

MODELOS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE COMO SUBSÍDIOS NA ANÁLISE DA EXPRESSÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS NAS CONDIÇÕES QUE ENVOLVEM OS SISTEMAS DE CULTIVO COM INTERFACE AO MOMENTO DE APLICAÇÃO DE N-FERTILIZANTE EM TRIGO

ARENHARDT, Emilio Ghisleni¹; PINTO, Fernando Bilibio¹; GEWEHR, Ewerton¹; UBESSI, Cassiane¹; SILVA, José Antonio Gonzalez da²

¹Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Estudos Agrários/UNIJUÍ. ²Professor Orientador DEAg/UNIJUÍ. emilio.arenhardt@unijui.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O trigo fornece cerca de 20% das calorias provenientes dos alimentos consumidos pelo homem. Seu grande trunfo é possuir um tipo de proteína com certa elasticidade, chamada glúten, não encontrada em outros grãos. Assim, por ser da família das Poaceas, não tem como característica a fixação biológica de nitrogênio, necessitando assim, que esse nutriente seja suprido através de fertilizantes. Desta forma, a adubação nitrogenada se insere como um fator importante, pois esse nutriente é crucial para o desenvolvimento e metabolismo das plantas de trigo. Sangoi et al., (2007) relatam que a aplicação de nitrogênio no momento adequado pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio pelo trigo, incrementando o número de grãos por espiga e o número de espigas por área. A disponibilidade dos nutrientes no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos culturais, principalmente no sistema plantio direto, onde os mesmos permanecem na superfície do solo. O N no solo proveniente da adubação nitrogenada é influenciado, além da relação C/N, por outros fatores, como o tipo de solo e a precipitação pluviométrica, que variam conforme o ano e o local (DAL ROS et.al. 2003). Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos de genótipos e de ambientes, um efeito adicional, proporcionado pela interação dos mesmos, denominada interação genótipos x ambientes (GxA) (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Assim, o presente estudo busca elucidar as inter-relações existentes entre os sistemas de cultivo com a época de aplicação nitrogenada em trigo através de modelos matemáticos de adaptabilidade e de estabilidade de modo a contribuir nas inferências a serem formuladas sobre estas questões, visando inferências as condições regionais do noroeste do Rio Grande do Sul.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do IRDeR (Instituto Regional de Desenvolvimento Rural) pertencente ao DEAg (Departamento de Estudos Agrários) da UNIJUÍ. O solo da unidade experimental se caracteriza por ser um Latossolo Vermelho distroférrico típico e o clima da região se enquadra na descrição de Cfa (subtropical úmido), com ocorrência de verões quentes e sem ocorrência de estiagens prolongadas (KUINCHTNER, 2001). O delineamento experimental 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 cobertura, que foram: 0, 10, 30, e 60 dias após a emergência (DAE). 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. Desta forma, sobre o ambiente de milho e soja foi aplicada a dose de 200 e 134 kg de uréia ha⁻¹, respectivamente. O tamanho das parcelas foi de 5m². A cultivar utilizada no estudo foi a BRS GUAMIRIM e a variável mensurada foi o rendimento de grãos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detecção dos efeitos de anos e momento de aplicação de nitrogênio sobre a expressão do rendimento de grãos. A partir disso, foram desenvolvidos modelos que permitiram estimar a 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), utilizando o programa estatístico GENES.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Análise de Variância (tabela 1), diferenças estatísticas no rendimento de grãos (RG) frente às distintas épocas de aplicação de N-fertilizante e entre os anos de estudo foram identificadas, independente das condições de cultivo estudadas (cobertura de solo com resíduo de milho e soja).

Tabela 1. Resumo da análise de variância nas diferentes épocas de aplicação de nitrogênio e anos de cultivo de trigo em distintos sistemas de produção. IRDeR/DEAg/UNIJUÍ, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio/ RG em kg ha ⁻¹	
		Resíduo Milho	Resíduo Soja
Bloco	3	43558,84	105077,59
Época (E)	3	3374337,83 *	2058141,53*
Ano (A)	3	3783418,72 *	15555800,26*
E x A	9	433321,52 *	112229,22*
Erro	45	41745,51	57978,96
Total	63		
Média Geral		2236	2658
CV (%)		9,14	9,06

*= significativo em 5% de probabilidade de erro; GL= graus de liberdade; RG= rendimento de grãos; CV= coeficiente de variação.

Além disto, houve interação entre as épocas (E) de aplicação de N em cobertura e os anos (A) de cultivo. Outro fator a ser destacado é que a fonte de variação Ano (A) evidenciou valores de quadrado médio (QM) superior ao efeito das épocas, principalmente sobre o resíduo de soja, sugerindo da forte contribuição deste fator para alteração de expressão do RG. Na Tabela 2, estão os resultados da análise de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica avaliada pelos métodos de WRICKE e EBERHART & RUSSELL. 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. 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 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.

Tabela 2. 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/UNIJUÍ, 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).

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 2), 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.

4 CONCLUSÃO

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 N-fertilizante 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.

5 REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 27:601-612, 2003.
- 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.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.
- DAL ROS, C. O.; SALET, R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- KUINCHTNER, Angélica; BURIOL, Adeli Galileo. Clima do estado do rio grande do sul segundo a classificação climática de köppen e thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Exatas, S. Maria, v.2, n.1, p.171-182, 2001.
- SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M.L.; ZANIN, C.G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1564-1570, 2007.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung**, Berlin, v.52, p.127-138, 1965.