

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA AVEIA NO BRASIL VIA COMPONENTES DA INFLORESCÊNCIA¹

Rubia Diana Mantai², Osmar Bruneslau Scremin³, Angela Teresinha Woschinski De Mammann⁴, Ari Higino Scremin⁵, José Antonio Gonzalez Da Silva⁶.

¹ Parte dos resultados do projeto de pesquisa desenvolvido pelo DEAg/UNIJUI

² Doutoranda em Modelagem Matemática/UNIJUI, rdmantai@yahoo.com.br

³ Mestrando em Modelagem Matemática/UNIJUI, osmarscremin@hotmail.com

⁴ Mestranda em Modelagem Matemática/UNIJUI, angelademammann@hotmail.com

⁵ Mestrando em Modelagem Matemática/UNIJUI, ahscremin@hotmail.com

⁶ Professor Orientador do DEAg/UNIJUI, jagsfaem@yahoo.com.br

Introdução

A aveia branca representa uma excelente alternativa de diversificação e contribuição para a efetividade econômica do sistema produtivo tendo uma ampla aptidão agrícola (HAWERROTH et al., 2014), fato este explica a ascensão na ocupação da área de cultivo nos últimos anos a qual vem crescendo devido ao aumento do consumo humano de derivados de seus grãos, ricos em proteínas de qualidade e fibras solúveis. O rendimento de grãos (RG) na cultura da aveia branca é sensivelmente incrementado com a maior disponibilidade de nitrogênio (N), o qual promove efeitos que modificam a expressão dos caracteres de produção (HAWERROTH et al., 2014). A utilização adequada deste fertilizante pode elevar a qualidade e produtividade de grãos, porém, o uso em excesso aumenta os índices de acamamento, reduzindo a produção (HAWERROTH et al., 2014), além de causar poluição ambiental (MANTAI, et al., 2015). O RG é um caráter complexo, cuja magnitude resulta da expressão e interação entre os diferentes componentes que o compõem, sejam eles diretos ou indiretos, que, interagindo entre si e com o ambiente, possibilitam a expressão do potencial genético da cultivar (CARVALHO & PISSAIA, 2002). Para Dalchiavon et al. (2012) a produtividade dos cereais é influenciada pelos componentes; número de panícula, massa da panícula, número de espiguetas por panícula e a massa de mil grãos. Também Battisti, et al. (2010), afirmam existirem modificações nos caracteres componentes de panícula ligados ao rendimento de grãos, sugerindo serem testadas pela técnica StepWise. Junges & Fontana (2011), utilizaram regressão linear múltipla no emprego de variáveis agrometeorológicas para estimativa de rendimento de grãos de trigo e confirmaram a obtenção de resultados satisfatórios. A utilização da regressão múltipla exige o emprego de variáveis que estejam correlacionadas com a variável dependente, condição determinada pelo pesquisador ou através de modelos matemáticos que testam e selecionam as variáveis que melhor respondem à elaboração do modelo de regressão múltipla. Dessa forma, o objetivo do estudo foi estimar produção de grãos de aveia branca ligando o uso de adubação nitrogenada com os caracteres que compõem a inflorescência da espécie, buscando otimizar a eficiência de produção da cultura.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do IRDeR (Instituto Regional de Desenvolvimento Rural), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUI, no município de Augusto Pestana – RS. Na área é realizado o sistema de plantio direto sendo a soja o precedente cultural. A semeadura foi realizada na primeira quinzena de junho de 2011 e 2012 com semeadora adubadora. Cada parcela foi constituída de 5 linhas com 5 m de comprimento cada, e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a uma unidade experimental de 5m². A densidade populacional utilizada foi de 300 sementes viáveis por metro quadrado. Foram analisados, tanto a campo como em laboratório, os seguintes caracteres: Rendimento de grãos (RG, kg ha⁻¹); Comprimento da panícula (CP, cm); Massa de grãos da panícula (MGP, g); Massa da panícula (MP, g); Número de espiguetas por panícula (NEP, contagem); Número de grãos da panícula (NGP, contagem) e Índice de colheita da panícula (ICP) determinado pela divisão da MGP pela MP, buscando dimensionar a eficiência de partição de energia direcionada aos grãos e palha da inflorescência. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) da equação de regressão e seus parâmetros para a dose ideal de nitrogênio em aveia branca estimando o rendimento de grãos. Utilizamos a regressão via StepWise a fim de identificar as variáveis potenciais para o modelo de regressão múltipla. Este procedimento constrói iterativamente uma sequência de modelos de regressão pela adição ou remoção de variáveis, usando o regressor que tenha a mais alta correlação com a variável de resposta Y, para a qual a estatística parcial F é dada por

$$F_j = \frac{SQ_R(\beta_j | \beta_1, \beta_0)}{MQ_R(x_j, x_1)} \quad (1)$$

Examina-se o conjunto dos candidatos a regressores, e aquele que tiver maior estatística parcial F entra, desde que o valor observado de f exceda f_{entra}. Após selecionar as variáveis potenciais, utilizamo-las para equacionar uma regressão linear múltipla visando estimar o rendimento de grãos em aveia em distintas doses de N-fertilizante. A regressão linear múltipla aplica-se nos casos em que y é uma função linear de duas variáveis ou mais. Neste caso, deseja-se encontrar os valores b₀, b₁, b₂, b₃, ..., b_n, tais que a relação entre eles seja aproximada por uma expressão do tipo, y = b₀ + b₁x₁ + b₂x₂ + ... + b_nx_n. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional GENES.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância da equação de regressão (tabela 1), o ajuste de tendência quadrática se mostrou mais apropriada. Portanto, pela equação x = -b₁/2b₂, foi estimado a dose ideal de N com 70 kg N ha⁻¹, definindo a máxima eficiência técnica (MET), o que permite uma estimativa de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

produção ao redor de 3600 kg ha⁻¹ de produtividade de grãos. Kolchinski & Schuch (2003) encontraram resultados semelhantes, obtendo a máxima produtividade de grãos em aveia branca com até 73 kg N ha⁻¹.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de equação de regressão e seus parâmetros para a dose ideal de nitrogênio em aveia branca com os valores estimados de rendimento de grãos. UNIJUI, 2013.

Fonte de Variação	Quadrado Médio (RG)	Equação RG=b ₀ ±b ₁ x±b ₂ x ²	P (b _i)	R ²	Dose N (MET) (kg ha ⁻¹)	RG _E (Kg ha ⁻¹)
L	747566*	3143+2.43x	ns	0.17		
Q	3575514*	2876+20.84x-0.15x ²	*	0.99	70	3600
Erro	52985	-	-	-		

RG= rendimento de grãos; P (b_i)= parâmetro que mede a significância da reta; R²= coeficiente de determinação; MET= máxima eficiência técnica; RG_E (Kg ha⁻¹)= rendimento de grão estimado; L= equação linear; Q= equação quadrática; * = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pela probabilidade de F ou T; ns= Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 2 está apresentado o quadrado médio do modelo StepWise buscando identificar em cada dose do N variáveis potenciais para a composição de uma equação ajustada na estimativa de produtividade de grãos. Nas doses 0, 30 e 60 kg N ha⁻¹, o ICP mostrou-se qualificado para a composição da equação múltipla. Além disso, a dose mais elevada, além do ICP, também qualificou o NGP como um parâmetro importante a ser incluído no modelo. Inclusive, no modelo geral, que inclui a possibilidade de análise do N sobre o modelo StepWise, seu emprego se mostrou qualificado junto com o ICP para a inclusão neste modelo múltiplo. Na cultura de arroz, o índice de colheita de grãos também foi influenciado significativamente pela interação ano x genótipos, indicando que o IC é um caráter decisivo ao aumento da produtividade de grãos (FAGERIA et al., 2007). Pesquisa realizada por Dalchiavon et al. (2012) através de regressões lineares simples constataram que o número de espiguetas granadas por panícula apresenta a melhor correlação potencial direta com a produtividade do arroz, porém, para a composição do modelo lineares múltiplas, além do número de espiguetas granadas, também o número de espiguetas chochas por panícula e número de espiguetas total se mostraram eficientes na estimativa da produtividade de grãos de arroz.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Tabela 2. Resultado para identificação de variáveis potencias para o modelo de regressão múltipla via *StepWise*. UNIJUI, 2013.

Fonte de Variação	Quadrado Médio / Modelo <i>StepWise</i>				
	0	30	60	120	0-120
Regressão	557125*	759972*	2352557*	588907*	2630021*
MP	ns	ns	ns	ns	ns
MGP	ns	ns	ns	ns	ns
NEP	ns	ns	ns	ns	ns
NGP	ns	ns	ns	509250*	ns
CP	ns	ns	ns	ns	ns
ICP	298524*	1487783*	3694273*	491476*	3568478*
N	-	-	-	-	887438*
Erro	29662	42351	97355	49113	138872
Variáveis selecionadas	Médias observadas				
	0	30	60	120	0-120
NGP	-	-	-	80,28	-
ICP	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75

MP= massa da panicula (g); MGP= massa de grãos da panicula (g); NEP= número de espiguetas da panicula (contagem); NGP= número de grãos da panicula (contagem); CP= comprimento da panicula (cm); ICP= índice de colheita da panicula (MGP/MP); * = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; ns= Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 3, está apresentado as equações múltiplas para cada dose do elemento químico incluindo variáveis que foram definidas pela técnica *StepWise*.

Tabela 3. Equação de regressão linear múltipla para estimativa de rendimento de grãos em aveia com o rendimento de grãos observado em distintas doses de N-fertilizante. UNIJUI, 2013.

Variável RG / Dose N	Equação $RG=f_1(x_1, x_2, \dots)$	RG		IC
		E	O	LI - LS
RG 0	$RG = 1320 + 2031,8ICP$	2864	2873	2691 - 3032
RG 30	$RG = 1525 + 2454,3ICP$	3366	3377	3163 - 3564
RG 60	$RG = 298 + 4370,2ICP$	3576	3587	3224 - 3906
RG 120	$RG = 3245 + 1429,9ICP - 13,4NGP$	3242	3245	3018 - 3446
RG 0 - 120	$RG = 1075 + 2719,7ICP + 2,7N$	3304	3270	3135 - 3397

RG = rendimento de grãos (g); ICP= índice de colheita da panicula (MGP/MP); NGP= número de grãos por panicula (contagem); MP= massa da panicula (g); NEP= número de espiguetas da panicula (contagem); N= dose de nitrogênio (kg ha⁻¹); RG E= rendimento de grãos estimado; RG O= rendimento de grãos observado; IC LI= limite inferior do intervalo de confiança; IC LS= limite superior do intervalo de confiança.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa

Destaca-se que em todas as condições, o RG estimado foi muito próximo daquele observado nas condições de cultivo (Tabela 3). Além disso, na tabela 2, a ligação de variáveis independentes ligadas a planta e o N, foram responsivos em qualificar as equações propostas para a previsibilidade de safras, inclusive, num intervalo variando de 0 até 120 kg N ha⁻¹. Estas observações reforçam do emprego da equação linear múltipla, pois permitem compor no modelo componentes que são decisivos, trazendo maior confiabilidade na previsão de produção.

Conclusão

Os modelos de regressão linear múltipla qualificam a estimativa da produção de grãos, principalmente, quando incluído no modelo a dose do N-fertilizante e ao menos uma ou mais variáveis da panícula. Portanto, em condição com baixa relação C/N o índice de colheita da panícula se mostra eficiente para inclusão no modelo múltiplo, e em doses de N mais elevadas, sugere também a inclusão do número de grãos da panícula.

Palavras-chave: Avena sativa L.; rendimento de grãos; panícula; regressão múltipla.

Referências bibliográficas

- BATTISTI, G. K. ; BANDEIRA, T. P. ; BOFF, J. T. ; CAPPELLARI, G. J. ; VIEIRA, R. ; WENTZ, R. ; MAIXNER, A. R. ; GARCIA, D. C. ; SILVA, J.A.G. da . Expressão de caracteres do rendimento industrial do ensaio regional de linhagens de aveia. XXX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia/RCBPA, 2010. v. 1. p. 6-9.
- CARVALHO, D.B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha. Scientia Agraria, Curitiba,v. 3, n.3, p. 41-45, 2002.
- DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M. de P. e; COLETTI, A.J.; CAIONE, G. SILVA, A. F. da; ANDREOTTI, M.;Correlação linear entre componentes da produção e produtividade. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 2002, Passo Fundo.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. Yield physiology of dry bean. Journal of Plant Nutrition, v.31, p.983-1004, 2008.
- HAWERROTH, M. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. A. G. da; CARVALHO, F. I. F de; OLIVEIRA, A. C. de. Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos. Documentos 376. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS, 2014.
- JUNGES, A.H.; FONTANA, D.C. Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de grãos de rigo no Rio Grande do Sul. Revista Ceres, vol. 58, Viçosa, 2011.
- KOLCHINSKI , E. M., SCHUCH, L. O. B. Eficiência No Uso Do Nitrogênio Por Cultivares De Aveia Branca De Acordo Com A Adubação Nitrogenada. Rev. Bras. de Ciência do Solo, 2003.
- MANTAI, R.D.; SILVA, J. A. G. da; SAUSEN, A. T. Z. R.; COSTA, J. S. P.; FERNANDES, S. B. V.; UBESSI, C. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.4, 2015.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XX Jornada de Pesquisa