

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

FUNÇÕES DE ESTIMATIVA DA MÁXIMA EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE USO DO NITROGÊNIO NO SISTEMA MILHO/AVEIA À PRODUTIVIDADE E QUALIDADE QUÍMICA DE GRÃOS DE AVEIA À ALIMENTAÇÃO HUMANA¹

Douglas Cézar Reginatto², Anderson Marolli³, Rubia Diana Mantai⁴, Ana Paula Brezolin⁵, Ângela Teresinha Woschinski De Mamann⁶, José Antonio Gonzales Da Silva⁷.

¹ Parte dos resultados de pesquisa desenvolvida pelo DEAg/UNIJUÍ

² Mestrando em Modelagem Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

³ Doutorando em Modelagem Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

⁴ Doutorando em Modelagem Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

⁵ Doutorando em Modelagem Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

⁶ Mestre em Modelagem Matemática pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

⁷ Professor do Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/UNIJUÍ.

INTRODUÇÃO

A aveia branca por ser um cereal que apresenta múltiplos propósitos, tem assumido grande importância como cultura alternativa na estação fria do ano (Hawerth et al., 2015). Na alimentação humana, é considerado um alimento funcional, por apresentar em sua composição química a fibra solúvel e -glucana, com efeito redutor do colesterol ruim (LDL) diminuindo os riscos de doenças cardiovasculares (Crestani et al., 2010). Além disso, a alta demanda de seus derivados tem aumentado seu consumo em todo o território nacional (Kaspary et al., 2015).

As características genéticas das cultivares, condições edafoclimáticas e as tecnologias de manejo atuam sobre a expressão dos componentes ligados a produtividade de grãos de aveia (Benin et al., 2012; Mantai et al., 2015). Flores et al. (2012) afirmam que o nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvidos pelas gramíneas. Silva et al. (2015) ainda destacam que em um sistema de maior relação C/N, há necessidade de incremento na dose deste nutriente.

A adubação com N-fertilizante se faz necessária pela insuficiente quantidade liberada pelo solo (Mantai et al., 2015; Hawerth et al., 2015). No entanto, a disponibilidade demasiada de nitrogênio aumenta os riscos de poluição ambiental além de aumento dos custos de produção (Mantai et al., 2016). O seu correto fornecimento às plantas, afeta as propriedades químicas dos grãos, alterando as concentrações de proteínas, lipídeos e a síntese de amido (Hawerth et al., 2013). Desta forma, a otimização de uso de nitrogênio pode determinar um melhor ajuste das doses do nutriente visando incrementar a produtividade junto à qualidade química dos grãos de aveia, considerando a máxima eficiência técnica e econômica. O objetivo do estudo é a estimativa da máxima eficiência técnica e econômica de uso do nitrogênio voltada à expressão da produtividade e análise do comportamento

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

da produtividade e qualidade química dos grãos de aveia com aplicação de diferentes doses de nitrogênio no sistema soja/aveia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2014, no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ, localizado no município de Augusto Pestana-RS. A semeadura foi realizada sobre a cobertura vegetal de alta relação C/N (sistema milho/aveia). O delineamento foi de blocos ao acaso, seguindo um esquema fatorial 2x4 nas fontes de variação cultivares (URS Taura e URS Tarimba) e doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹). As parcelas foram formadas de 5 linhas espaçadas 0,20 m entre si, com 5 m de comprimento, resultando em 5 m² por unidade experimental. As análises químicas foram realizadas com o aparelho espectrômetro NIR (do inglês - Near infrared Reflectance), através da espectrofotometria do infravermelho proximal. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detecção da presença ou ausência de interação entre os fatores. Com base nestas informações, foi efetuado o teste de comparação de médias por Scott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro. Foi realizado ajuste de equações de regressão visando à máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) para caracteres de produtividade e qualidade química de grãos pelas doses de nitrogênio em aveia branca. Os dados meteorológicos foram obtidos pela Estação Meteorológica Automática do IRDeR, instalada a 500 metros do experimento. Para realização das análises foi utilizado o programa computacional Genes (Cruz 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, no momento de aplicação de N-fertilizante, as médias de temperatura máxima se mostraram próximas a 15°C. Além disso, o solo se apresentava em condições de umidade favorável, devido ao acúmulo de chuvas em dias anteriores. Por outro lado, o elevado volume de chuvas durante o ciclo proporcionou períodos menores de insolação, o que reduz a eficiência de fotossíntese pela planta. Estes fatos, justificam a baixa produtividade de grãos obtida neste ano, caracterizando o ano como desfavorável (AD) ao cultivo.

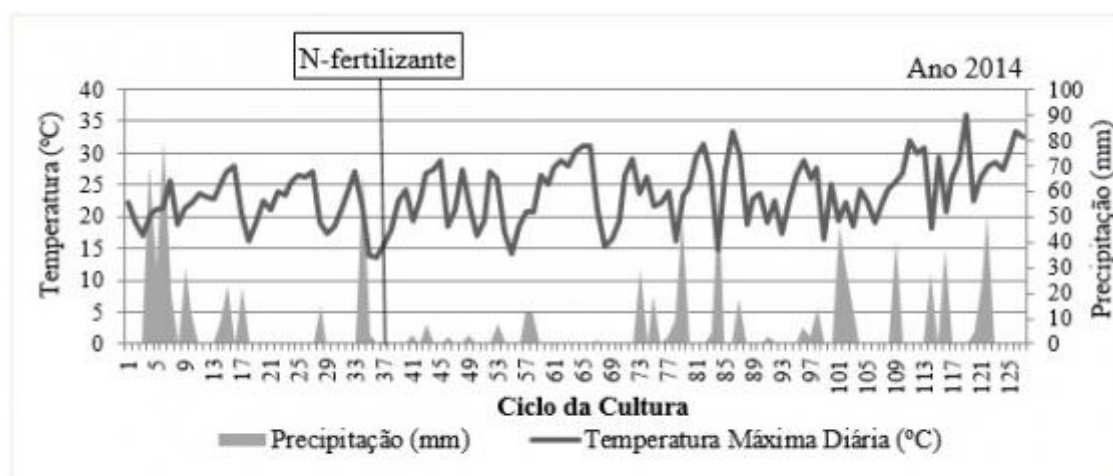


Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperatura máxima diária no ciclo da aveia e N-fertilizante.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Na Tabela 1, do resumo da análise de variância (ANOVA) das doses de nitrogênio sobre a produtividade e qualidade química dos grãos de aveia, o quadrado médio das doses de nitrogênio se mostrou significativo para as variáveis produtividade de grãos, amido, proteína bruta, fibra bruta e cinzas. Demonstrando que a composição química dos grãos de aveia é alterada com a utilização de nitrogênio, exceto para a variável energia não se mostrou significativa.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das doses de nitrogênio sobre a produtividade e qualidade química de grãos de aveia na sucessão com milho.

Quadrado Médio/ Produtividade de grãos e qualidade química							
Fonte de Variação	GL	PG (kg ha ⁻¹)	AM (g kg ⁻¹)	PB (g kg ⁻¹)	FB (g kg ⁻¹)	CZ (g kg ⁻¹)	EN (Mj kg ⁻¹)
(URS Taura + URS Tarimba)							
Bloco	7	14012	413,63	96,53	60,74	3,74	0,14
Dose (N)	3	518923*	278,53*	194,61*	69,78*	50,61*	0,10
Erro	21	8239	19,26	4,04	1,85	0,59	0,003
Total	31						
Média Geral		635	420	112	123	31,71	11,98
CV (%)		14,27	1,04	1,79	1,09	2,41	0,46

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$) pelo teste F; CV- Coeficiente de variação; GL- Graus de Liberdade; Dose (N) = doses de nitrogênio (kg ha⁻¹); Produtividade de grãos (PG); Amido (AM); Proteína Bruta (PB); Fibra Bruta (FB); Cinzas (CZ); Energia (EN).

Na Tabela 2, de comparação de médias foi possível verificar que a dose de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio é a que apresentou a maior produtividade de grãos, com aproximadamente 835 kg ha⁻¹, porém de reduzida expressão quando comparada com a expectativa de produtividade para esta dose que é de 4 t ha⁻¹. Embora os valores superiores de adubação nitrogenada não tenham proporcionado à elevada produtividade esperada é possível observar tendência linear crescente com o incremento das doses de nitrogênio. Por outro lado, o aumento das doses de nitrogênio proporcionou redução nas variáveis fibra bruta e cinzas.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Tabela 2. Resumo da análise de médias das doses de nitrogênio sobre a produtividade e qualidade química de grãos de aveia na sucessão com milho.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	PG (Kg ha ⁻¹)	AM (g kg ⁻¹)	PB (g kg ⁻¹)	FB (g kg ⁻¹)	CZ (g kg ⁻¹)
	(URS Taura+ URS Tarimba)				
0	262 c	420 b	108 c	125 a	35,6 a
60	717 b	415 b	109 c	124 a	31,3 b
120	835 a	417 b	112 b	125 a	30,0 c
180	727 b	428 a	119 a	119 b	30,1 c

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical, não diferem entre si na probabilidade de 5% de erro pelo teste de Scott & Knott. Produtividade de grãos (PG); Amido (AM); Proteína Bruta (PB); Fibra Bruta (FB); Cinzas (CZ).

Na Tabela 3, do resumo da análise de variância de regressão e parâmetros foi obtida a máxima eficiência técnica (MET) através do modelo matemático:

$$MET = -\frac{b_1}{2b_2}$$

O qual resultou na dose ajustada de nitrogênio de 159 kg ha⁻¹, com uma previsibilidade de produtividade de grãos de aproximadamente 1030 kg ha⁻¹.

Para obtenção da máxima eficiência econômica (MEE) foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$MEE = \frac{\left(\frac{t}{w}\right) - b_1}{2b_2}$$

Sendo t o valor do insumo (ureia) e w o valor do produto (aveia branca), que neste período correspondia o custo de R\$1,33 ao quilograma de ureia e R\$0,90 o valor pago ao produtor pelo quilograma de aveia branca. Resultando em uma dose ajustada de 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio, para uma expectativa de produtividade de grãos de 1012 kg ha⁻¹. Portanto, através da máxima eficiência econômica é possível observar uma diminuição insignificante na produtividade de grãos em relação à dose ajustada pela máxima eficiência técnica. A variável amido (AM) não apresentou equações significativas e nas variáveis proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e cinza (CZ) apenas equações lineares se mostraram significativas.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Tabela 3. Resumo da análise de variância de regressão e parâmetros da equação na estimativa da máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) das doses de nitrogênio sobre a produtividade e qualidade química de grãos de aveia na sucessão com milho.

Variável y	QM _y	Equação $y = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$	P (bix ^{ns})	R ²	N _{MET} (kg ha ⁻¹)	Y _{MET}	N _{MEE} (kg ha ⁻¹)	Y _{MEE}
PG	L*	408+2,5x	*	60	-	-	-	-
(Kg ha ⁻¹)	Q*	267+9,57x-0,03x ²	*	98	159	1030	135	1012
AM	L ^{ns}							
(g kg ⁻¹)	Q ^{ns}							
PB	L*	106+0,06x	*	88				
(g kg ⁻¹)	Q ^{ns}							
FB	L*	126-0,03x	*	74				
(g kg ⁻¹)	Q ^{ns}							
CZ	L*	34,4-0,03x	*	76				
(g kg ⁻¹)	Q ^{ns}							

*Significância do parâmetro de inclinação a 0,05 de probabilidade de erro pelo teste t; ns - Não significativo a 0,05 de probabilidade de erro; Produtividade de grãos (PG); Amido (AM); Proteína Bruta (PB); Fibra Bruta (FB); Cinzas (CZ); L - Equação linear; Q - Equação quadrática; R² - Coeficiente de determinação; P (bix^{ns}) - Parâmetro de inclinação da reta; N_{MET}- Dose de nitrogênio pela máxima eficiência técnica; Y_{MET}- Valor estimado pela máxima eficiência técnica; N_{MEE}- Dose de nitrogênio pela máxima eficiência econômica; Y_{MEE}- Valor estimado pela máxima eficiência econômica.

CONCLUSÃO

As doses de máxima eficiência técnica e econômica indicaram-se ajustadas em 159 e 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio à produtividade de grãos, respectivamente. No entanto, a expectativa desejada de produtividade foi insignificante, considerando o elevado custo do insumo e o retorno obtido neste ano de cultivo. Portanto, a dose de 60 kg ha⁻¹ se mostrou mais indicada na expressão da produtividade de grãos. Os componentes de qualidade química de grãos de aveia foram alterados pelo uso de nitrogênio no sistema de sucessão milho/aveia. O conteúdo de fibra bruta e a cinza evidenciaram comportamento linear decrescente significativo, enquanto que a proteína bruta evidenciou comportamento linear crescente significativo, mostrando incremento pelo aumento do nitrogênio.

Palavras-chave: Avena sativa, regressão, simulação, otimização.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq, FAPERGS e à UNIJUÍ, pelo aporte dos recursos destinados ao desenvolvimento deste estudo e pelas bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica, de Pós-graduação e de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benin, G.; Bornhofen, E.; Beche, E.; Pagliosa, E. S.; Silva, C. L. S.; Pinnow, C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.34, p.275-283. 2012.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Crestani, M. de Carvalho, F. I. F.; De Oliveira, A. C.; Da Silva, J. A. G.; Luiz Carlos Gutkoski, L. C.; Sartori, J. F.; Barbieri, R. L.; Baretta, D. Conteúdo de α -glucana em cultivares de aveia-branca cultivadas em diferentes ambientes. Pesquisa agropecuária brasileira, v.45, n.3, p.261-268, 2010.

Cruz, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum Agronomy, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

Flores, R. A. et al. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, p.1282-1288, 2012.

Hawerth, M. C.; Silva, J. A. G. da; Souza, C. A.; Oliveira, A. C. de; Luche, H. de S.; Zimmer, C. M.; Hawerth, F. J.; Schiavo, J.; Sponchiado, J. C. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.50, n.2, p.115-125, 2015.

Hawerth, M. C.; Carvalho, F. I. F.; Oliveira, A. C.; Silva, J. A. G.; Gutkoski, L. C.; Sartori, J. F.; Woyann, L. G.; Barbieri, R. L.; Hawerth, F. J. Adaptability and stability of white oat cultivars as to chemical composition of the caryopsis. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, p.42-50, 2013.

Kaspary, T. E.; Lamego, F. P.; Bellé, C.; Kulczynski, S. M.; Pittol, D. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia-branca. Planta Daninha, v. 33, n. 4, p. 739-750, 2015.

Mantai, R. D.; Silva, J. A. G. da; Arenhardt, E. G.; Heck, T. G.; Sausen, A. T. Z. R.; Krüger, C. A. M. B.; Cardoso, A. M.; Goi Neto, C. J.; Krysczun, D. K. The effect of nitrogen dose on the yield indicators of oats. African Journal of Agricultural Research, v. 10, p.3773-3781, 2015.

Mantai, R. D.; Silva, J. A. G. da; Arenhardt, E. G.; Sausen, A. T. Z. R.; Binello, M. O.; Bianchi, V.; Silva, D. R. da; Bandeira, L. M. The dynamics of relation oat panicle with grain yield by nitrogen. American Journal of Plant Sciences, v.7, p.17-27, 2016.

Silva, J. A. G. da; Arenhardt, E. G.; Krüger, C. A. M. B.; Lucchese, O. A.; Metz, M.; Marolli, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, no.1, p.27-33, 2015.