

CONTRIBUIÇÃO DA RESISTÊNCIA GENÉTICA E FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NA REDUÇÃO DE DANOS CAUSADOS PELO MOSAICO-COMUM DO TRIGO

Lucas Antonio Stempkowski¹, Fernando Sartori Pereira², Douglas Lau³, Osmar Rodrigues³, Edson Roberto Costenaro³, Paulo Kuhnem⁴, Fábio Nascimento da Silva⁵ e Ricardo Trezzi Casa⁵

¹Bolsista Doutorado CNPq, Programa de pós-graduação Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Bolsista Doutorado Capes, Programa de pós-graduação Universidade Estado de Santa Catarina, Lages, SC. ³Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS. ⁴Biotrigo Genética LTDA, Passo Fundo, RS. ⁵Universidade Estado de Santa Catarina, Lages, SC E-mail: lucas.stempkowski@ufv.br

A nutrição é essencial para o desenvolvimento e produtividade das plantas cultivadas. Na cultura do trigo, o nitrogênio (N) é o elemento requerido em maior quantidade, com forte efeito sobre a produtividade de grãos (PG) (RODRIGUES et al., 2007). O N também afeta o desenvolvimento de doenças, alterando a suscetibilidade/resistência a patógenos. Esta relação tem sido estudada principalmente em doenças fúngicas e, pouco é conhecido sobre os efeitos do N em viroses em trigo.

Relatado no Brasil nos anos 1970 (CAETANO et al., 1978), o mosaico-comum do trigo é uma virose causada pelo wheat stripe mosaic virus (WhSMV, família *Benyviridae*) (VALENTE et al., 2019). A transmissão do vírus ocorre pelo plasmodioforomiceto habitante de solo *Polymyxa graminis* Ledingham (VALENTE et al., 2019), e a incidência da doença varia em função da favorabilidade das condições ambientais à disseminação do vetor (safras mais chuvosas são mais favoráveis), dos sistemas de cultivo adotados e da resistência genética das cultivares (STEMPKOWSKI et al., 2020). Em materiais suscetíveis, há uma correlação elevada entre a incidência de mosaico-comum e redução da produtividade (STEMPKOWSKI et al., 2020).

Uma suposição comum feita por técnicos e agricultores é que a aplicação de N pode permitir recuperação em plantas infectadas, atenuando os danos. A veracidade dessa suposição e sua relação com a PG ainda não estão demonstrados. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da resistência genética e da adubação nitrogenada na redução dos danos causados pelo mosaico-comum do trigo. Esse estudo foi realizado em quatro anos e em duas épocas de semeadura por ano visando ampliar a possibilidade de cenários de pressão de doença e de potencial de resposta à adubação nitrogenada.

Os experimentos foram conduzidos em área experimental da Embrapa Trigo com histórico de mosaico-comum, durante as safras de 2017, 2018, 2019 e 2020. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais foram alocadas cultivares de trigo (C) e em subparcelas quatro doses de N aplicadas em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg N ha⁻¹). Inicialmente, duas cultivares de trigo foram utilizadas neste trabalho: Embrapa 16, resistente ao mosaico-comum do trigo (BARBOSA et al., 2001), e BRS Guamirim, suscetível (SCHEEREN et al., 2007). Nas safras de 2019 e 2020, a cultivar BRS Reponte, moderadamente suscetível, (PIRES et al., 2021) foi adicionada aos experimentos. A primeira data de semeadura (DS) foi em meados de junho e a segunda em meados de julho. A incidência e severidade da virose foram avaliadas planta a planta, em um metro linear coletado em cada subparcela nos estádios de duplo-anel (DA), espiguetas terminal (ET) e antese (AT). A partir destes dados, foi calculado o índice de doença e estimada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A PG foi estimada em kg ha⁻¹ a partir de uma área de 3,2 m² colhida em cada subparcela. Os efeitos simples dos fatores e suas interações foram analisados utilizando análise de variância de modelo linear misto. Análises de regressão de modelo linear misto foram usadas para modelar a relação entre N e PG.

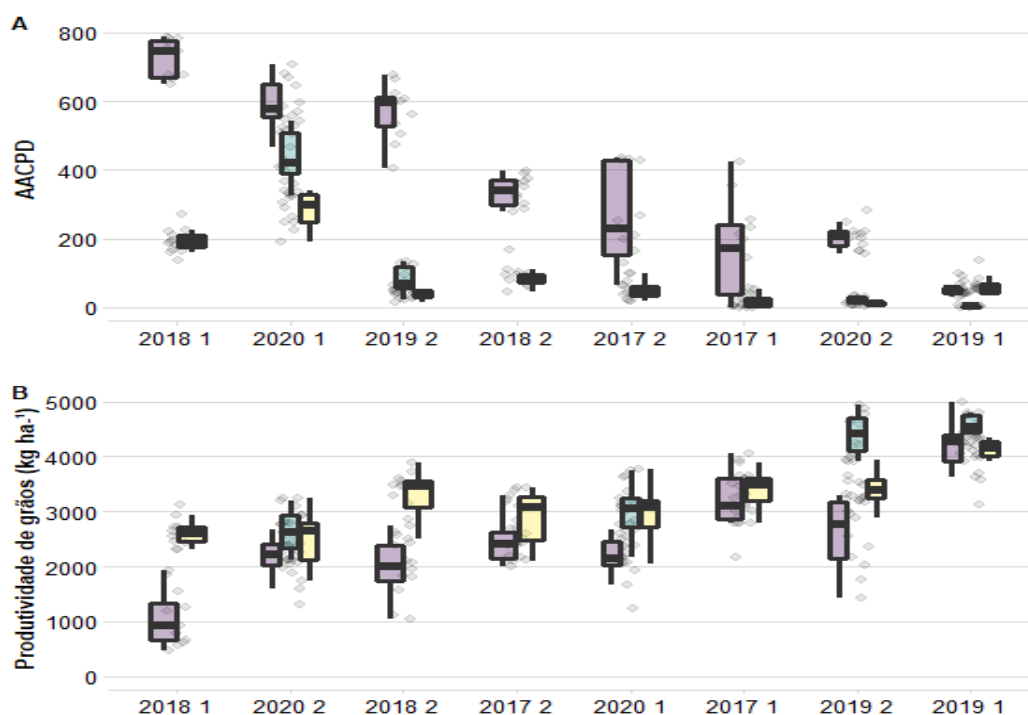
Não houve efeito significativo do N sobre o desenvolvimento da doença (AACPD), entretanto, houve diferenças significativas entre as cultivares e entre as datas de semeadura, assim como efeito significativo da interação entre cultivar e data de semeadura para a AACPD (Tabela 1). Houve significância estatística dos efeitos principais dos fatores, assim como da interação N x DS e C x DS, sobre a PG, indicando a variação da resposta das cultivares ao N entre ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de probabilidade dos efeitos principais e interações dos fatores nitrogênio (N), cultivar (C) e data de semeadura (DS) sobre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e produtividade de grãos (PG) de trigo a partir de análise de variância de modelo linear misto

Fator	AACPD	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Nitrogênio (N)	0,6150	0,0001
Cultivar (C)	0,0001	0,0001
Data de Semeadura (DS)	0,0001	0,0001
N x C	0,1290	0,2997
N x DS	0,1138	0,0001
C x DS	0,0001	0,0001
N x C x DS	0,1090	0,6079

A AACPD média foi maior em DS mais chuvosas e variou entre 40,7 em 2019 1 e 441,9 em 2018 1, com BRS Guamirim apresentando maiores valores médios (Figura 1A). Nestas DS, a PG média em 2019 1, não diferiu entre cultivares, enquanto em 2018 1, houve uma diferença de ~ 1,5 t/ha entre BRS Guamirim e Embrapa 16 (Figura 1B).

Figura 1. Boxplots representando os valores médios da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) ordenado do maior para o menor valor médio (A), e produtividade de grãos de trigo (kg ha^{-1}) ordenado do cenário de menor para maior valor médio (B), para três cultivares de trigo.



O intercepto (0 kg N ha^{-1}) e o coeficiente angular (taxa de aumento de PG por kg N ha^{-1}) dos modelos lineares ajustados variaram com a DS e com a cultivar (Tabela 2). Entre os oito cenários (anos vs DS), BRS Guamirim apresentou resposta significativa ao N em três (2017 1, 2018 2 e 2020 1) com taxa de incremento variando entre 8,34 e 10,85 kg de grãos por kg N ha^{-1} . Embrapa 16 respondeu ao N em quatro dos oito cenários (2017 1, 2017 2, 2018 2 e 2020 1) com taxa de incremento variando entre 5,68 e 11,34 kg de grãos por kg N ha^{-1} . BRS Reponte respondeu em um dos quatro cenários (2020 1) (Tabela 2).

Tabela 2. Interceptos e coeficientes angulares correspondentes para relações entre produtividade de grãos de trigo (kg ha^{-1}) e N para épocas de semeadura em quatro anos, a partir de experimentos de campo

Data de semeadura	BRS Guamirim		BRS Reponte		Embrapa 16	
	Intercepto	Coef. angular ^{a,b}	Intercepto	Coef. angular	Intercepto	Coef. angular
2017 1	2874,69	8,34*			2878,87	9,64*
2017 2	2264,76	3,60ns			2316,92	11,34*
2018 1	1316,16	-5,63ns			2589,97	-1,51ns
2018 2	1475,74	10,85**			2748,81	10,22**
2019 1	3941,36	5,19ns	4646,36	0,81ns	4154,91	-1,02ns
2019 2	2505,98	2,13ns	4536,06	-2,13ns	3632,08	-4,44ns
2020 1	1741,97	9,22**	2839,05	3,26*	2715,86	5,68**
2020 2	2050,03	3,53ns	2358,76	3,97ns	2468,06	1,80ns

^ans: não significativo; ^b* significativo a $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$.

Não houve diferenças significativas entre os coeficientes angulares das cultivares, entretanto, apenas em dois cenários (2017 1 e 2020 2) os interceptos foram equivalentes entre as cultivares. BRS Guamirim apresentou os maiores desvios em relação a Embrapa 16 e BRS Reponte. Houve forte efeito da doença sobre a PG em BRS Guamirim ($R = -0,68$, $p < 0,0001$), sendo esse efeito menor para BRS Reponte ($R = -0,36$, $p < 0,013$) e Embrapa 16 ($R = -0,22$, $p < 0,034$). Comparando BRS Guamirim e Embrapa 16 nos cenários em que as ambas cultivares responderam ao N, seriam necessários 78 kg ha^{-1} para a cultivar suscetível alcançar o intercepto estimado para a cultivar resistente. O ganho médio com a maior dose de N (90 kg ha^{-1}) foi de 720 kg ha^{-1} para BRS Guamirim e $829,4 \text{ kg ha}^{-1}$ em Embrapa 16 (diferença de $109,1 \text{ kg ha}^{-1}$). O dano estimado nos mesmos quatro cenários, foi de $1338,1 \text{ kg ha}^{-1}$ em BRS Guamirim e $330,5 \text{ kg ha}^{-1}$ em Embrapa 16, uma diferença de mais de 1 t ha^{-1} entre cultivares. Considerando o efeito do N e o efeito da doença sobre a PG das cultivares, há um déficit de 617 kg ha^{-1} em BRS Guamirim, indicando que o efeito da doença supera o efeito do N, enquanto o superavit em Embrapa 16, indica a relação inversa (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos lineares ajustados para produtividade em função de dose de N, ganho na maior dose, Dano em função da AACPD, dano na maior AACPD e relação Ganho-Dano

Produtividade	Ganho a 90 kg ha ⁻¹	Dano (kg ha ⁻¹) ^a	Dano (kg ha ⁻¹) na maior AACPD	Ganho-Dano (kg ha ⁻¹)
BRS Guamirim				
PG = 8,00N + 2089,3**	720,28	D = -1,88x + 3081,6	1338,1	-617,8
Embrapa 16				
PG = 9,22N + 2710,6**	829,4	D = -0,96x + 3081,6	330,5	498,9
Dif cultivares	-109,1		1007,6	

**significativo a p<0.01; ^aunidade de AACPD

Conclui-se que em áreas agrícolas com inóculo de WhSMV, a utilização de cultivares moderadamente suscetíveis, como o BRS Reponte ou resistente como Embrapa 16, é a escolha de menor risco. De outra forma, em cenários em que BRS Guamirim respondeu ao N, é possível obter uma reversão parcial dos prejuízos que poderiam ser maiores comparado a PG em parcelas sem N.

REFERÊNCIAS

CAETANO, V. da R.; KITAJIMA, E.W.; COSTA, A.S. Ocorrência e estudos electrono-microscópicos do vírus do mosaico do trigo, transmitido pelo solo, no estado do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF. v.3, n. 1, p. 39-46, 1978.

PIRES, J. L. F.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. de; CAIERAO, E.; GUARIENTI, E. M.; LAU, D.; CUNHA, G. R. da; SANTANA, F. M.; CARAFFA, M.; TOIGO, M. DE C.; SANTOS, H. P. dos; FAE, G. S.; VIEIRA, V. M.; KLEIN, M. A.; RIFFEEL, S. T.; PASINATO, A. Indicações para o manejo da cultivar de trigo BRS Reponte (RS, SC e sul do PR). Passo Fundo: Embrapa Trigo, março 2021. 24 (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 38

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J.C.B; DIDONET, A.D.; MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: Yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 817–825, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600008>

STEMPKOWSKI, L. A.; PEREIRA, F. S.; VALENTE, J. B.; FARIAS, M.; LAU, D.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A.; MAR, T. B.; KUHNEM, P.; CASA, R. T.; BOGO, A.; SILVA, F. N. da Management of wheat stripe mosaic virus by crop rotation. **European Journal of Plant Pathology**, v. 158, n. 2, p. 349–361, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02077-8>

VALENTE, J. B.; PEREIRA, F. S.; STEMPKOWSKI, L. A.; FARIAS, M.; KUHNEM, P.; LAU, D.; FAJARDO, T. V. M.; NHANI JUNIOR, A.; CASA, R. T.; BOGO, A.; SILVA, F.

N. da. A novel putative member of the family Benyviridae is associated with soilborne wheat mosaic disease in Brazil. **Plant Pathology**, v. 68, n. 3, p. 588-600, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ppa.12970>