

INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO MINERAL SOBRE DOENÇAS DA PARTE AÉREA DA CULTURA DO TRIGO

RAFAEL GUSTAVO FERREIRA MORALES¹, IDALMIR DOS SANTOS², ANDERSON GOLÇALVES PINTO³, VANESSA NATALINE TOMAZELI³, ALINE DAS GRAÇAS SOUZA¹, EDUARDO BUCSAN EMRICH¹

RESUMO

A utilização de fungicida para o controle de doenças foliares na cultura do trigo é prática comum entre os tricultores. Contudo, devido ao impacto ambiental provocado pelo seu uso generalizado, buscam-se alternativas para controle desses fitopatógenos. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da nutrição mineral foliar sobre as doenças foliares do trigo, bem como seu efeito sobre o desenvolvimento da planta. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e quatro tratamentos: 1- testemunha; 2- adubação foliar aos 30 DAE e aos 75 DAE; 3- fungicida aos 30 e 75 DAE; e 4- adubação foliar aos 30 DAE e adubação foliar + fungicida aos 75 DAE. Foram realizadas nove avaliações de incidência e severidade de oídio, calculando-se por meio desses a AACPD; e três avaliações semanais da severidade de ferrugem, mancha amarela e mancha da gluma. Foram determinadas ainda as massas de matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular, bem como a produtividade da cultura. A incidência e severidade de oídio e a severidade de ferrugem não foram influenciadas pela adubação foliar. Contudo, a severidade de mancha amarela e da mancha da gluma foi reduzida em função dos nutrientes da adubação foliar. A produtividade e o peso de mil sementes foram incrementados com a adubação foliar.

Palavras-chaves: *Triticum aestivum* L., indução de resistência, adubação foliar.

INTRODUÇÃO

Fatores bióticos e abióticos interferem na produtividade de grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.), limitando o seu cultivo em diversas regiões do mundo. Dentre os fatores bióticos, as doenças são determinantes na redução da produtividade, aumentando consideravelmente o custo de produção devido ao maior uso de insumos. As principais doenças foliares são o oídio [*Blumeria* (Sin. *Erysiphe*) *graminis*], a ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*), a septoriose (*Mycosphaerella graminicola*) e a mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) (BANCAL et al., 2007).

Entre as principais medidas de controle dessas doenças, o uso de cultivares resistentes é a preferencial. No entanto, como não se dispõem de cultivares resistentes a todas as doenças, outras medidas devem ser adotadas, como a rotação de culturas, eliminação de plantas voluntárias e hospedeiras secundárias, tratamento de sementes, aplicação de fungicidas na parte aérea e adubação equilibrada (TRIPATHI & DUBEY, 2004).

A aplicação de fungicidas é a principal maneira de controle das doenças foliares, sendo rotineiramente empregada nas principais regiões agrícolas do mundo. Devido ao impacto ambiental provocado pelo seu uso generalizado e a necessidade de conservação dos recursos naturais, buscam-se alternativas para controle desses fitopatógenos. A indução de resistência por meio da nutrição mineral pode integrar as estratégias de controles desses fitopatógenos, proporcionando a redução de custos e melhoria do ambiente.

Estudos comprovam a redução da patogenicidade devido à adequada nutrição mineral da planta. À redução da severidade do oídio em videira foi associado ao aumento dos níveis de N, P e K (REUVENI et al., 1993), o retardamento do desenvolvimento de míldio na cebola foi associado ao potássio (DEVELASH & SUGHA, 1997), a incidência de cercospora em plantas de café reduziu com o aumento da adubação de K e Ca (GARCIA JUNIOR et al., 2003), a severidade de ferrugem asiática (BALARDIN et al., 2006) e a incidência de *Phomopsis phaseoli* na soja (ITO et al., 1994) reduziram

¹ Doutorando em Fitotecnia, DAG/ UFLA, moralescefet@yahoo.com.br; alinedasgracas@yahoo.com.br; bucsan_emrich@yahoo.com.br;

² Professor adjunto, departamento de agronomia, UTFPR, idalmirsantos45@gmail.com.br

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, anderson.gpinto@hotmail.com; vanetomazeli@hotmail.com

em função da adubação potássica. Na cultura do trigo a aplicação foliar de cloreto de potássio foi associada com a redução de algumas manchas foliares, como a mancha da gluma, septoriose e oídio (COOK et al., 1993).

A adubação foliar é recomendada em casos de desbalanço nutricional e visa o incremento da produção. Porém, a mesma pode interferir diretamente no desenvolvimento de fitopatógenos e esses, por sua vez, interferirem na produtividade da planta. Assim, existe a necessidade de se conhecer até que ponto o balanço nutricional interfere na patogenicidade de alguns fungos e como isso reflete na produtividade. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da nutrição mineral foliar sobre as doenças foliares do trigo, bem como seu efeito sobre o desenvolvimento da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na região sudoeste do Paraná, Brasil, em latitude 26°11'50''S, longitude 52°41'26''W e altitude de 816 m, clima subtropical úmido (Cfa - Koppen), sob um Latossolo Vermelho distrófico, caracterizado como profundo e de textura argilosa. A fertilidade do solo era considerada mediana para os padrões do estado do Paraná, representando a realidade dos triticultores da região.

A semeadura foi realizada em 11 de maio, com a cultivar CD 104, material muito utilizado na região. As parcelas mediam 7 m x 3 m, com espaçamento entre linha de 20 cm, 0,8 cm entre plantas e profundidade de 5 cm. As sementes foram tratadas com Thiram® (210 g de i.a./100 kg de sementes) para controle de fungos da semente. A adubação de base foi realizada conforme a análise de solo, antes da semeadura, com 200 kg ha⁻¹ do formulado NPK 03-23-23, produtividade esperada de 3.000 kg ha⁻¹. Uma adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ do formulado NPK 30-00-10 foi feita em todos os tratamentos no início do perfilhamento, seguindo as recomendações utilizadas no estado do Paraná..

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos que continham nutrientes foram divididos em pacotes (P), conforme recomendações gerais da cultura. Sendo assim, foram determinados dois pacotes de nutrientes: P1= N (7%), P (15%), K (15%), S (5%), B (2%), Cu (1%), Mn (5%), Mo (0,06%) e Zn (3,5%); P2= K (30%), B (2%) e Ca (10%). Esses nutrientes foram aplicados utilizando-se produtos comerciais, próprios para a cultura. Com base nessas concentrações foram realizados os seguintes tratamentos: 1- testemunha (água); 2- P1 (1,5 kg ha⁻¹) 30 dias após a emergência (DAE) e P2 (2,0 kg ha⁻¹) aos 75 DAE (grão leitoso); 3- fungicida Opera® (pyraclostrobin + epoxiconazole) (0,75 L ha⁻¹) 30 e 75 DAE; e 4 - P1 (1,5 kg ha⁻¹) 30 DAE e P2 (2,0 kg ha⁻¹) + fungicida Opera® (0,75 L ha⁻¹) 75 DAE.

Antes da aplicação dos tratamentos foram realizadas as avaliações de incidência e severidade de oídio para confirmar a homogeneidade de ataque da doença (pré-spray). Após a aplicação da primeira parte dos tratamentos, 40 dias após a emergência (DAE), realizaram-se as avaliações semanais de incidência (porcentagem de folhas infectadas em relação ao total) e severidade (porcentagem da área foliar coberta com sintomas) de oídio, conforme escala diagramática descrita por Costamilan (2002). As avaliações foram realizadas em laboratório, com 20 plantas de cada parcela coletadas ao acaso, descartando as folhas senescentes e que não estavam completamente desenvolvidas. As avaliações foram semanais, até a redução acentuada dos sintomas da doença, coincidindo com o início das avaliações das doenças de final de ciclo. Foram realizadas três avaliações semanais de ferrugem, mancha amarela e mancha da gluma, conforme descrito por Saari & Prescott (1975), utilizando-se também 20 plantas por parcela.

A intensidade do oídio também foi avaliada pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com base nos dados de incidência e severidade das nove avaliações, utilizando a fórmula: AACPD = $\sum \left[\frac{(y_1 + y_2)}{2} \right] \cdot (t_2 - t_1)$, em que y é a intensidade da doença e t o intervalo em dias dessas avaliações.

Aos 100 DAE foi determinada a massa de matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular de 10 plantas por parcela. Para massa de matéria seca utilizou-se estufa de secagem a 70 °C, até peso constante das amostras (4 dias).

Devido às análises desse estudo serem destrutivas, foi determinado o estande após a implantação da cultura e antes da análise do rendimento, contando-se o número de plantas em três fileiras centrais de cada parcela. Os valores de produtividade foram ajustados levando em

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

consideração o estande inicial. A produtividade foi determinada nas cinco linhas centrais de cada parcela, descartando-se as laterais por efeito de bordadura, utilizando-se uma colhedora de parcelas Wintersteiger. Após a colheita os grãos passaram pelos processos de secagem, limpeza e pesagem, determinando-se o peso de 1000 sementes na empresa Sementes Guerra.

Os dados de incidência e severidade das doenças, AACPD, massa de matéria fresca e seca da raiz e da parte aérea, rendimento e o peso de mil sementes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação inicial (pré-spray) confirmou que a incidência e a severidade de oídio eram homogêneas antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1). Apesar de haver tendência de redução da incidência e severidade de oídio em função da adubação foliar, essa redução foi significativa apenas na primeira avaliação de incidência; segunda e quinta avaliação de severidade da doença. A principal diferença observada foi nos tratamentos com fungicida e nutrientes + fungicida, com redução da incidência até a quarta avaliação e da severidade até a quinta avaliação. A partir dessa fase a doença ficou homogênea em todo o experimento, voltando a existir diferenças na incidência apenas na oitava avaliação, após a aplicação da segunda parte dos tratamentos. Tanto a redução não significativa proporcionada pelos nutrientes, como à significativa proporcionada pelo fungicida podem ser observadas pela AACPD (Tabela 1). A severidade da ferrugem apresentou comportamento similar ao oídio, ou seja, não houve diferença entre o tratamento com nutrientes e a testemunha. O mesmo foi observado para os dois tratamentos que continham fungicida, que foram superiores aos demais e não diferiram entre si (Tabela 3).

A redução da severidade em função dos nutrientes foi observada para a mancha amarela e a mancha da gluma, redução de 10,5 % e 26,5 %, respectivamente, não havendo diferença em relação ao tratamento fungicida. O efeito complementar dos nutrientes com o fungicida para redução das doenças foi observado apenas para a mancha amarela, com redução de aproximadamente 10 % da severidade em relação aos tratamentos com nutrientes e fungicidas isoladamente (Tabela 2). Os efeitos da nutrição mineral sobre doenças no trigo também foram observados por outros autores. Sharma et al. (2006) observaram que a aplicação equilibrada de N, P e K reduziram a severidade de helmintosporiose em 15 e 22 % em 2001 e 2002, respectivamente. Os mesmos autores observaram que tanto o KCl como o $CaCl_2$ também reduziram a severidade da mancha, contudo, o primeiro foi 11 % mais eficiente que o segundo. Sharma & Duveiller (2004) observaram que plantas bem nutridas aumentaram tanto a produtividade (52,1 %) como o peso de mil sementes (PMS) (15,5 %), sendo esses aumentos relacionados à redução das manchas de helmintosporiose.

Tabela 1. Efeito da adubação foliar e aplicação de fungicidas sobre a incidência e severidade de oídio na cultura do trigo.

		1ª Av.	2ª Av.	3ª Av.	4ª Av.	5ª Av.	8ª Av.		
Tratamentos		9/jul	20/jul	29/jul	7/ago	14/ago	10/set	AACPD	
Incidência	Testemunha	68,50 a	64,37 a	43,32 a	62,43 a	55,88 A	39,29 a	3761,73 a	
	Nutrientes	54,47 b	59,66 a	39,72 a	60,05 a	49,98 A	33,45 ab	3513,11 a	
	Fungicida	15,57 c	44,11 b	35,33 ab	37,80 b	44,69 A	25,84 bc	2803,41 b	
	Nutri + Fung	7,47 d	41,45 b	25,98 b	37,69 b	43,53 A	19,10 c	2570,00 b	
CV		18,3	20,28	18,9	17,42	29,29	20,67		
Severidade	Testemunha	15,40 a	8,26 a	6,36 a	8,32 a	10,49 A	0,83 a	425,43 a	
	Nutrientes	12,03 a	6,90 b	5,21 a	4,82 a	6,03 B	1,84 a	322,38 a	
	Fungicida	2,94 b	3,91 c	2,82 b	2,62 b	5,31 B	0,16 a	176,18 b	
	Nutri + Fung	2,25 b	2,62 c	2,39 b	2,35 b	4,20 B	0,15 a	147,11 b	
CV		8,26	10,78	15,83	12,47	16,45	14,57	20,99	

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). T1- Testemunha; T2- Nutrientes; T3- Fungicidas; T4- Nutrientes + Fungicida.

Tabela 2. Efeito da adubação foliar e aplicação de fungicidas sobre a severidade de Mancha Amarela e Mancha da Gluma na cultura do trigo.

Tratamentos	Mancha Amarela			Mancha da Gluma			
	1ª Av. 20/set	2ª Av. 27/set	Média	1ª Av. 20/set	2ª Av. 27/set	3ª Av. 4/out	Média
Testemunha	53,74 a	67,56 a	60,65 a	4,27 a	5,67 a	12,25 a	7,40 a
Nutrientes	55,44 a	53,11 ab	54,28 b	3,45 b	4,75 b	8,12 b	5,44 b
Fungicida	60,21 a	51,13 b	55,67 b	3,59 b	4,12 b	5,14 bc	4,28 b
Nutri + Fung	53,20 a	45,71 b	49,46 c	3,44 b	4,21 b	4,16 c	3,94 b
C. V.	31,76	22,98	-	22,26	14,57	23,34	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tabela 3. Efeito da adubação foliar e aplicação de fungicidas sobre a severidade de Ferrugem na cultura do trigo.

Tratamentos	Ferrugem			
	1ª Av. 20/set	2ª Av. 27/set	3ª Av. 4/out	Média
Testemunha	15,28 a	17,4 a	59,69 a	30,80 a
Nutrientes	12,78 a	8,64 b	59,58 a	27,00 a
Fungicida	2,41 b	1,80 c	8,15 b	4,12 b
Nutri + Fung	3,02 b	1,04 c	8,69 b	4,25 b
C. V.	13,88	19,87	12,67	-

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tanto os nutrientes, como o fungicida, influenciaram a produtividade da cultura do trigo (Tabela 4). Porém, os maiores valores foram observados quando os dois foram aplicados juntos, com produtividade de $3,26 \text{ t ha}^{-1}$. O aumento da produtividade parece estar diretamente relacionado ao PMS, que apresentou maiores valores no tratamento completo. Segundo Blandino & Reyneri (2009) o aumento da produção e da qualidade de grãos pode ser alcançado quando um fertilizante foliar é adicionado ao fungicida, com, por exemplo, os triazóis.

Tabela 4 – Efeito da nutrição mineral e aplicação de fungicidas sobre produtividade, peso de mil sementes (PMS), massa de matéria fresca de raízes (MFR), massa de matéria seca de raízes (MSR), massa de matéria fresca aérea (MFA) e massa de matéria seca aérea (MSA) do trigo.

Tratamentos	Produtividade (t ha^{-1})	PMS (g)	M.F.R.(g pl^{-1}).....	M.S.R.	M.F.A.	M.S.A.
Testemunha	2,47 a	46,21 a	14,23 b	4,65 B	39,45 a	8,55 a
Nutrientes	2,77 ab	48,78 ab	17,34 a	5,42 A	41,75 a	8,90 a
Fungicida	3,00 bc	48,12 b	16,12 ab	4,55 B	57,30 b	12,05 b
Nutri + Fung	3,26 c	51,01 c	17,01 a	5,57 A	66,25 c	12,15 b

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

C.V.	22,91	10,10	12,44	17,90	12,55	12,00
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A adubação foliar proporcionou aumento da massa de matéria fresca de raízes de 14,23 para 17,34 g pl^{-1} , incremento de 21,85%. O mesmo foi observado para massa de matéria seca de raízes, com incremento de 16,56 %. Por outro lado, o tratamento fungicida não diferiu da testemunha, tanto para massa de matéria fresca como para massa de matéria seca (Tabela 2). Apesar de aumentar a produção de raízes, não houve aumento da massa de matéria fresca da parte aérea (MFA) em função da adubação foliar. Esses resultados discordam dos obtidos por Blandino & Reyneri (2009), que observaram aumento da área foliar devido à fertilização foliar com macro e micronutrientes, mantendo a longevidade do dossel durante o enchimento de grãos e aumentando a produtividade. Porém, quando os nutrientes foram aplicados junto com o fungicida, houve aumento da MFA, mostrando um efeito complementar entre os dois produtos em relação à aplicação isolada dos mesmos (Tabela 4). Esse fato pode estar relacionado ao N do adubo foliar, pois quando aplicado junto com o fungicida, há aumento da sua absorção e re-distribuição na planta (GOODING et al., 2007). Fato semelhante foi observado por Dimmock & Gooding (2002) que observaram aumento da produção de grãos e do teor de proteínas quando foram aplicados na mesma calda de pulverização o N e o fungicida.

Apesar de ter sido observada pouca influência da fertilização foliar sobre as doenças, cabe ressaltar que essa interação é influenciada pela cultura em estudo, tipo de solo, concentração e época de aplicação dos nutrientes, dentre outros fatores. Assim, os resultados observados para mancha amarela e mancha da gluma indicam que a técnica é promissora, necessitando-se de mais estudos para entender ao certo a interação de cada doença com os nutrientes em estudo.

CONCLUSÕES

A incidência e severidade de oídio e a severidade de ferrugem não são influenciadas pela adubação foliar.

A severidade de mancha amarela e da mancha da gluma é reduzida em função dos nutrientes da adubação foliar.

A produtividade e o peso de mil sementes são incrementados com a adubação foliar.

A massa de matéria fresca e massa de matéria seca de raízes não são influenciadas pela adubação foliar.

A massa de matéria fresca da parte aérea aumenta com a aplicação dos nutrientes, contudo, o mesmo não é observado para massa de matéria seca da parte aérea.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

BALARDIN, R.S.; DALLAGNOL, L.J.; DIDONÉ, H.T.; NAVARINI, L. Influência do Fósforo e do Potássio na Severidade da Ferrugem da Soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.462-467, 2006.

BANCAL, M.O.; ROBERT, C.; NEY, B. Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green area per layer and pre-anthesis reserves. **Annals of Botany** v.100, p.777-789, 2007.

BLANDINO, M.; REYNERI, A. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. **European Journal of Agronomy** v.30, n.4, p.275-282, 2009.

COOK, J.W.; KETTLEWELL, P.S.; PARRY, D.W. Control of Erysiphe graminis and Septoria tritici on wheat with foliar-applied potassium chloride. **J Sci Fd Agric** v.63, p.126, 1993.

COSTAMILAN, L.M. **Metodologias para estudo de resistência genética de trigo e de cevada a oídio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 18 p.

DEVELASH, R.K.; SUGHA, S. Factors affecting development of downy mildew (*Peronospora destructor*) of onion (*Allium cepa*). **Indian Journal of Agricultural Sciences** v.67, p.71-74, 1997.

DIMMOCK, J.P.R.E.; GOODING M.J. The influence of foliar disease, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. **J. Agric. Sci.** v.138, p.349-366, 2002.

GARCIA JUNIOR, D.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; SOUZA, P.E.; CARVALHO, J.G.; BALIEIRO, A.C. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.286-291, 2003.

GOODING, M. J.; GREGORY, P.J.; FORD, K.E.; RUSKE, R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. **Field Crops Research** v.100, p.143-154, 2007.

ITO, M.F.; MASCARENHS, H.A.A.; TANAKA, M.A.S.; DUDIENAS, C.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C. Efeito residual da adubação potássica e da calagem sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja. **Fitopatologia Brasileira** v.19, p.44-49, 1994.

REUVENI, M.; NAOR, A.; REUVENI, R.; SHIMONI, M.; BRAVDO, B. The influence of NPK fertilization rates on susceptibility to powdery mildew of field-grown wine grapes. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v.2, p.31-41, 1993.

SAARI E.E.; PRESCOTT J.M. A scale for appraising the foliar intensity of winter wheat diseases. **Plant Disease Reporter**, v.59, p.377-380, 1975.

SHARMA, R. C.; DUVEILLER, E. Effect of helminthosporium leaf blight on performance of timely and late-seeded wheat under optimal and stressed levels of soil fertility and moisture. **Field Crops Research** v.89, p.205-218, 2004.

SHARMA, P.; DUVEILLER, E.; SHARMA, R.C. Effect of mineral nutrients on spot blotch severity in wheat, and associated increases in grain yield. **Field Crops Research**, v.95, p.426-430, 2006.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology** v.32, n.3, p.235-245, 2004.