dose na semeadura e cobertura com a época adequada de fornecimento do nitrogênio em aveia a partir do emprego de modelos de regressão permite a otimização do aproveitamento deste nutriente. Portanto, o objetivo do estudo é a otimização isolada e combinada da dose de nitrogênio na semeadura e cobertura com a época de fornecimento de nitrogênio pelos parâmetros da regressão polinomial em sistema de sucessão de alta liberação de N-residual (soja/aveia) e a simulação da produtividade de grãos, biomassa, palha e índice de colheita com os manejos do nutriente proposto.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida nos anos de 2018 e 2019, em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo esquema fatorial 4x4, para quatro doses de nitrogênio em semeadura (0, 10, 30 e 60 kg ha⁻¹) e quatro épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura (0, 10, 30 e 60 dias após a emergência) alterando a dose em cobertura pelo total fornecido de 70 kg ha⁻¹ em sistema de cultivo soja/aveia, buscando uma expectativa desejada de 4000 kg ha⁻¹ de grãos. Os detalhes da quantidade de nutriente fornecido em semeadura e em cobertura encontram-se apresentados na Tabela 1. A semeadura foi realizada em sistema de sucessão soja/aveia com semeadora-adubadora na composição das unidades experimentais de 5 m² com a utilização da cultivar Brisasul e densidade populacional de 300 sementes viáveis m⁻². 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 (FOLICUR® CE), na dose de 0,75 L ha⁻¹ e do herbicida metsulfuron-metil (ALLY®), na dose de 4 g ha⁻¹.



As variáveis analisadas foram a produtividade de biomassa (PB, kg ha⁻¹), obtida através do corte das três linhas centrais de cada parcela rente ao solo no estágio de maturidade fisiológica. As amostras de biomassa foram direcionadas a estufa de ar forçado à temperatura de 65°C, até atingir peso constante e convertida para kg ha⁻¹. A produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), obtida pelo corte das três linhas centrais de cada parcela no estágio de maturidade de colheita, umidade de grãos ao redor de 22%. Após as plantas foram trilhadas com colheitadeira estacionária e os grãos direcionados ao laboratório para correção da umidade para 13%. A produtividade de palha (PP, kg ha⁻¹) foi obtida pela subtração da produtividade de grãos com a produtividade de biomassa e o índice de colheita (IC, kg ha⁻¹) da relação da produtividade de grãos com a produtividade de biomassa. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância para detecção de efeitos principais e de interação. Após realizada análise de regressão para definição da dose e época de fornecimento de nitrogênio ideias para uso em aveia. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

Tabela 1. Condições de fornecimento do nitrogênio na semeadura e cobertura da aveia no sistema de cultivo soja/aveia.

| Dose N-semeadura (kg ha ⁻¹) | Dose N-cobertura (kg ha ⁻¹) | Dose N-total (kg ha ⁻¹) | Expectativa Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | Época N-cobertura (DAE) |
|---|---|-------------------------------------|---|-------------------------|
| 0 | 70 | | | |
| 10 | 60 | | | |
| 30 | 40 | 70 | 4000 | 0; 10; 30; 60 |
| 60 | 10 | | | |

DAE= dias após a emergência, para aplicação do nitrogênio sobre a aveia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 dos modelos de regressão polinomial no ano de 2020, o nitrogênio na semeadura mostrou comportamento linear com coeficiente angular negativo, ou seja, o aumento na dose de nitrogênio na semeadura e redução em cobertura promove redução da produtividade. Os modelos de regressão polinomial no ajuste do melhor momento de fornecimento o comportamento quadrático foi observado em todas as variáveis. Nesta condição o momento ideal na expressão da máxima produtividade de grãos foi obtida aos 30 dias após a emergência com produção estimada em 2223 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Regressões para estimativa da época ideal de aplicação de nitrogênio à produtividade de grãos nos anos de cultivo nos distintos sistemas no ano de cultivo 2020.



| Y | Grau | Dose N-semeadura (kg ha ⁻¹) | | | | | Época N (dias) | | | | |
|----|------|---|----------|----------------|--------------------|----------------|------------------------------------|----------|----------------|-----------------------|----------------|
| | | $y = a \pm bx \pm cx^2$ | $b_i(x)$ | R ² | N _{ideal} | Y _E | $y = a \pm bx \pm cx^2$ | $b_i(x)$ | R ² | Dias _{ideal} | Y _E |
| PG | L | 2003-6,78x | * | 98 | 0 | 2003 | 1716+0,14x | ns | 49 | - | - |
| | Q | 2000-6,24x-0,0087x ² | ns | 97 | - | - | 1374+58,3x-x ² | * | 83 | 30 | 2223 |
| PB | L | 6405-9,29x | ns | 88 | - | - | 5252+22,8x | ns | 12 | - | - |
| | Q | 6468-19,38x-0,1643x ² | ns | 99 | - | - | 4661+123x-1,74x ² | * | 98 | 30 | 6785 |
| PP | L | 4463-4,95x | ns | 84 | - | - | 3536+23,2x | ns | 57 | - | - |
| | Q | 4460-33,14x+0,45x ² | ns | 99 | - | - | 3286+65,77x-0,73x ² | * | 75 | 30 | 4602 |
| IC | L | 0,30-0,00037x | ns | 76 | - | - | 0,30-0,001x | ns | 48 | - | - |
| | Q | 0,286+0,0028x-0,00005x ² | ns | 93 | - | - | 0,27+0,0035x-0,00007x ² | * | 87 | 30 | 0,31 |

Dose N semeadura/cobertura – Dose na semeadura; Época N – Época de aplicação em cobertura; PG – Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); PB – Produtividade de biomassa (kg ha⁻¹); PP – Produtividade de palha (kg ha⁻¹); IC – Índice de colheita; L - Equação linear; Q - Equação quadrática; N_{ideal} - Dose ideal de aplicação do nutriente através da regressão; Dias_{ideal} - dia ideal para aplicação do nutriente através da regressão; R² - Coeficiente de determinação; b_i(x) – Probabilidade do parâmetro de inclinação; * - Significância do parâmetro de inclinação a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ns - Não significativo a 5% de probabilidade de erro; Y_E – Produtividade de grãos estimado.

Na tabela 3, de regressões no ano de 2021, se verifica um aumento da dose de nitrogênio na semeadura e redução em cobertura, promovendo uma redução da produtividade de grãos. Neste ano agrícola similar ao ano de 2020 a época de fornecimento em cobertura mostrou comportamento quadrático. Nesta condição, também foi observado a época ideal de fornecimento de nitrogênio aos 30 dias após a emergência.

Tabela 3. Regressões para estimativa da época ideal de aplicação de nitrogênio à produtividade de grãos nos anos de cultivo nos distintos sistemas no ano de cultivo 2021.

| Y | Grau | Dose N-semeadura (kg ha ⁻¹) | | | | | Época N (dias) | | | | |
|----|------|---|----------|----------------|--------------------|----------------|--------------------------------|----------|----------------|-----------------------|----------------|
| | | $y = a \pm bx \pm cx^2$ | $b_i(x)$ | R ² | N _{ideal} | Y _E | $y = a \pm bx \pm cx^2$ | $b_i(x)$ | R ² | Dias _{ideal} | Y _E |
| PG | L | 2196-7,1x | * | 97 | 0 | 2196 | 1908-0,51x | ns | 49 | - | - |
| | Q | 2199-7,56x-0,0074x ² | ns | 95 | - | - | 1678+38,56x-0,67x ² | * | 82 | 30 | 2232 |
| PB | L | 7828-7,14x | ns | 81 | - | - | 7218-1,33x | ns | 48 | - | - |
| | Q | 7882-15,69x-0,139x ² | ns | 89 | - | - | 6914+50,29x-0,89x ² | * | 88 | 30 | 7622 |
| PP | L | 5631-0,0372x | ns | 79 | - | - | 5310-0,81x | ns | 42 | - | - |
| | Q | 5682-8,12x+0,13x ² | ns | 81 | - | - | 5236+11,73x-0,21x ² | * | 85 | 30 | 5399 |
| IC | L | 0,27-0,00066x | ns | 94 | - | - | 0,24+0,000025x | ns | 49 | - | - |



| | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|----|----|---|---|----------------------------|---|----|----|------|
| Q | $0,275+0,00026x-0,000006x^2$ | ns | 96 | - | - | $0,22+0,0032x-0,000056x^2$ | * | 74 | 30 | 0,26 |
|---|------------------------------|----|----|---|---|----------------------------|---|----|----|------|

Dose N sementeira/cobertura – Dose na sementeira; Época N – Época de aplicação em cobertura; PG – Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); PB – Produtividade de biomassa (kg ha⁻¹); PP – Produtividade de palha (kg ha⁻¹); IC – Índice de colheita; L - Equação linear; Q - Equação quadrática; N_{ideal} - Dose ideal de aplicação do nutriente através da regressão; Dias_{ideal} - dia ideal para aplicação do nutriente através da regressão; R² - Coeficiente de determinação; bi(x) – Probabilidade do parâmetro de inclinação; * - Significância do parâmetro de inclinação a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ns - Não significativo a 5% de probabilidade de erro; Y_E – Produtividade de grãos estimado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução das doses de nitrogênio na sementeira com aumento da dose em cobertura aplicado aos 30 dias após emergência, se mostram os manejos mais eficientes no sistema de sucessão soja/aveia.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- HAWERROTH, M. C.; SILVA, J.A.G da.; SOUZA, C.A.; OLIVEIRA, A.C.; LUCHE, H. D.S.; ZIMMER, C.M.; SPONCHIADO, J.C. Reduction of lodging in white oat with the use of ethyl trinexapac growth regulator. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 50, n. 2, p. 115-125, 2015.
- 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.
- KRYSCZUN, D.K.; SILVA, J.A.G. DA; MAROLLI, A.; TRAUTMANN, A.P.B.; LUCIO, A.D.; CARBONERA, R. Growth regulator on oat yield indicators. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.12, p.828–833, 2017.
- MANTAI, R. D. et al. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 343–349, 2015.
- MAROLLI A, SILVA JAG, ROMITTI MV, MANTAI RD, SCREMIN OB, FRANTZ RZ, SAWICKI S, ARENHARDT EG, GZERGORCZICK ME, AND LIMA ARC (2017) Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**,.12:795–804.
- 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.
- REGINATTO, D. C., et al. Sustainable optimization of nitrogen uses in oat at sowing and top-dressing stages. **Australian Journal of Crop Science**, v.15, n.1, p.23-31, 2021.