

AVALIANDO A TAXA DE EXPANSÃO DE LESÕES DE *Bipolaris sorokiniana* EM TRIGO

LUCIANO GRAEFF PRATES¹ & JOSÉ MAURÍCIO CUNHA FERNANDES²

¹ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, CEP 99001-000 Passo Fundo-RS;

² Embrapa Trigo, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Fax: (054) 311-3444, e-mail: mauricio@cnpt.embrapa.br

(Aceito para publicação em 05/03/2001)

Autor para correspondência: José Maurício Cunha Fernandes

PRATES, L.G. & FERNANDES, J.M.C. Avaliando a taxa de expansão de lesões de *Bipolaris sorokiniana* em trigo. Fitopatologia Brasileira 26:185-191. 2001.

RESUMO

Os primeiros sintomas de mancha marrom causada por *Bipolaris sorokiniana* em trigo (*Triticum aestivum*) têm início com pequenos pontos negros nas folhas. À medida que se expandem, as lesões adquirem formato oval, com o centro marrom-escuro e halo amarelado. Em condições favoráveis, as lesões coalescem necrosando grandes áreas da folha. O efeito da temperatura na taxa de expansão de lesão de *B. sorokiniana* foi determinado em oito cultivares de trigo. Imagens digitalizadas das lesões de diferentes cultivares e em distintos regimes de temperatura foram capturadas a intervalos regulares e armazenadas eletronicamente. Um software específico, denominado AreaScan, foi usado para medir a área individual das lesões. A velocidade de expansão de lesão de *B. sorokiniana* diferiu entre cultivares. A cultivar BR 18 apresentou a taxa de expansão de lesão mais lenta. As cultivares

Embrapa 15 e Embrapa 16 apresentaram a taxa mais rápida, enquanto BR 15, BR 23, BR 35, Embrapa 40 e Embrapa 49 apresentaram taxa intermediária. A relação entre a taxa de expansão e a temperatura foi descrita por uma função matemática $y=(a+bx)/(1+cx+dx^2)$, onde y é a resposta, x a temperatura, e a, b, c, d parâmetros. O regime de temperatura diurna de 30 °C e noturna de 23 °C foi o mais favorável ao desenvolvimento de lesão de *B. sorokiniana*. A obtenção de cultivares de trigo com resistência parcial à mancha marrom é estratégico para o estabelecimento da cultura em regiões tropicais e subtropicais. A metodologia usada provou ser uma importante ferramenta na identificação de cultivares de trigo com tais características.

Palavras-chave: resistência, mancha marrom, expansão de sintomas.

ABSTRACT

Evaluating expansion rate of lesions of *Bipolaris sorokiniana* in wheat

Symptoms of spot blotch caused by *Bipolaris sorokiniana* in wheat (*Triticum aestivum*) first appear as small, dark lesions on the upper side of the leaf. As the lesions expand, they become oval with a dark brown center and a yellow halo. Under favorable weather conditions, leaf lesions coalesce and kill large areas of the leaf surface. The effect of temperature on the lesion expansion rate of *B. sorokiniana* was examined in eight wheat cultivars. Digital images of lesions of *B. sorokiniana* for each temperature were captured in each cultivar and stored in an electronic format. A specific computer program, called AreaScan, was used to measure the area of individual lesions. Lesion growth rate was not uniform among cultivars. The wheat cultivar BR 18 showed the slowest lesion

growth rate. The cultivars Embrapa 15 and Embrapa 16 showed the fastest lesion growth rates, while BR 15, BR 23, BR 35, Embrapa 40, and Embrapa 49 had a moderate rate. The relationship between temperature and lesion expansion rate was described by a mathematical function, such as $y=(a+bx)/(1+cx+dx^2)$, where y is the response, x the temperature, and $a, b, c,$ and d the parameters. Nocturnal temperature of 23 °C and diurnal of 30 °C proved to be the most favorable for lesion expansion. Selecting wheat cultivars with partial resistance to spot blotch is strategic for growing wheat in tropical and subtropical regions. Finally, the methodological approach used in this study for determining lesion growth rate may play an important role for selecting for this genetic trait.

INTRODUÇÃO

A cultura de trigo [*Triticum aestivum* (L.) Thell.] no Sul do Brasil, é afetada por grande número de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. As doenças fúngicas são as mais numerosas, podendo atacar raízes, hastes, folhas

e espigas de trigo. Dependendo da severidade do ataque, as doenças podem causar danos de magnitude econômica, chegando em alguns casos a frustrar totalmente a produção de grãos. Entre as doenças fúngicas, destaca-se a mancha marrom causada pelo fungo *Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.), Drechs. ex. Dastur, anamorfo: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.

in. Sorok) Shoem (Reis *et al.*, 1988; Picinini & Fernandes, 1995).

Os sintomas da mancha marrom iniciam com pequenas manchas ovais (3-4 mm), de coloração marrom-escuro a negra, em folhas, bainhas e colmos. Essas manchas aumentam de tamanho e tornam-se tipicamente elípticas com abundante esporulação. Devido à formação de numerosos conídios castanho-escuros, as lesões aparecem quase negras. Quando as lesões coalescem, a folha toda fica crestada e seca prematuramente (Mehta, 1978).

O tamanho da lesão, desde seu aparecimento e subsequente ampliação tem sido usado para quantificar a resistência genética existente em plantas a vários patógenos (Berger *et al.*, 1997). Johnson & Taylor (1976) consideraram o tamanho da lesão como um dos componentes mais importantes de resistência. O caráter expansão de lesão também pode ser usado para avaliar a agressividade de estirpes ou raças de bactérias e fungos patogênicos (Luo & Zeng, 1995).

Em epidemias naturais a taxa de expansão de lesão pode ser variável, dependendo da temperatura (Kato *et al.*, 1974; Subbarao *et al.*, 1995; Vitti *et al.*, 1995) ou da posição da folha (Eckhardt *et al.*, 1984), reduzindo a velocidade com a idade da lesão ou hospedeiro (Koch *et al.*, 1991; Shaner, 1983) ou com o aumento da densidade de lesões (Shaner, 1983), bem como aumentando com a idade (Subbarao *et al.*, 1995; Hood *et al.*, 1996) ou com longos períodos de orvalho (Vitti *et al.*, 1995; Everts *et al.*, 1996; Shoemaker *et al.*, 1977). Mehta (1981b) relatou que uma simples lesão de *B. sorokiniana* em um período de 33 dias ocupou 23 % da área de uma folha de trigo.

A redução de áreas doentes por expansão de lesão pode ser obtida por seleção de cultivares com baixo tamanho inicial de lesão e com baixa taxa de expansão (Berger *et al.*, 1997). A aplicação de certos fungicidas também pode diminuir a taxa de expansão de lesão em alguns patossistemas de plantas (Bowen *et al.*, 1988; Spotts *et al.*, 1996).

Uma das limitações para a quantificação da velocidade de expansão de lesão é a dificuldade em determinar de forma precisa o tamanho de uma lesão. Por outro lado, a popularização da fotografia digital permite a aquisição de imagens de alta resolução a um custo extremamente baixo. A combinação de imagens digitais e a existência de software capaz de instruir o computador a reconhecer certas áreas na imagem faz da análise de imagens uma metodologia viável para explorar, no tempo e no espaço, as lesões em tecido foliar causadas por fitopatógenos. A análise de imagens apresenta grande potencial para quantificar a área foliar afetada por doenças de plantas (Thomé *et al.*, 1997). Essa técnica pode ser usada para avaliar componentes de resistência parcial e, também, a frequência de infecção e o tamanho de lesão (Kampmann & Hansen, 1994).

Resistência parcial é caracterizada por baixo desenvolvimento da doença. Isso é causado por baixa frequência de infecção, longo período latente e menor tamanho de lesão (Parlevliet, 1979). A resistência a *B. sorokiniana* provavelmente é parcial e governada por vários genes (Mehta, 1985).

Este trabalho teve como objetivos 1) determinar a velocidade de expansão de lesões de *B. sorokiniana* em diferentes cultivares de trigo e 2) avaliar o efeito da temperatura na expansão de lesões.

MATERIAIS E MÉTODOS

A taxa de expansão de lesão de *B. sorokiniana* foi determinada em oito cultivares de trigo (Tabela 1), sob condições de temperatura controlada em câmara de crescimento (Convicon PGW36). Cada uma das cultivares foi semeada na densidade de 15 sementes por vaso, repetidos dez vezes. Os vasos com capacidade para 2 kg de solo continham 1/3 solo de mata, 1/3 solo de lavoura e 1/3 areia. Os vasos foram colocados em casa-de-vegetação até o dia da inoculação, com temperatura variando entre 20-25 °C. O regime de luz consistiu na própria luz do dia.

A série de tratamentos foi repetida cinco vezes a intervalos de 20 dias. O isolado monospórico número 9611 da micoteca da Embrapa Trigo foi multiplicado em meio de batata-dextrose-ágar e usado neste estudo. Para o preparo do inóculo, a placa com a colônia do fungo foi lavada com água destilada deionizada, sob leve fricção com pincel para a retirada de conídios. A suspensão foi filtrada em camada de gaze tripla para a retenção de fragmentos de micélio e de ágar. A concentração de conídios de $2,0 \times 10^3$ conídios/ml foi ajustada por meio de diluição e contagem em gota de volume conhecido.

As inoculações foram feitas usando-se uma pistola pressurizada (Devilbiss) devidamente regulada (50 KPa), dirigida da parte inferior à superior da folha, à distância aproximada de 50 cm, no estádio 45 de desenvolvimento de trigo (Zadocks *et al.*, 1974/1976). Posteriormente, os vasos foram colocados sob molhamento por 36 h à temperatura média de 22 °C, umidade relativa em torno de 90% e fotoperíodo de 12 h (lâmpadas fluorescentes de 40 watts). Após esse período, os vasos foram transferidos e distribuídos ao acaso na câmara de crescimento (Convicon PGW36), onde a umidade relativa do ar era de 70% e a duração do período luminoso de 12 h. Cada uma das cinco séries de tratamentos foi submetida a regimes variáveis de temperatura correspondentes a 8-15 °C, 15-22 °C, 18-25 °C, 23-30 °C e 27-34 °C, respectivamente. A câmara de crescimento foi programada de modo que a temperatura mínima ocorresse às 5 h e a temperatura máxima às 14 h.

O início da avaliação ocorreu dois dias após a transferência para a câmara de crescimento. Em cada uma das séries de tratamentos foram escolhidas, ao acaso, três folhas com lesões de *B. sorokiniana* por cultivar. As avaliações foram realizadas a intervalos regulares de dois dias até completar dez dias. Em cada avaliação, as folhas amostradas foram devidamente fixadas em papel filtro branco com auxílio de fita adesiva e registradas usando-se uma câmara fotográfica digital (Kodak DC260) com 1,6 milhão (1536 x 1024) de pixels por imagem à distância de 30 cm. As imagens foram transferidas para o computador e armazenadas em CD-ROM.

TABELA 1 – Relação das cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) testadas em 1998/2000

Cultivar	Ano de Lançamento	Genealogia
BR 15 (MS) ¹	1985	IAS 54*2/TOKAI80// PF 69193
BR 18 (MS)	1986	D 6301/NAINARI 60/WEIQUE/ RED MADE/3/CIANO*2/ CHRIS, ALD SIB
BR 23 (S)	1987	CORRE CAMINOS/ALONDRA SIB/3/IAS54-20/COTIPORA// CNT 8
BR 35 (S)	1989	IAC5*2/2/CNT7*3/LONDRINA//IAC5/HADDEN
Embrapa 15 (S)	1992	CNT 10/BR 5/PF 75172/TIFTON 72-59 SEL
Embrapa 16 (S)	1992	HULHA NEGRA/CNT 7// AMIGO/CNT 7
Embrapa 40 (MR)	1995	PF 7650/NS-18-78/CNT 8/PF 7577
BRS 49 (MR)	1997	BR 35/PF 83619//PF 858/PF 8550

MR – Moderadamente resistente; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível.

O programa de computador AreaScan, desenvolvido pela PAX Informática Industrial Ltda. (Parque Tecnológico Alfa, Rodovia SC-401, km 01 - CELTA - 88030-000 - Florianópolis - SC) e cedido para demonstração, foi usado na determinação da área de cada lesão causada por *B. sorokiniana*, nas diferentes cultivares de trigo sob os vários regimes de temperatura. A imagem digitalizada (formato Bitmap) foi processada pelo controlador de imagens do AreaScan, de modo a permitir a seleção de tons que não deviam ser contornados. Após a seleção de tons, acionou-se o comando contorno, que resulta na determinação precisa dos limites da borda de cada lesão existente na imagem. A área individual e a área total com lesões (em mm²) foram automaticamente determinadas pelo AreaScan. A área total com lesões também foi informada automaticamente pelo programa AreaScan. No presente estudo, foram processadas 600 imagens com número total de 3.742 lesões.

RESULTADOS

A aquisição de imagens digitais de alta resolução mostrou ser um método rápido, eficiente e barato para avaliar a área com lesões causadas por fitopatógenos. O programa de computador AreaScan efetivamente distinguiu a área com lesão causada por *B. sorokiniana* da área foliar sadia. Na Figura 1 é apresentada uma imagem parcial da tela do computador com o aplicativo AreaScan em uso.

Os resultados evidenciaram que o tamanho médio da lesão causada por *B. sorokiniana* diferiu de forma significativa entre as cultivares testadas ($P > 0,0001$). Na cultivar BR 18, a estimativa da taxa de expansão média $0,67 \text{ mm}^2 \text{ dia}^{-1}$, em um período de dez dias, não foi diferente de zero ($P > 0,1205$). Por sua vez, foram altamente significativos ($P > 0,0001$) os valores de taxa de expansão diária estimados para as cultivares Embrapa 15 e Embrapa 16, $2,09$ e $2,14 \text{ mm}^2 \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. Os valores da taxa de expansão média ($\text{mm}^2 \text{ dia}^{-1}$) estimados para as cultivares BR 15, BR 23, BR 35, Embrapa 40 e Embrapa 49 foram $0,88$ ($P > 0,0406$), $1,01$ ($P > 0,0190$), $1,26$ ($P > 0,0037$), $1,58$ ($P > 0,0003$) e $1,07$ ($P > 0,0132$), respectivamente. Na Figura 2 é apresentada a

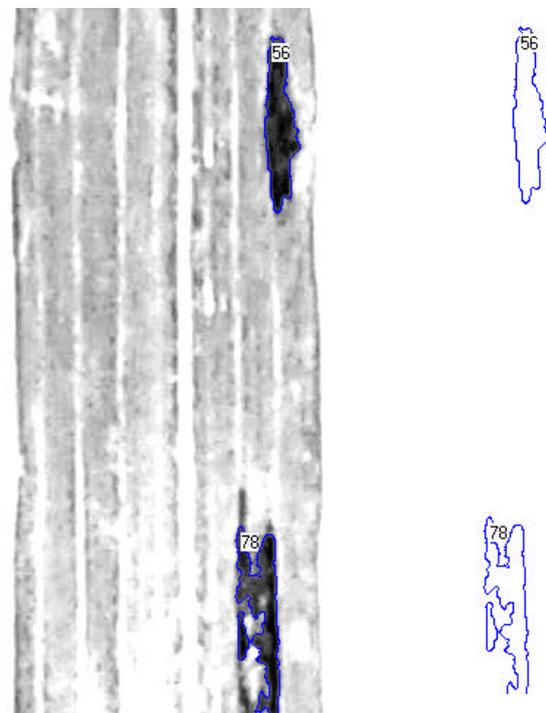


FIG. 1 - Tela do programa AreaScan mostrando a imagem de uma folha com lesões com bordas determinadas e apenas o contorno das lesões. O número representa a área em mm².

área final média de lesões de *B. sorokiniana* nas cultivares de trigo mantidas em regime de temperatura de $23-30 \text{ }^\circ\text{C}$ e de $8-15 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente.

Em todas as cultivares o tamanho médio da lesão aumentou à medida que se elevou a temperatura. Na média de todas as cultivares a taxa de expansão de lesão pode ser ajustada à equação matemática

$$y = (a + bx) / (1 + cx + dx^2), \quad (1)$$

onde y representa a taxa de expansão em $\text{mm}^2 \text{ dia}^{-1}$ e x a

temperatura entre valores de 8 a 34 °C, enquanto *a*, *b*, *c*, e *d* são parâmetros. O procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do pacote estatístico SAS (SAS Institute.1998) foi usado na análise dos resultados. No ajuste da equação aos dados médios observados no conjunto de cultivares a taxa de expansão média foi mais elevada quando a temperatura oscilou entre 25 e 30 °C (Figura 3).

A relação entre taxa de expansão de lesão e temperatura não foi uniforme para todas as cultivares. A equação (1) foi ajustada aos valores individuais de taxa de expansão de lesão obtidos em cada cultivar (Figura 4).

Agrupando, de forma arbitrária, as cultivares de acordo com os valores estimados para o coeficiente de inclinação

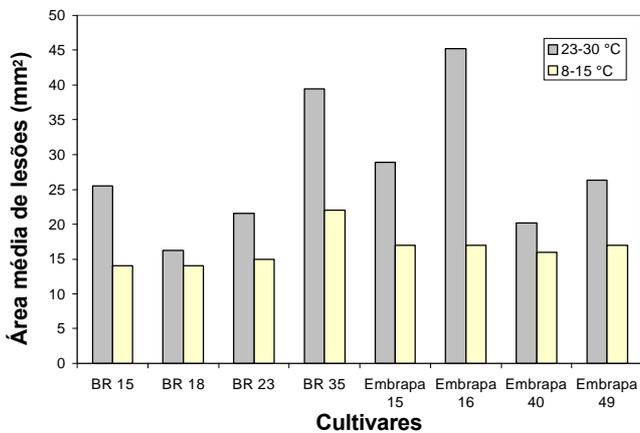


FIG. 2 - Tamanho médio ao fim de dez dias de lesões de *Bipolaris sorokiniana* em diferentes cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) mantidas em ambiente com temperatura oscilando entre 23 e 30 °C e entre 8 e 15 °C.

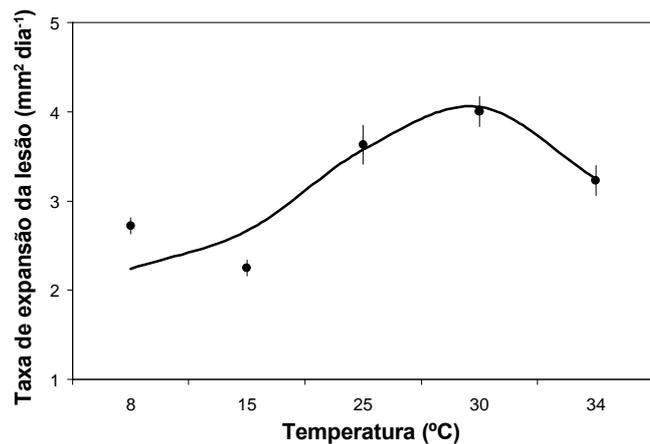


FIG. 3 - Relação entre a taxa média de expansão de lesão de *Bipolaris sorokiniana* e temperatura. Os pontos são valores médios observados e a barra representa o erro padrão. A linha contínua foi estimada pela equação $Y = (1,887 - 0,053 (T)) / (1 - 0,047 (T) + 0,00056 (T)^2)$, Y é a taxa média e T a temperatura.

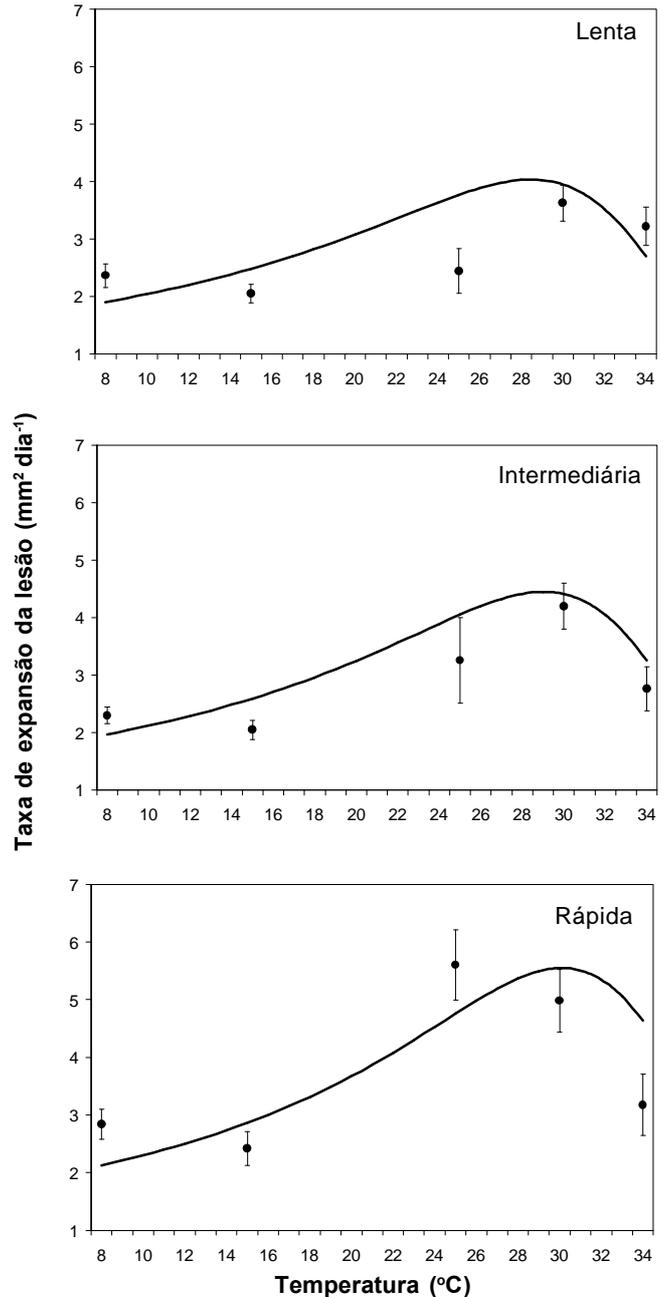


FIG. 4 - Relação entre a taxa média de expansão de lesão de *Bipolaris sorokiniana* e temperatura para três categorias de resposta. Os pontos são valores médios observados e a barra representa o erro padrão. A linha contínua foi estimada pela equação $Y = (a - 0,037 (T)) / (1 - 0,053 (T) + 0,00078 (T)^2)$, o Y é a taxa média e T a temperatura, e o valor de *a* foi 1,48, 1,52 e 1,62 para a categoria lenta, intermediária e rápida, respectivamente.

obtido mediante a relação entre tamanho da lesão e idade da lesão, obtiveram-se três classes de expansão de lesão, denominadas de crescimento lento, moderado e rápido (Figura 5).

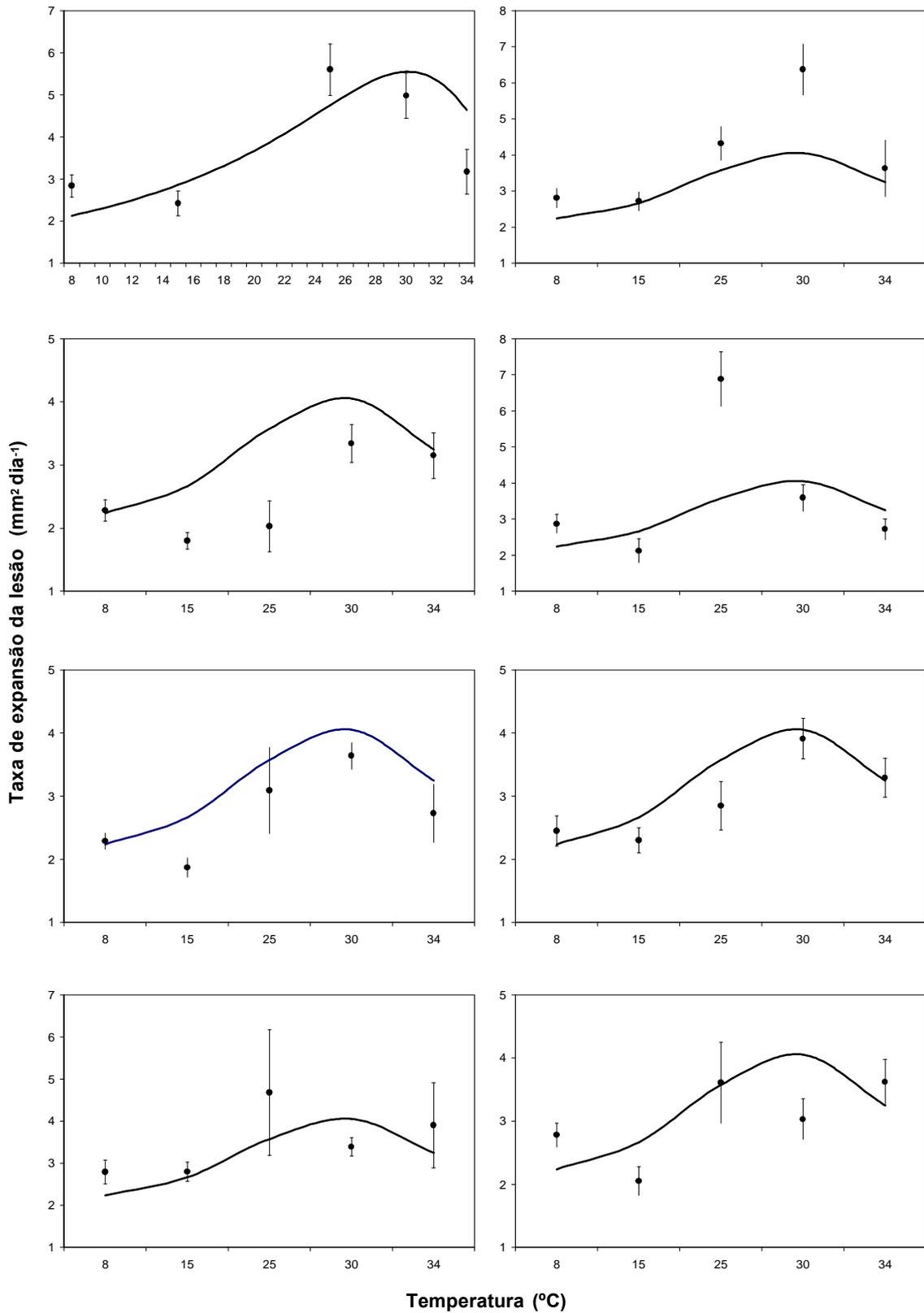


FIG. 5 - Relação entre a taxa média de expansão de lesão de *Bipolaris sorokiniana* e a temperatura para uma das cultivares testadas. Os pontos são valores médios observados e a barra representa o erro padrão. A linha contínua foi estimada pela equação $Y = (1,887 - 0,053 (T)) / (1 - 0,047 (T) + 0,00056 (T)^2)$, Y é a taxa média e T a temperatura.

Os ajuste da equação (1) ao conjunto de dados foi feito fixando-se diferentes valores para o parâmetro a . Os valores atribuídos ao parâmetro a foram 1,48, 1,52 e 1,62, para representar o grupo de cultivares com taxa de expansão de lesão lenta, intermediária e rápida, respectivamente.

DISCUSSÃO

A baixa taxa de expansão de lesão observada na cultivar BR 18 é coerente com o fato de essa cultivar ser adaptada às regiões de cultivo de trigo, onde a temperatura é mais elevada. A cultivar BR 18 foi lançada pela Embrapa Centro-Oeste, em 1986, e até hoje é cultivada na região norte do estado do Paraná, em Mato Grosso do Sul, em São Paulo e em Minas Gerais. A cultivar BR 18 é também bastante cultivada pelos agricultores na Região das Missões, no Rio Grande do Sul. Todas essas regiões caracterizam-se pelo fato de que, durante o ciclo de cultivo de trigo a temperatura é mais elevada em relação à de outras regiões produtoras de trigo no Brasil. Em geral, nas regiões mais tropicais a mancha marrom é uma das doenças mais graves na cultura de trigo. Isto se deve ao fato de que as condições ótimas para germinação, infecção, crescimento de lesão e esporulação de *B. sorokiniana*, ocorrem quando a temperatura oscila entre 20 e 30 °C (Mehta 1978; Luz & Bergstrom 1986). A intensidade da mancha marrom varia de um ano para outro e de uma região para outra, provavelmente em função das variações de temperatura (Mehta *et al.*, 1996).

A classificação atual da suscetibilidade de cultivares, segundo observações de campo, não coincide de forma exata com a classificação da reação de cultivares em relação à taxa de expansão de lesão. As diferenças podem ser resultado da reação à mancha marrom ser determinada em condições de campo e sujeita a critérios mais subjetivos, sendo, portanto, fortemente influenciada pela pessoa que determinou a reação. Já o método empregado para determinar a taxa de expansão de lesão não sofre influência do avaliador.

Os resultados evidenciam que a temperatura exerce influência na expansão de lesões causadas por *B. sorokiniana*. Taxas de expansão de lesão mais elevadas quando a temperatura situa-se em torno de 23 a 30 °C justificam o fato de que a mancha marrom é mais comumente encontrada em regiões de clima tropical e subtropical.

O uso de análise de imagens digitais de lesões através de programas, como o AreaScan, abre uma nova perspectiva para avançar na busca de cultivares de trigo mais resistentes a *B. sorokiniana*. A expansão de lesão é um dos principais componentes de uma epidemia; portanto, a obtenção de cultivares de trigo em que o tamanho final da lesão de *B. sorokiniana* seja pequeno e a taxa de expansão seja baixa é uma característica altamente desejável, principalmente em regiões tritícolas de temperaturas mais altas. O emprego da metodologia descrita neste trabalho torna viável a seleção de cultivares de trigo que lentamente desenvolvam sintomas de mancha marrom. Esse tipo de resistência é considerado estável, permitindo que as variedades permaneçam úteis por

um espaço de tempo bastante longo.

O parâmetro a da equação que descreve a relação entre temperatura e taxa diária de expansão de lesão pode ser usado como coeficiente genético da categoria de suscetibilidade da cultivar em modelos de simulação de mancha marrom em trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGER, R.D., BERGAMIN FILHO, A., & AMORIM, L. Lesion expansion as an epidemic component. *Phytopathology* 87:1005-1013. 1997.
- BOWEN, K.L. & PEDERSEN, W.L. Effects of propiconazole on *Exserohilum turcicum* in laboratory and field studies. *Plant Disease* 72:847-850. 1998.
- ECKHARDT, H., STEUBING, L. & KRANZ, J. Das Koloniewachstum von *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei* Marchal in Abhängigkeit von Temperatur and Insertionshole der Blätter. *Angewandte Botanik* 58:433-443. 1984.
- EVERTS, K.L. & LACY, M.L. Factors influencing infection of union leaves by *Alternaria porri* and subsequent lesion expansion. *Plant Disease* 80:276-280. 1996.
- HOOD, M.E. & SHEW, H.D. Pathogenesis of *Thielaviopsis basicola* on a susceptible and a resistant cultivar of burley tobacco. *Phytopathology* 86:38-44. 1996.
- JOHNSON, R. & TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of the racespecificity of host resistance. *Annual Review Phytopatology* 14:97-119. 1976.
- KAPMANN, H.H. & HANSEN, O.B. Using color image analysis for quantitative assessment of powdery mildew on cucumber. *Euphytica* 79:19-27. 1994.
- KATO, H. & KOZAKA, T. Effect of temperature on lesion enlargement and sporulation of *Pyricularia oryzae* in rice leaves. *Phytopatology* 64:828-830. 1974.
- KOCH, M.F. & MEW, T.W. Rate of lesion expansion in leaves as a parameter of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in rice. *Plant Disease* 75:897-900. 1991.
- LUO, Y. & ZENG, S.M. Simulation studies on epidemics of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) on slow-rusting cultivars and analysis of effects of resistance components. *Plant Pathology* 44:340-349. 1995.
- LUZ, W.C. & BERGSTROM, G.C. Desenvolvimento sensível à temperatura da mancha marrom em cultivares de trigo com níveis diferentes de resistência. *Fitopatologia Brasileira* 11:197-204. 1986.
- MEHTA, Y.R. Doenças do trigo e seu controle. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 1978.
- MEHTA, Y.R. Produção de conídios, período de esporulação e extensão da lesão por *Helminthosporium sativum* nas folhas-bandeiras de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 16:77-79. 1981b.
- MEHTA, Y.R. Breeding wheat for spot blotch resistance. In: CIMMYT: Wheats for more tropical environments, Proceedings of International Symposium CIMMYT, México, 1985.
- MEHTA, Y.R., CAMPOS, L.A.C. & GUZMAN, E.

- Resistência genética de cultivares de trigo a *Bipolaris sorokiniana*. Fitopatologia Brasileira 21:455-459. 1996.
- PARLEVLIET, Y.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology 17:203-222. 1979.
- PICININI, E.C. & FERNANDES, J.M. Doenças em cereais de inverno: aspectos epidemiológicos e controle. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995.
- REIS, E.M., FERNANDES, J.M. & PICININI, E.C. Estratégias para o controle de doenças do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988.
- SHANER, G. Growth of uredinia of *Puccinia recondita* in leaves of slow- and fast- rusting wheat cultivars. Phytopathology 73:931-935. 1983.
- SHOEMAKER, P.B. & LORBEER, J.M. The role of dew and temperature in the epidemiology of *Botrytis* leaf blight of onion. Phytopathology 67:1267-1272. 1977.
- SPOTTS, R.A & CERVANTES, L.A. *Sclerotinia* rot of pears in Oregon. Plant Disease 80:1262-1264. 1996.
- SUBBARAO, K.V. & MICHAILIDES, T.J. Effects of temperature on isolates of *Fusarium moniliforme* causing fig endosepsis and *Aspergillus niger* causing smut. Phytopathology 85:662-668. 1995.
- THOMÉ, G.C.H., MILACH, S.C.K., BOTHONA, C.R.A., TEIXEIRA, M.C.C. & FEDERIZZI, L.C. Image analysis for quantitative assessment of oat crown rust. Fitopatologia Brasileira 22:550-552, 1997.
- VITTI, A.J., BERGAMIN FILHO, A., AMORIM, L. & FEGIES, N.C. Comparative epidemiology of common maize rust and northern corn leaf blight. I. Effect of environment on monocyclic parameters. Summa Phytopathologica 21:127-130. 1995.
- ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. Código decimal para os estados de crescimento dos cereais. Separata de Revista de Ciências Agrárias 1:209-218. 1974/76.