

## Identificação de Linhagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Resistentes ao Míldio do Sorgo (*Peronosclerospora sorghi*)

CHRISTIANO C. SIMÕES<sup>1,2</sup>, CARLOS R. CASELA<sup>2</sup>, CLAUDIA T. GUIMARÃES<sup>2</sup>, ROBERT E. SCHAFFERT<sup>2</sup> MAURÍLIO A. MOREIRA<sup>1</sup> e JURANDIR V. MAGALHÃES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG 36570 E-mail: christianosimoes78@hotmail.com;

<sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, Sete Lagoas, MG 35701-970

Palavras Chaves: Míldio do sorgo, resistência a doenças, melhoramento assistido.

### INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é originário da África, tendo sido trazido para as Américas inicialmente na década de 50 (Frederiksen, 1980). Com grande importância na produção de grãos e na alimentação animal, a cultura obteve destaque também no México e no sul dos Estados Unidos. Atualmente, o sorgo é o quinto cereal mais produzido no mundo (<http://faostat.fao.org/>). No Brasil, com produção estimada de 1,7 milhões de toneladas para a safra 2005/06 (CONAB), o sorgo perde apenas para grandes culturas como a soja, o milho, arroz e o feijão.

A produção de grãos de sorgo pode ter ainda uma função reguladora no mercado de grãos, evitando altas excessivas no preço dos grãos devido a baixas produções de outros cereais, como o milho, por exemplo. Entretanto, para que a cultura do sorgo continue ocupando posição de destaque na agricultura nacional, é vital o controle eficiente de doenças e pragas que afetam essa cultura, com destaque para o míldio do sorgo.

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

O míldio do sorgo foi identificado inicialmente na Índia, tendo sido dada a denominação *Sclerospora graminicola* para o fungo patogênico (Butler, 1907). Kulkarni (1913) observou uma fase assexual no processo reprodutivo do fungo. Assim, foi recomendado que, além da nomenclatura *S. graminicola*, se mencionasse a variedade, *Andropogonis-sorghii*. Posteriormente, estudos de morfologia conduzidos por Weston & Uppal (1932) estabeleceram que *Sclerospora sorghi* seria a nomenclatura ideal. Mais tarde, C. G. Shaw definiu que o gênero *Sclerospora* deveria ser substituído por um novo gênero, *Peronosclerospora*, para designar o fungo causador do míldio em gramíneas (Shaw, 1980).

O míldio do sorgo causado pelo fungo *Peronosclerospora sorghi* é capaz de contaminar tanto o sorgo quanto o milho e causar grandes perdas na produção agrícola, principalmente por tornar a planta estéril. Além disso, há uma grande importância econômica para as empresas produtoras de sementes, pois a identificação de apenas uma planta contaminada com míldio em um campo produtor de sementes é suficiente para condenar todo o campo.

Assim sendo, a busca de plantas resistentes às várias raças de *P. sorghi* é de grande importância, pois além das grandes perdas econômicas que podem ser evitadas com essas plantas há também uma importância ecológica advinda da diminuição do uso de fungicidas.

Os sintomas da doença são divididos basicamente em dois tipos, sintomas sistêmicos e sintomas locais. Os sintomas sistêmicos são resultantes da contaminação e da colonização da região meristemática ou de outras zonas de crescimento da planta. Os sintomas locais são caracterizados por manchas mais claras nas folhas, no mesmo sentido das nervuras, formando as manchas cloróticas. Em estádios mais avançados da doença as folhas ficam ressecadas nos locais onde havia manchas cloróticas, tornando-se susceptíveis a danos mecânicos causados pela ação do vento, o que propicia a liberação dos oósporos que são produzidos no parênquima clorofiliano. Sendo também um sintoma da doença, a formação de conídios sob condições especiais de clima, como alta umidade e temperatura amena, é caracterizada por uma massa branca na porção abaxial da folha. Essa característica é usada na fenotipagem de plantas inoculadas com o *P. sorghi*.

A distribuição geográfica do míldio do sorgo é bem ampla, estando o patógeno presente em mais de 40 países no continente Americano, na Ásia, na África e na Oceania. Nos Estados Unidos, três raças de *P. Sorghi* (Bock, 1996) foram identificadas e chamadas de patótipos I, II e III. Esses patótipos foram identificados pela inoculação em plantas com reações diferenciais ao míldio, também chamadas de linhagens diferenciadoras (Tabela 1).

**Tabela 1.** Identificação dos três patótipos de *P. sorghi* nos EUA.

Linhagens	Patótipos de <i>P. sorghi</i>		
	I	II	III
Tx412	S	S	S
CS3541	R	S	S
Tx430	R	R	S
QL3	R	R	R

R = Resistente e S = Susceptível.

No Brasil foram identificadas mais nove raças de *P. sorghi*, também usando linhagens diferenciadoras (Tabela 2) originárias de Sete Lagoas e Paracatu, no estado de Minas Gerais, e de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul.

**Tabela 2:** Identificação das nove raças de *P. sorghi* no Brasil. R = Resistente e S = Susceptível

Linhagens	Raças de <i>P. sorghi</i>								
	4A	16A	18A	20A	22A	22B	20C	22C	22F
QL3	R	R	R	R	R	R	R	R	S
Tx430	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Brandes	R	R	R	R	R	R	S	S	S
SC283	S	S	S	S	S	S	S	S	S
SC170-6-17	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BR005	R	R	S	R	S	S	R	S	S
Tx2536	S	R	R	S	S	S	S	S	S
CMSXS184	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CMSXS226	R	S	S	S	S	S	S	S	S

Há ocorrência diferenciada das raças ou patótipos de *P. Sorghi* identificados nas diversas regiões do país (C. R. Casela, comunicação pessoal), exceto do patótipo II, que ainda não foi identificado no Brasil. Devido à ocorrência diferenciada nas regiões do país e do mundo, a busca de fontes resistentes às várias raças do míldio torna-se de vital importância.

A herança da resistência ao míldio parece ser condicionada por um gene dominante de efeito maior e outros menos expressivos (Gowda, 1995), ainda que esse estudo tenha sido realizado utilizando-se apenas uma fonte de resistência e apenas os três patótipos de *P. Sorghi* identificados nos Estados Unidos.

Alguns marcadores moleculares foram identificados como associados a genes de resistência para os três patótipos de *P.sorghii*. Gowda (1995) identificou os marcadores RAPD OPQ8 e PAL1, que flanqueiam o gene de resistência ao míldio de sorgo a 9,5 e 13,5 cM respectivamente, em uma população derivada da fonte de tolerância SC414. Outros dois marcadores foram associados à resistência ao míldio também por Gowda (1995), porém utilizando a linhagem BTx623 como fonte de resistência. Esses marcadores (Txs1053 e Txs1092(2)) estão localizados no cromossomo 3 do sorgo, a 12 e 14 cM do gene de resistência, respectivamente.

## OBJETIVOS

- Caracterização da herança genética da resistência ao míldio em sorgo.
- Mapeamento dos genes de resistência ao míldio do sorgo.
- Desenvolvimento de marcadores moleculares flanqueando os genes de resistência ao míldio em sorgo para que possam ser usados no programa de melhoramento assistido.
- Piramidação dos possíveis genes que conferem resistência ao míldio em sorgo, bem como a identificação de um gene de amplo espectro de resistência.

## METODOLOGIA

Foram utilizadas nove raças de *P. sorghi* identificadas no Brasil para confirmar e discriminar as fontes de resistência e susceptibilidade ao míldio do sorgo (Tabela 3) em treze linhagens de sorgo do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As sementes foram germinadas em placas de Petri e as plântulas foram transferidas para vasos plásticos de 100 mL colocados em bandejas com 26 vasos por bandeja, sendo mantidos em casa de vegetação durante sete dias até a data da inoculação.

Os isolados de *P. sorghi* foram cultivados *in vivo* utilizando-se a linhagem suscetível SC283. A inoculação foi realizada coletando-se as folhas de SC283 contaminadas com cada uma das raças de *P. sorghi*, que foram previamente identificadas e usadas para inoculação. As bandejas foram colocadas em câmara refrigerada a 18°C e com alta umidade. Após seis horas, a ventilação foi ligada por outras seis horas, fazendo com que os conídios se depositassem nas plantas. As bandejas foram levadas para a casa de vegetação onde permaneceram mais quinze dias, até a data da avaliação fenotípica.

A fenotipagem foi realizada observando-se a formação de conídios na parte abaxial das folhas (Figura 2). As plantas com esse sintoma foram classificadas como susceptíveis, enquanto que as plantas sem sintoma foram classificadas como resistentes a uma determinada raça de *P. sorghi*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das treze linhagens utilizadas no experimento, cinco apresentaram resistência a todas as nove raças do *P. sorghi* e apenas duas apresentaram susceptibilidade a todas as nove raças (Tabela 3).

**Tabela 3.** Identificação de fontes de resistência e susceptibilidade ao míldio do sorgo.

Linhagens	Raças de <i>P. sorghi</i>								
	4A	16A	18A	20A	22A	22B	20C	22C	22F
SC414	R	R	R	R	R	R	R	R	R
QL3	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Tx623B	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ARG-1	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Tx430R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Brandes	R	R	R	R	R	S	R	R	R
ATF54B	S	S	R	R	S	S	R	R	S
IS3620	S	S	S	S	S	S	R	R	R
CMSXS180	R	S	S	S	S	S	R	R	R
BR007	S	S	R	S	S	S	R	R	R
BR012	S	S	S	R	S	S	R	R	S
ATF14B	S	S	S	S	S	S	S	S	S
SC283	S	S	S	S	S	S	S	S	S

R = Resistente e S = Susceptível

As linhagens SC414, QL3, Tx623, ARG-1, Tx430 e Brandes se destacaram como fontes de resistência, sendo a última delas suscetível apenas à raça 22B. As linhagens com maior grau de susceptibilidade ao míldio do sorgo foram a SC283 e a ATF14. As seis linhagens consideradas resistentes no presente experimento foram plantadas em casa de vegetação, onde estão sendo cruzadas com uma fonte susceptível comum, bem como estão sendo efetuados cruzamentos dialélicos seguidos de autofecundação, para a condução de testes alélicos entre as linhagens resistentes.

## RESULTADOS ESPERADOS

Com o cruzamento entre as várias fontes de resistência e uma fonte susceptível comum espera-se realizar a caracterização da herança de resistência ao míldio do sorgo. Paralelamente, os genes de resistência serão mapeados nas populações segregantes, sendo desenvolvidos marcadores moleculares flanqueando os genes de interesse para serem utilizados em programas de seleção assistida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOCK, C. H.; JEGER, M. J. Downy mildew of sorghum. **International Sorghum and Millets Newsletters**, v.37, p,33-51, 1996.

BUTLER, E. J. Some diseases of cereals caused by *Sclerospora graminicola*. **Memoirs of the Department of Agriculture of India Botanical Series**, v.2, p.1-14, 1907.

FREDERIKSEN, R. A. Sorghum downy mildew in the United States: Overview and outlook. **Plant Disease**, v.64, p.903-908, 1980.

GEETHA, N. P.; AMRUTHESH, K. N.; SHARATHCHANDRA, A. G.; SHETY, H. S. Resistance to downy mildew in pearl millet is associated with increased phenylalanine ammonia lyase activity. **Functional Plant Biology**, v.32, p.267-275, 2005.

GOWDA, P. S. B.; MAGILL, C. W.; FREDERIKSEN, R. A.; XU, G. W. DNA based markers for downy mildew. Resistance genes in sorghum. **Genome**, v.38, p.823-826, 1995.

KULKARNI, G. S. Observations on the downy mildew (*Sclerospora graminicola* (Saac.) Schroet.) of bajri and jowar. **Memoirs of the Department of Agriculture of India Botanical Series**, v.5, p.268-273, 1913.

SHAW, C. G. *Pronosclerospora* (Ito) Shirai and K.Hara antedates *Peronosclerospora* (Ito) C.G. Shaw. **Mycologia**, v.72, p.425-426, 1980.

WESTON, W. H.; UPPAL, B. N. The basis for *Sclerospora sorghi* as a species. **Phytopathology**, v.22, p.573-586, 1932.