

Helminthosporiose Causada por *Exserohilum turcicum* na Cultura do Milho

A helmintosporiose é causada pelo fungo *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs (sinônimos *Helminthosporium turcicum* Pass.; *Bipolaris turcica* (Pass.) Shoemaker; *Drechslera turcica* (Pass.) Subramanian & P. C. Jain). A forma perfeita do patógeno é *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K. J. Leonard & E. G. Suggs (sinônimo *Trichometasphaeria turcica* Luttrell). O patógeno, descrito pela primeira vez como *Helminthosporium turcicum*, em 1876, produz conídios de coloração verde-oliva ou marrom-escura, fusiformes, ligeiramente curvos contendo 3 a 8 septos, medindo de 20 x 105 μm , com hilo basal saliente e germinação através de tubo germinativo polar. Os conidióforos são oliváceos, com 2 a 4 septos, medindo de 7-9 x 150-250 μm . A ocorrência da fase sexual na natureza é rara, podendo ser induzida em condições controladas, com a produção de peritécios globosos e escuros. As ascas são cilíndricas, contendo de 1 a 8 ascósporos. Os ascósporos são hialinos, triseptados, retos ou ligeiramente curvos de dimensões de 13-17 x 42-78 μm (WHITE, 2000).

Os sintomas típicos da doença são lesões necróticas, elípticas, medindo de 2,5 a 15 cm de comprimento (Figura 1). A coloração do tecido necrosado varia de verde-cinza a marrom. As primeiras lesões aparecem nas folhas mais velhas (WHITE, 2000), e em condições de ataque severo pode ocorrer a queima completa dos tecidos foliares (Figura 2).



Figura 1. Sintomas da mancha foliar causada por *Exserohilum turcicum* em milho. Foto: Luciano Viana Cota

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2013

Autores

Luciano Viana Cota

Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador Embrapa Milho
e Sorgo, Rod. MG 424,
Km 65, caixa postal 151,
CEP: 35701-970, Sete
Lagoas, MG. luciano.cota@
embrapa.br

Dagma Dionísia da Silva

Engenheira Agrônoma,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisadora Embrapa
Milho e Sorgo, Rod. MG
424, Km 65, caixa postal
151, CEP: 35701-970, Sete
Lagoas, MG. dagma.silva@
embrapa.br

Rodrigo Veras da Costa

Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador Embrapa Milho
e Sorgo, Rod. MG 424, Km
65, caixa postal 151, CEP:
35701-970, Sete Lagoas,
MG. rodrigo.veras@
embrapa.br



Figura 2. Epidemia severa da mancha foliar causada por *Exserohilum turcicum* em lavoura de milho plantada em Guarda Mor (MG). Foto: Luciano Viana Cota

A helmintosporiose é considerada uma das mais importantes doenças da cultura do milho em diferentes regiões do mundo onde este cereal é cultivado (ADIPALA et al., 1993; CARSON, 2006; HARLAPUR et al., 2008; OGLIARI et al., 2005; WELZ; GEIGER, 2000; WHITE, 2000). As perdas causadas pela doença em condições ambientais favoráveis e em cultivares suscetíveis podem exceder 40% da produção de grãos, sendo considerada limitante para a produção de milho em algumas partes do mundo (BOWEN; PEDERSEN, 1988; FERGUSON; CARSON, 2007; FISHER et al., 1976; PATAKY et al., 1998; PATAKY, 1994; WANG et al., 2010, 2012; WHITE, 2000).

As epidemias da doença originam-se de conídios produzidos em restos de cultura ou trazidos pelo vento de outras áreas de cultivo (WHITE, 2000; LEVY; PATAKY, 1992). Restos de cultura são importantes fontes de inóculo para o desenvolvimento de epidemias,

e o aumento da intensidade de epidemias causadas por *E. turcicum* pode ser resultado de ampla utilização de sistemas de plantio direto (WHITE, 2000). O tempo de sobrevivência do patógeno em restos de cultura é longo, podendo sobreviver como saprófita ou formar esporos de resistência denominados clamidósporos (LEACH et al., 1977; LEVY, 1984, 1995; LEVY; COHEN, 1981; LEVY; PATAKY, 1992).

Temperaturas moderadas, entre 20 e 25 °C, e umidade relativa acima de 90% são ideais para o desenvolvimento de epidemias (WHITE, 2000; LEVY; COHEN, 1983). Os ciclos secundários da doença são causados por conídios que são dispersos a longas distâncias pelo vento. A maior liberação de conídios dá-se após a ocorrência de chuvas, em períodos com alta umidade relativa ou orvalho, sendo que cerca de 40% deles são liberados entre 8 e 12 horas da manhã, no

momento em que a luz solar provoca a seca da folhagem (LEACH et al., 1977). Os danos causados pela doença também variam com a agressividade dos isolados que predominam na população. As epidemias podem ser severas em condições ambientais marginais, desde que predomine, nas populações, isolados com alta agressividade. A eficiência de infecção de isolados coletados em campos de milho em Israel variaram de 17 a 90%, área de lesões de 0,3 a 9,3 cm² e produção de esporos de 8,33 x 10² a 14 x 10⁴ conídios/cm² de lesão (LEVY, 1991).

A principal medida de controle de *E. turcicum* em milho é a utilização da resistência genética (Figura 3), podendo ser esta vertical ou monogênica e resistência horizontal ou poligênica (CAMPAÑA; PATAKY, 2005; FERGUSON; CARSON, 2007; GEVERS, 1975;

HOOKER; KIM, 1973; PRATT et al., 1993; SMITH; KINSEY, 1980; TURNER; JOHNSON, 1980). A resistência monogênica é conferida por quatro genes Ht (Ht1, Ht2, Ht3 e HtN). A expressão da resistência conferida pelos genes Ht1, Ht2 e Ht3 resulta em lesões cloróticas com pouca esporulação do patógeno. O gene HtN provoca aumento do período de incubação e retardamento do início da expressão dos sintomas da doença.

A expressão da resistência horizontal resulta em menor número de lesões em plantas resistentes, aumento do período de incubação e latente, redução da produção de conídios e redução da taxa de progresso da doença. Existe maior correlação entre o nível de resistência horizontal e período de incubação (CARSON, 2006).



Figura 3. Sintomas helmintosporiose em um genótipo suscetível (A) e a ausência sintomas no genótipo resistente (B). Foto: Luciano Viana Cota

A resistência vertical é a mais utilizada nos programas de melhoramento visando resistência a doença em milho (FERGUSON; CARSON, 2004, 2007). No entanto, a resistência vertical é facilmente suplantada por novas raças do patógeno (McDONALD; LINDE, 2002). Várias raças de *E. turcicum* têm sido relatadas, em milho, com base na virulência ou avirulência, em uma série de linhagens diferenciadoras contendo os quatro genes de resistência vertical (LEONARD et al., 1989). A denominação das raças é designada de acordo com o gene de resistência que a raça é capaz de suplantar (LEONARD et al., 1989). Por exemplo, a raça O não causa doença em nenhuma das linhagens utilizadas na série diferenciadora (Tabela 1). Como a variabilidade do patógeno é alta, a série diferenciadora, hoje existente, não tem sido capaz de diferenciar todas as raças do patógeno em milho. A partir de uma coleção de isolados de *E. turcicum* obtida de várias regiões produtoras de milho no Brasil, foram identificados mais dois genes de resistência vertical, um dominante HtP e um recessivo rt. Com estes novos genes de resistência identificaram-se mais duas raças do patógeno (OGLIARI et al., 2005).

Tabela 1. Nomenclatura de raças de *Exserohilum turcicum* em milho. Adaptado de Leonard et al. (1989)

Raça	genes de resistência vertical			
	Ht1	Ht2	Ht3	HtN
O*	R	R	R	R
1	S	R	R	R
2	R	S	R	R
12	S	S	R	R
23	R	S	S	R
23N	R	S	S	S

* Número da raça refere-se ao gene de resistência que a raça é capaz de suplantar

Nos Estados Unidos, o gene de resistência mais amplamente utilizado em programas de melhoramento de milho é o Ht1, o que tem exercido uma pressão de seleção sobre a população do patógeno, ocasionando a

seleção de novas raças. Por exemplo, a ampla utilização do gene Ht1 fez com a frequência de isolados da raça O de *E. turcicum* declinasse de 83% da população para 50%, no período entre os anos de 1974 e 1990, e ocorresse aumento da frequência de isolados da raça 1, capaz de suplantar a resistência conferida pelo gene Ht1 (FERGUSON; CARSON, 2007). Outro problema inerente à resistência imposta pelos genes Ht2 e Ht3 em milho é que ela é dependente da temperatura. Em temperaturas baixas (abaixo de 20 °C), linhagens resistentes comportam-se como moderadamente resistentes (THAKUR et al., 1989).

Populações de *E. turcicum* apresentam alta variabilidade genética, baseada em marcadores moleculares (BORCHARDT et al., 1998; FERGUSON; CARSON, 2004, 2007). Isolados coletados em regiões tropicais, como Quênia, México e Sudoeste da China, apresentaram maior variabilidade genética do que os amostrados em regiões de clima temperado (Europa, Nordeste da China e EUA) (BORCHARDT et al., 1998). Populações brasileiras de *E. turcicum* podem também apresentar uma alta variabilidade, que é consequência da sua alta capacidade de sobrevivência e esporulação e de forças evolutivas, como migração e mutação. A alta variabilidade genética apresentada pelo fungo *E. turcicum* faz com que ele suplante os genes de resistência presentes nos híbridos comerciais.

Alternativamente, pode ser utilizada a resistência horizontal para o manejo da doença (PATAKY et al., 1986; BROWN et al., 2001; CARSON, 2006). A resistência horizontal tem a vantagem de apresentar efetividade contra praticamente todas as raças e de ser mais difícil de ser suplantada por novas raças do patógeno. A expressão da resistência horizontal resulta em menor número de lesões em plantas resistentes, aumento do período de incubação e latente, redução da produção de conídios e redução da taxa de progresso

da doença. Existe maior correlação entre o nível de resistência horizontal e período de incubação (CARSON, 2006).

Nas últimas safras, o manejo de doenças com uso de fungicidas está cada vez mais comum na cultura do milho. O uso de fungicidas tem se mostrado uma estratégia viável e eficiente de manejo da helmintosporiose na cultura do milho (WEGULO et al., 1998; BLANDINO et al., 2012). Para o manejo da helmintosporiose existem, atualmente, 11 produtos comerciais registrados no Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (Tabela 2). Entretanto, alguns fatores devem ser observados para que a relação custo/benefício do uso do fungicida seja positiva, ou seja, que o benefício do controle da doença com o uso

de fungicidas deve ser superior ao custo da sua utilização. Dentre esses fatores, destacam-se: histórico de ocorrência da helmintosporiose tanto na região quanto na propriedade, o nível de resistência das cultivares plantadas, as condições de ambientais durante o desenvolvimento da cultura, o sistema de produção (plantio direto, rotação de culturas, etc.) e a disponibilidade de equipamentos para pulverização. O uso de fungicidas para o manejo da helmintosporiose é recomendado nas situações de elevada severidade da doença, que são resultantes da combinação de todos, ou alguns, dos seguintes fatores: uso de genótipos suscetíveis, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença, plantio direto sem rotação de culturas e plantio continuado de milho na área.

Tabela 2. Fungicidas registrados no Mapa com indicação de uso para o controle da helmintosporiose na cultura do milho. Fonte: Agrofit (2003)

Produto Comercial	Princípio Ativo	Concentração i.a.	Dose (L/ha)
Propiconazole Nortox	Propiconazol	250 g/L	1
Tilt	Propiconazol	250 g/L	0,4
Elite	Tebuconazol	200 g/L	1
Rival 200 EC	Tebuconazol	200 g/L	1
Tebufort	Tebuconazol	200 g/L	1
Triade	Tebuconazol	200 g/L	1
Constant	Tebuconazol	200 g/L	1
Folicur 200 EC	Tebuconazol	200 g/L	1
Produtorbr	Tebuconazol	200 g/L	1
Tebuconazole 200 EC	Tebuconazol	200 g/L	1
Tebuconazole CCAB 200 EC	Tebuconazol	200 g/L	1

Referências

- ADIPALA, E.; LIPPS, P. E.; MADDEN, L. V. Occurrence of *Exserohilum turcicum* on maize in Uganda. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 202-205, 1993.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 18 jun. 2013.
- BLANDINO, M.; GALEAZZI, M.; SAVOIA, W.; REYNERI, A. Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 139, p. 20-29, 2012.
- BORCHARDT, D. S.; WELZ, H. G.; GEIGER, H. H. Genetic structure of *Setosphaeria turcica* populations in tropical and temperate climates. **Phytopathology**, St. Paul, v. 88, p. 322-329, 1998.
- BOWEN, K. L.; PEDERSEN, W. L. Effects of northern leaf blight and detasseling on yields and yield components of corn inbreds. **Plant Disease**, St. Paul, v. 72, p. 952-956, 1988.
- BROWN, A. F.; JUVIK, J. A.; PATAKY, J. K. Quantitative trait loci in sweet corn associated with partial resistance to Stewart's wilt, northern corn leaf blight, and common rust. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 293-300, 2001.
- CAMPAÑA, A.; PATAKY, J. K. Frequency of the Ht1 gene in populations of sweet corn selected for resistance to *Exserohilum turcicum* race 1. **Phytopathology**, St. Paul, v. 95, p. 85-91, 2005.
- CARSON, M. L. Response of a maize synthetic to selection for components of partial resistance to *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 90, p. 910-914, 2006.
- FERGUSON, L. M.; CARSON, M. L. Spatial diversity of *Setosphaeria turcica* sampled from the eastern United States. **Phytopathology**, St. Paul, v. 94, p. 892-900, 2004.
- FERGUSON, L. M.; CARSON, M. L. Temporal variation in *Setosphaeria turcica* between 1974 and 1994 and origin of races 1, 23, and 23N in the United States. **Phytopathology**, St. Paul, v. 97, p. 1501-1511, 2007.
- FISHER, D. E.; HOOKER, A. L.; LIM, S. M.; SMITH, D. R. Leaf infection and yield loss caused by four Helminthosporium leaf diseases of corn. **Phytopathology**, St. Paul, v. 66, p. 942-944, 1976.
- GEVERS, H. O. New major gene for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight of maize. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 59, p. 296-299, 1975.
- HARLAPUR, S. I.; KULKARNI, M. S.; WALI, M. C.; SRIKANT, K.; YASHODA, H.; PATIL, B. C. Status of turcicum leaf blight of maize in Karnataka. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 21, p. 55-60, 2008.
- HOOKER, A. L.; KIM, S. K. Monogenic and multigenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 57, p. 586-589, 1973.
- LEACH, C. M.; FULLERTON, R. A.; YOUNG, K. Northern leaf blight of maize in New Zealand: relationship of *Drechslera turcica* airspora to factors influencing sporulation, conidium development, and chlamydospore formation. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, p. 629-636, 1977.
- LEONARD, K. J.; LEVY, Y.; SMITH, D. R. Proposed nomenclature for pathogenic races of

- Exserohilum turcicum* on corn. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73, p. 776-777, 1989.
- LEVY, Y.; COHEN, Y. Biotic and environmental factors affecting infection of sweet corn with *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, p. 722-725, 1983.
- LEVY, Y.; COHEN, Y. Sporulation of *Helminthosporium turcicum* on sweet corn: effects of light and sugars. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 18, p. 17-25, 1981.
- LEVY, Y.; PATAKY, J. K. Epidemiology of northern leaf blight on sweet corn. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 20, p. 53-66, 1992.
- LEVY, Y. Inoculum survival of *Exserohilum turcicum* on corn between and during growing periods. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 17, p. 144-146, 1995.
- LEVY, Y. The overwintering of *Exserohilum turcicum* in Israel. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 12, p. 177-182, 1984.
- LEVY, Y. Variation in fitness among field isolates of *Exserohilum turcicum* in Israel. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, p. 163-166, 1991.
- McDONALD, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 349-379, 2002.
- OGLIARI, J. B.; GUIMARAES, M. A.; GERALDI, I. O.; CAMARGO, L. E. A. New resistance genes in the *Zea mays* - *Exserohilum turcicum* pathosystem. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 28, p. 435-439, 2005.
- PATAKY, J. K. Effects of races 0 and 1 of *Exserohilum turcicum* on sweet corn hybrids differing for Ht- and partial resistance to northern leaf blight. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, p. 1189-1193, 1994.
- PATAKY, J. K.; PERKINS, J. M.; LEATH, S. Effects of qualitative and quantitative resistance on the development and spread of northern leaf blight of maize caused by *Exserohilum turcicum* races 1 and 2. **Phytopathology**, St. Paul, v. 76, p. 1349-1352, 1986.
- PATAKY, J. K.; RAID, R. N.; DU TOIT, L. J.; SCHUENEMAN, T. J. Disease severity and yield of sweet corn hybrids with resistance to northern leaf blight. **Plant Disease**, St. Paul, v. 82, p. 57-63, 1998.
- PRATT, R. C.; ADIPALA, E.; LIPPS, P. E. Characterization of race-nonspecific resistance to *Exserohilum turcicum* races 0 and 1 in maize Ohs10 S1 progenies. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 1227-1232, 1993.
- SMITH, D. R.; KINSEY, J. G. Further physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, p. 779-781, 1980.
- THAKUR, R. P.; LEONARD, K. J.; LEATH, S. Effects of temperature and light on virulence of *Exserohilum turcicum* on corn. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, p. 631-635, 1989.
- TURNER, M. T.; JOHNSON, E. R. Race of *Helminthosporium turcicum* not controlled by Ht genetic resistance in corn in the american corn belt. **Plant Disease**, St. Paul, v. 62, p. 216-217, 1980.
- WANG, H.; XIAO, Z. X.; WANG, F. G.; XIAO, Y. N.; ZHAO, J. R.; ZHENG, Y. L.; QIU, F. Z. Mapping of HtNB, a gene conferring non-lesion resistance before heading to *Exserohilum turcicum* (Pass.), in a maize inbred line derived from the Indonesian variety Bramadi. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, p. 2523-2533, 2012.

WANG, P.; SOUMA, K.; KOBAYASHI, Y.; IWABUCHI, K.; SATO, C.; MASUKO, T. Influences of Northern Leaf Blight on corn silage fermentation quality, nutritive value and feed intake by sheep. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 81, p. 487-493, 2010.

WEGULO, S. N.; RIVERA-C, J. M.; MARTINSON, C. A.; NUTTER JR., F. W. Efficacy of fungicide treatments for control of common rust and northern leaf spot in hybrid corn seed production. **Plant Disease**, St. Paul, v. 82, p. 547-554, 1998.

WELZ, H. G.; GEIGER, H. H. Genes for resistance to northern corn leaf blight in diverse maize populations. **Plant Breeding**, Berlin, v. 119, p. 1-14, 2000.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3th ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.

Circular Técnica, 195

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: cnpms.sac@embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2013): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.
Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*
Membros: *Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros.*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro.*
Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*
Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*