



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

MODELOS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE COMO PROPOSTA NA DEFINIÇÃO DA ÉPOCA MAIS AJUSTADA DE APLICAÇÃO DE NITROGENIO FERTILIZANTE EM TRIGO¹

**Juliane Sbaraine Pereira Costa², Rúbia Diana Mantai³, Paulo Sérgio Sausen⁴, Emílio Ghisleni Arenhardt⁵,
Darciane Inês Mombach Kremer⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷.**

¹ Projeto de Pesquisa desenvolvido pelo DEAg e Programa de Pós-graduação em Modelagem Matemática/UNIJUI.

² Mestranda em Modelagem Matemática, UNIJUI

³ Mestranda em Modelagem Matemática, UNIJUI

⁴ Professor do mestrado em Modelagem Matemática, UNIJUI

⁵ Bolsista de Iniciação Científica do DEAg/UNIJUI

⁶ Mestranda em Modelagem Matemática, UNIJUI

⁷ Professor do mestrado em Modelagem Matemática, UNIJUI

Resumo: O *Triticum aestivum* L. é cultivado mundialmente, dada sua importância comercial e qualidade em relação ao teor de proteínas. Para que o trigo possa completar processos biológicos que determinarão seu crescimento e reprodução, é necessário que o Nitrogênio seja suprido através de fertilizantes. O objetivo deste estudo foi elucidar as relações entre os sistemas de cultivo com a época de aplicação do N, através de modelos de adaptabilidade e estabilidade. O estudo foi realizado no IRDeR, com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições em cada sistema de cultivo, em um modelo fatorial simples 4x4, sendo quatro anos de cultivo (2008; 2009; 2010; 2011) e quatro épocas de aplicação N, em dias após a emergência (0, 10, 30, e 60). O genótipo utilizado foi a cultivar Guamirim. As épocas de aplicação de N evidenciaram mudança com base no resíduo vegetal. As épocas 10 e 30 DAE evidenciaram a maior adaptabilidade e estabilidade visando inferências à região noroeste do RS.

Palavras-Chave: *Triticum aestivum* L; Adubação nitrogenada; Ambientes de cultivo; Épocas de adubação.

Introdução

O trigo é um dos principais cereais produzidos mundialmente, principalmente pela grande demanda de seus derivados, sendo cultivado em larga escala e em vários países do mundo (ORTOLAN, 2004). A espécie *Triticum aestivum* L é a de maior importância comercial entre o trigo pela produtividade e alta qualidade em relação ao teor de glúten e proteínas. Estas características fazem do trigo um alimento básico para cerca de 30% da população mundial (SEAGRI, 2009).

O incremento de produtividade está relacionado com o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, com maior tolerância a fatores bióticos e abióticos, eficientes fisiologicamente no aproveitamento de luz e nutrientes (SCHMIDT, et al., 2009). Desta forma, as características genéticas das cultivares,





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

condições climáticas e técnicas de cultivo podem diferenciar o crescimento e desenvolvimento da planta, bem como, a composição e qualidade dos grãos (SANGOI, et al., 2007). O nitrogênio (N) é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave na constituição de importantes biomoléculas, como ATP, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER, 1994). Segundo MALAVOLTA (2006) o N é o maior responsável pelo crescimento vegetal, refletindo no aumento da área foliar e, conseqüentemente, no aumento da massa por planta.

Por ser da família das Poaceas, o trigo não tem como característica a fixação biológica de nitrogênio, necessitando assim, que esse nutriente seja suprido através de fertilizantes para completar seus processos biológicos que determinarão o crescimento e reprodução da planta (RAVEN et al., 2001). Já, o comportamento relativo dos genótipos depende, fundamentalmente, das condições ambientais a que estão submetidos, onde a adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos em aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, e a estabilidade diz respeito à capacidade de os genótipos mostrarem comportamentos altamente previsíveis em razão do estímulo do ambiente (CRUZ e CARNEIRO, 2003). BIUDES et al. (2008), sugerem o estudo da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos visando identificar aqueles com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas, possibilitando, desta forma maior êxito na seleção de genótipos superiores que evidenciem ampla adaptação aos ambientes de cultivo, vinculado a previsibilidade de seu desempenho para os caracteres de interesse.

O objetivo do estudo foi elucidar as inter-relações existentes entre os sistemas de cultivo com a época de aplicação do N, dando subsídios na identificação do melhor momento de aplicação envolvendo vários anos de estudo, e por meio de modelos de adaptabilidade e estabilidade na contribuição as inferências a serem formuladas sobre estas questões.

Metodologia

O experimento foi conduzido em condições de campo no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), localizado no Município de Augusto Pestana – RS, durante anos de cultivo (2008; 2009; 2010; 2011). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições em cada sistema de cultivo (milho/trigo; soja/trigo), seguindo um modelo fatorial simples 4x4, sendo quatro anos de cultivo (2008; 2009; 2010; 2011) e quatro épocas de aplicação da adubação nitrogenada, em dias após a emergência (0, 10, 30, e 60).

A dose de adubação nitrogenada fornecida nas diferentes épocas em cobertura foi definida respeitando as indicações técnicas da cultura do trigo, pelo tipo de precedente cultural, teor de matéria orgânica do solo e da expectativa de rendimento, considerando neste estudo uma estimativa de 3000 kg ha⁻¹ de rendimento de grãos. O genótipo utilizado foi a cultivar BRS-Guamirim. A variável foco de estudo compreendeu a quantificação do rendimento de grãos nas distintas condições de cultivo, visto representar nesta variável o efeito cumulativo de todos os componentes de produção, atrelada ao melhor ou menor aproveitamento dos estímulos ambientais para maximizar a produção final nesta espécie.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

Foram desenvolvidos modelos que permitiram estimar adaptabilidade e a estabilidade do trigo a partir de procedimentos baseados na ANOVA (modelo de WRICKE, 1965) e baseados em regressão (modelo de EBERHART & RUSSELL, 1966). O modelo de estabilidade pelo (w_i), foi estimada segundo a equação

$$\omega w_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2 \text{ com } (ge)_{ij} = Y_{ij} - Y_i - Y_j - Y,$$

em que

Y_{ij} é a média da época "i" no ambiente "j";

Y_i a média da época "i" em todos os ambientes;

Y_j a média do ambiente "j" para todas as épocas e

$Y = m_i$ é a média geral.

Já o método de Eberhart e Russel baseia-se no modelo de linear

$$Y_{ij} = \beta_{\sigma i} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij},$$

em que

Y_{ij} é a média da época i no ambiente j;

$\beta_{\sigma i}$ equivale à média geral da época i;

β_{1i} corresponde ao coeficiente de regressão linear, cuja estimativa representa a resposta da época i à variação do ambiente j;

I_j é o índice ambiental codificado;

δ_{ij} equivale aos desvios da regressão; e

$\bar{\epsilon}_{ij}$ corresponde ao erro experimental médio.

Resultados e discussão

Os resultados da análise de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica avaliada pelos métodos de WRICKE e EBERHART & RUSSELL, estão apresentados na tabela abaixo. Esta contém a contribuição de cada época nas diferentes condições de cultivo para a interação época versus ano. Assim, pelo método de ecovalência (Wricke), quanto menores os valores de W_i %, mais estáveis serão as épocas. Então, sobre o resíduo de milho, a estabilidade a partir da ecovalência permitiu evidenciar que o momento de aplicação de nitrogênio aos 10 e aos 30 DAE mostraram maior estabilidade, pois indicaram as menores porcentagens de ecovalência, com 5,0 e 8,5% respectivamente.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

Aliado a isso, se destaca que na condição de 30 dias após a emergência houve concomitantemente a maior média de produção de grãos. Já pelo modelo de Eberhart & Russell (1966) a partir da regressão, ficou constatado que aos 10 DAE permitiu uma adaptabilidade ampla a região de Augusto Pestana – RS e com estabilidade. Logo, aos 30 DAE a adaptabilidade se mostrou específica e ajustada para ambientes favoráveis. Destaca-se que por este método, todas as condições sobre o resíduo de milho mostraram estabilidade, e que a época mais tardia de aplicação de N-fertilizante apenas parece recomendada para ambientes estritamente favoráveis. Diversos métodos são propostos para estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, apesar de todos serem fundamentados na interação Genótipo x Ambiente. Basicamente, esses métodos diferenciam-se quanto aos parâmetros utilizados, na definição de adaptabilidade e estabilidade ou na análise estatística. O método de Wricke (1965), com base em análise de variância, está associado à maior estabilidade, porém independem da produtividade média e da adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis (CARGNELUTTI-FILHO et al., 2007).

O método proposto por Eberhart e Russel considera simultaneamente a produtividade, estabilidade e a adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis, e dessa forma deve ser o preferido dentre os demais métodos (CARGNELUTTI-FILHO et al., 2007). Na análise sobre cultivo de soja (Tabela 1), a estabilidade via ecovalência destacou as épocas 0 e 60 DAE como as mais estáveis. Por outro lado, pelo modelo de regressão todas as condições (épocas) se mostraram de ampla adaptação e, com exceção da aplicação realizada aos 30 DAE, as demais épocas demonstraram ter estabilidade. De tal modo, sugerindo que a elevada média obtida tanto a 10 como aos 60 dias após a emergência proporcionaram simultaneamente elevada média de produção com adaptação ampla e estabilidade.

Na análise geral, envolvendo de forma conjunta os resíduos de soja e milho, a maior estabilidade pelo método de Wricke nas condições de adubação aos 10 e 30 DAE confirmam a maior estabilidade nestas condições, aliado a adaptação ampla e estabilidade pelo método de regressão, com valores elevados de produção. Todas estas informações sugerem que independentemente do ambiente de soja ou milho, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica pelos efeitos das diferenças entre os anos de cultivo, se mostram de maior previsibilidade de aplicação do N-fertilizante aos 10 e aos 30 DAE. Aliado, que na condição sobre resteva de soja, o fornecimento de nitrogênio residual junto ao N-fertilizante proporcionou uma adaptação ampla em todas as condições analisadas, submetendo indicação a serem as épocas de aplicação nitrogenada mais ajustada para a região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.



Para uma vida de CONQUISTAS

SALÃO DO CONHECIMENTO

XX Seminário de Iniciação Científica II Mostra de Iniciação Científica Júnior
XVII Jornada de Pesquisa II Seminário de Inovação e Tecnologia
XIII Jornada de Extensão

2012



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica da produtividade de grãos, pelos efeitos de épocas de adubação nitrogenada nos sistemas de sucessão para a cultura do trigo em diferentes anos de estudo, segundo metodologias de Wricke (1965) e Eberhart & Russell (1966). IRDeR/DEAg/UNIJUI, 2012.

Condição/ Época	Média kg ha ⁻¹	Ecovalência		Regressão		
		Wi	Wi (%)	β_{1i}	S ² _{di}	R ² (%)
Milho/ 0 DAE	1587,6	2075079,1	53,3	0,56 [*]	1767,7 ^{ns}	44,2
Milho/ 10 DAE	2233,6	197904,2	5,0	0,87 ^{ns}	9170,7 ^{ns}	93,3
Milho/ 30 DAE	2580,7	333655,8	8,5	1,30 [*]	-773,6 ^{ns}	98,4
Milho/ 60 DAE	2541,6	1293254,5	33,2	1,65 [*]	-718,9 ^{ns}	99,0
Média	2235,9	3899893,7	-	1,09	3107,7	83,7
Soja/ 0 DAE	2171,5	132556,6	13,2	0,90 ^{ns}	-12538,7 ^{ns}	99,8
Soja/ 10 DAE	2638,4	312704,8	30,9	1,02 ^{ns}	23843,3 ^{ns}	97,5
Soja/ 30 DAE	3013,1	389679,7	38,6	1,00 ^{ns}	34180,7 [*]	96,8
Soja/ 60 DAE	2808,8	175121,7	17,3	1,07 ^{ns}	-283,5 ^{ns}	99,2
Média	2657,9	1010062,9	-	0,99	17711,6	98,3
Geral/ 0 DAE	1879,5	2417195,2	45,5	0,81	64592,3	84,9
Geral/ 10 DAE	2436,0	513000,3	9,7	0,99 ^{ns}	8590,7 ^{ns}	96,8
Geral/ 30 DAE	2796,9	724178,8	13,6	1,05 ^{ns}	15105,3 ^{ns}	96,4
Geral/ 60 DAE	2675,2	1660146,2	31,2	1,14 [*]	43993,9 [*]	93,7

Ecovalência (Wi)= WRICKE; Regressão= EBERHART & RUSSEL; *significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns= não significativa a 5% de erro pelo teste F; β_{1i} = coeficiente da regressão; S²_{di}= desvio padrão da regressão; R²= coeficiente de determinação; (Ho: $\beta_{1i} = 1,0$) e pelo teste F (Ho: S²_{di} = 0).

Conclusões

Pelo modelo de Wricke e de Eberhart & Russel frente aos anos de cultivo, há uma adaptabilidade geral, com estabilidade e produção de grãos na aplicação de Nfertilizante aos 10 dias após a emergência do trigo sobre resíduo de milho. Por outro lado, sobre a soja, maiores benefícios foram obtidos frente a esses parâmetros na aplicação aos 60 dias após a emergência. Na análise geral, independente dos sistemas de cultivo, as épocas de 10 e 30 dias após a emergência evidenciaram a maior estabilidade e ampla adaptação.



Para uma vida de CONQUISTAS



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XVII Jornada de Pesquisa

Agradecimentos

Ao CNPq, FAPERGS e UNIJUI pelo aporte dos recursos destinados ao desenvolvimento deste estudo e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Apoio Técnico, de Pós-graduação e de produtividade em pesquisa.

Referências Bibliográficas

- BIUDES et al. Trigo duro: adaptabilidade e estabilidade em ambientes distintos do Estado de São Paulo. R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.14, ,p.38-45, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto; PERECIN, Dilermando; MALHEIROS, Euclides Braga and GUADAGNIN, José Paulo. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. Bragantia. 2007, vol.66, n.4, pp. 571-578.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: intenção de plantio segundo levantamento, fevereiro 2011/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 julho de 2012.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J. et. al. Physiology and determination of crop yield . American Society of Agronomy, 1994. Cap.11A, p.285-302.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- ORTOLAN, F. Genótipos de trigo do Paraná – safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração da cor de farinha. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, 906p.
- SANGOI, L. ; BERNS, A.C; ALMEIDA, M.L.; ZANIN, C. G.; SHWEITZER, C. Características agronômicas de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. Ciência Rural, v. 37, p. 1564-1570, 2007.
- SCHMIDT, Douglas André Mallmann et al. Variabilidade genética em trigos brasileiros a partir de caracteres componentes da qualidade industrial e produção de grãos. Bragantia [online]. 2009, vol.68, n.1, pp. 43-52.
- SEAGRI 2009. <<http://www.seagri.be.gov.br/trigo>>. Acesso em 08/08/12.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Berlin, v.52, p.127-138, 1965.