

Capítulo 19

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do sorgo no Brasil

Elizabeth de Oliveira

Fernando Tavares Fernandes

José Avelino Santos Rodrigues

Flávio Dessaune Tardin

Elena Charlotte Landau

Introdução

As condições climáticas podem ser tanto favoráveis quanto limitantes ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, particularmente, as condições de temperatura e de umidade. Da mesma forma, podem também ser favoráveis ou limitantes à incidência e severidade das doenças nestas plantas. Portanto, o conhecimento das condições climáticas que influenciam o desenvolvimento das doenças contribui para a adoção de medidas adequadas de controle. Por outro lado, o conhecimento das condições climáticas que afetam o desenvolvimento e a produção das culturas poderá ser utilizado para definir quais regiões e épocas serão mais propícias para a realização de plantios.

O sorgo pode ser cultivado em diferentes regiões do território nacional, em diferentes épocas do ano, com exceção de locais com temperaturas noturnas inferiores a 16 °C, por um período superior a quatro horas, o que pode interferir negativamente no potencial produtivo devido ao abortamento de flores. Entretanto, as condições climáticas predominantes, em cada região onde o sorgo é cultivado, podem favorecer de forma diferenciada o desenvolvimento das doenças nessa cultura.

As mudanças climáticas que estão sendo prognosticadas para o futuro no Brasil, poderão alterar o padrão de distribuição das culturas, assim como de suas doenças, em relação ao panorama atual. Essas possíveis modificações serão analisadas para a cultura do sorgo.

A cultura do sorgo no Brasil

A cultura do sorgo tem apresentado expressiva expansão nos últimos anos agrícolas, atingindo em 2008/2009, uma área plantada estimada em cerca de um milhão de hectares (IBGE, 2008). Esse crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e de forragem da cultura, além da sua capacidade de suportar estresses ambientais. A cultura do sorgo tem sido uma opção para a produção de grãos e forragem em todas as situações em que a deficiência hídrica e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho.

Do ponto de vista de mercado, o cultivo de sorgo em sucessão a culturas de verão tem contribuído para a oferta de alimentos de boa qualidade para alimentação animal, e de baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações. A agroindústria de carnes se expande e busca matérias primas de menor custo para alimentação de planteis de aves, suínos

e bovinos, tendo tanto o sorgo granífero quanto o forrageiro como opções. Por outro lado, o sistema de plantio direto abriu um amplo campo para o cultivo do sorgo, por este ser um excelente produtor de palha de alta qualidade.

O sorgo é reconhecidamente resistente à seca e altamente responsivo em cultivos irrigados. A redução na produção do sorgo, em função de deficiência hídrica, depende da intensidade dessa deficiência e do estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra quando essa deficiência ocorre. Lewis et al. (1974) verificaram reduções de 1 % na produção do sorgo quando a deficiência hídrica ocorreu no estágio vegetativo até o início do botão floral, reduções de 34 % quando a deficiência hídrica ocorreu após o início do botão floral até a emissão da panícula, e 10 % após a emissão da panícula até o completo enchimento dos grãos. Segundo Blum (1974), a produção e a resistência à seca são caracteres controlados por fatores genéticos separados e individuais.

O sorgo desenvolve-se bem sob condições de temperatura entre 16 °C e 38 °C, sendo que a ocorrência de temperaturas inferiores à mínima ou superiores à máxima podem reduzir significativamente sua produção. Quanto à utilização de água, o sorgo precisa de aproximadamente 330 l de água para produção de 1 kg de matéria seca (ALDRICH et al., 1975). Ao longo de seu desenvolvimento, em condições hídricas ideais, o sorgo utiliza 25 mm de água após plantio, 250 mm durante seu desenvolvimento e 25 a 50 mm no período de maturação fisiológica (DOGGET, 1970).

Atualmente, o sorgo granífero está concentrado na região Sul do Brasil (região de fronteira), em plantios de verão, e nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, em plantios em sucessão às culturas de verão, e na região Nordeste, em plantios realizados nos meses de abril e maio, quando inicia-se o período chuvoso. As regiões Sudeste e Centro-Oeste respondem por 80 % da área plantada com a cultura. A soja, principal parceira do sistema de sequência de culturas, avança para os estados da região Norte e da região Nordeste, e o sorgo segue esse avanço (LANDAU et al., 2008). A Fig. 1 mostra a produção de sorgo granífero, nas diferentes áreas cultivadas, no Brasil, no ano de 2007.

O avanço dessa cultura para a região Centro-Oeste e o desenvolvimento de cultivares mais produtivas têm proporcionado ganhos significativos na sua produção no Brasil. Tal avanço deve-se, entre outras razões, ao desenvolvimento de materiais geneticamente superiores, tanto do ponto de vista de produtividade, quanto de resistência a doenças.

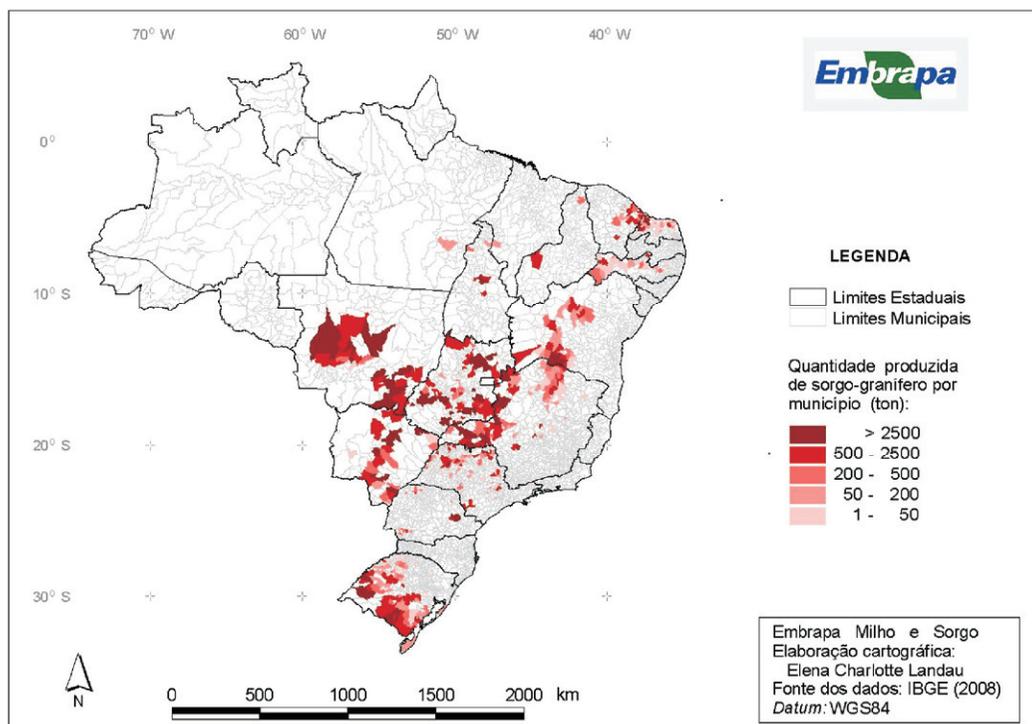


Fig. 1. Produção de sorgo granífero no Brasil em 2007.

Cenário atual das doenças na cultura do sorgo

Na cultura do sorgo, ocorrem diversas doenças causadas por fungos, bactérias e vírus, em níveis de severidade variáveis em função da suscetibilidade da cultivar e da predominância de condições climáticas favoráveis. Na Tabela 1, encontram-se relacionadas as principais doenças que têm sido observadas nas diferentes regiões geográficas do Brasil, onde o sorgo é cultivado.

Tabela 1. Principais doenças atualmente observadas na cultura do sorgo no Brasil.

Região	Doença
Nordeste	Mancha-de-Exserohilum turcicum, antracnose, ferrugem, mosaico da cana-de-açúcar, podridão-do-colmo-de-Macrophomina, podridão-do-colmo-de-Fusarium, mancha-de-Ramulispora e mancha-zonada.
Centro-Oeste	Mancha-de-Exserohilum turcicum, antracnose, podridão-do-colmo-de-Fusarium, mancha-de-Ramulispora, mancha-zonada, mancha-de-Cercospora e bacterioses.
Sudeste	Mancha-de-Exserohilum turcicum, antracnose, ferrugem, podridão-do-colmo-de-Fusarium, mancha-de-Ramulispora, mancha-zonada, mancha-de-Cercospora e bacterioses.
Sul	Mancha-de-Exserohilum turcicum, antracnose, doença-açucarada e míldio-do-sorgo.

Características das doenças que ocorrem na cultura do sorgo

Mancha-de-*Exserohilum turcicum* ou helmintosporiose *Exserohilum turcicum*

Em alta severidade, a doença reduz significativamente a área fotossintética do sorgo e, em consequência, a quantidade e a qualidade dos grãos e da forragem. A ocorrência da doença tem aumentado em anos recentes. Os sintomas são lesões necróticas elípticas que coalescem necrosando grandes áreas nas folhas. A cor da borda dessas lesões varia de amarelada a avermelhada, dependendo da cultivar de sorgo. O agente causal é disseminado pela ação do vento e sobrevive nos restos de cultura e no solo, na forma de clamidósporos. A doença é favorecida pela presença de orvalho na superfície das folhas e por temperaturas entre 18 °C e 27 °C.

Antracnose

Colletotrichum sublineolum (sin. *Colletotrichum graminicola*)

A antracnose destaca-se entre as doenças mais importantes da cultura do sorgo. Ataca as folhas, o colmo, a panícula e os grãos. Pode causar perdas severas na produção de cultivares suscetíveis. Causa considerável redução no conteúdo de açúcar do colmo, como resultado da destruição da área foliar. Os sintomas aparecem nas folhas como pequenas manchas necróticas elípticas ou circulares (5 mm) que se desenvolvem com centro de coloração palha circundadas por margem avermelhada. Sob condições de alta umidade, ou chuva, as lesões coalescem atingindo grandes áreas foliares. Esse fungo sobrevive nos restos da cultura e desenvolve-se sob temperaturas entre 22 °C e 30 °C.

Doença-açucarada

Claviceps africana (forma anamórfica: *Sphacelia sorghi*)

A ocorrência dessa doença no Brasil foi relatada pela primeira vez em 1995. A doença-açucarada ataca as espiguetas da planta de sorgo e infecta os ovários prejudicando a formação das sementes e dos grãos. É favorecida por condições de temperatura entre 20 °C e 25 °C e umidade relativa acima de 80 % durante o florescimento e polinização das plantas. Temperaturas inferiores a 16 °C limitam a liberação de pólen e, assim, favorecem o estabelecimento da

doença, visto que, a suscetibilidade dos ovários decresce com a fertilização. A doença açucarada pode causar prejuízos significativos, especialmente na produção de sementes. O patógeno é disseminado pelo vento e por insetos. As inflorescências infectadas apresentam a produção de um exsudato açucarado, que atrai os insetos.

Míldio-do-sorgo *Peronosclerospora sorghi*

Essa doença foi detectada no Brasil na década de 1970, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Atualmente, encontra-se em outras regiões. As plantas de sorgo se tornam estéreis quando são infectadas por esse patógeno nos estádios iniciais de desenvolvimento. Os sintomas nas folhas caracterizam-se pela formação de faixas cloróticas que, com a formação dos oósporos do fungo ao longo das nervuras, tornam-se marrons e se rasgam. A principal forma de disseminação desse fungo é por meio dos conídios. A produção de conídios é favorecida por temperaturas noturnas entre 14 °C e 15 °C. O patógeno pode também sobreviver no solo, na forma de oósporos. A infecção das plantas ocorre na presença de orvalho, sob temperaturas entre 21 °C e 23 °C.

Mancha-de-Cercospora *Cercospora fusimaculans*

Os sintomas característicos são pequenas lesões circulares, com centro necrótico, dispostas em cadeia limitada pelas nervuras secundárias, à semelhança de um rosário. Esse patógeno sobrevive nos restos da cultura. A doença é favorecida por clima quente e úmido (com temperatura média em torno de 21 °C e alta umidade relativa), quando essas condições ocorrem de forma continuada.

Ferrugem *Puccinia purpurea*

Destaca-se entre as doenças mais importantes, sendo de ocorrência generalizada na cultura do sorgo. O sintoma típico é a presença de pústulas de coloração púrpura, vermelha ou palha, dependendo da cultivar de sorgo, presentes em ambas as faces das folhas. O desenvolvimento desse fungo é favorecido por condições de temperatura entre 26 °C e 29 °C.

Podridão-do-colmo-de-Macrophomina *Macrophomina phaseolina*

O desenvolvimento do patógeno é favorecido por condições de alta temperatura (35 °C a 37 °C) e baixa umidade no solo. Essas condições predispõem as plantas de sorgo ao desenvolvimento da doença. A doença tem aumentado na cultura do sorgo no Brasil. É uma doença que pode promover grandes perdas na produção, uma vez que colmos infectados quebram-se com facilidade e suas panículas não podem ser colhidas mecanicamente. Esse patógeno sobrevive no solo e pode infectar várias espécies vegetais cultivadas.

Podridão-do-colmo-de-Fusarium *Fusarium moniliforme*

Essa podridão é favorecida por condições de alta umidade no solo. O desenvolvimento do fungo é beneficiado por temperaturas entre 25 °C e 35 °C. A doença pode causar murcha ou quebra do colmo e as plantas podem morrer prematuramente, durante o desenvolvimento dos grãos. Em plantas infectadas por *Fusarium moniliforme*, os dois ou três internódios inferiores apresentam, internamente, grandes áreas avermelhadas.

Mancha-de-Ramulispora *Ramulispora sorghi*

Essa doença, de grande importância na China e nos Estados Unidos da América, tem sido eventualmente detectada na cultura do sorgo no Brasil. O fungo infecta apenas espécies do gênero *Sorghum*. Pequenos pontos arredondados de cor avermelhada aparecem nas folhas e bainhas e se desenvolvem em lesões alongadas, elípticas, com centro cor de palha e margem amarelada. Com o envelhecimento, o centro das lesões escurece e torna-se acinzentado com pontos negros, constituídos por escleródios. Essa doença é favorecida por alta umidade relativa e altas temperaturas. A temperatura ótima para o crescimento do fungo é 28 °C.

Mancha-zonada *Gloeocercospora sorghi*

Essa doença é de ocorrência eventual na cultura do sorgo no Brasil. Os sintomas são lesões circulares avermelhadas, com margens irregulares,

alternadas de forma concêntrica com lesões de cor palha. As lesões ocorrem, em maior frequência, nas margens das folhas. O crescimento do fungo é favorecido por temperaturas variando entre 28 °C e 30 °C e alta umidade relativa.

Mosaico da cana-de-açúcar *Sugarcane mosaic virus*

O mosaico da cana-de-açúcar pode causar perdas severas na cultura do sorgo. É causado por espécies de potyvirus que são disseminados por pulgões. Essa virose ocorre também no milho e em várias espécies de gramíneas selvagens e cultivadas. Os sintomas típicos se caracterizam pela presença, nas folhas, de manchas cloróticas entremeadas por manchas verdes, padrão de mosaico. No sorgo, esses sintomas podem evoluir para grandes áreas necrosadas, em geral, com tonalidade avermelhada. No Brasil, foi detectada uma variante da espécie *Sugarcane mosaic virus* diferindo em sequência de nucleotídeos e de aminoácidos das sequências relatadas para esse vírus em outros países. A maior incidência e desenvolvimento dessa virose são favorecidos pelas condições de temperaturas em torno de 30 °C e alta umidade relativa.

Bacterioses

As doenças causadas por bactérias, no sorgo, são favorecidas por condições de alta umidade no solo e no ar, ocorrência de chuvas, dias nublados e temperaturas entre 22 °C e 30 °C.

Condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças do sorgo

Embora não estejam disponíveis informações específicas para o desenvolvimento de algumas doenças do sorgo, observa-se que, de forma geral, para a maioria das doenças em diversas culturas, condições de alta umidade do ar favorecem o desenvolvimento de fungos e de bactérias patogênicas. Na Tabela 2, estão relacionadas as condições climáticas que favorecem as doenças do sorgo e que serão utilizadas para analisar os impactos potenciais das mudanças climáticas.

Tabela 2. Condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças do sorgo.

Doença	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Outra condição
Mancha-de-Exserohilum turcicum		18 a 27	Presença de orvalho
Antracnose		22 a 30	
Doença-açucarada	> 80 %	15 a 25	
Míldio-do-sorgo		21 a 23	Presença de orvalho
Mancha-de-Cercospora		21	
Ferrugem		26 a 29	
Mosaico da cana-de-açúcar		30	
Podridão-do-colmo-de-Macrophomina		35 a 37 (no solo)	Baixa umidade do solo
Podridão-do-colmo-de-Fusarium		25 a 35	Alta umidade do solo
Mancha-de-Ramulispora	Alta	28	
Mancha-zonada		28 a 30	Baixa umidade do solo
Bacterioses	Alta	22 a 30	Alta umidade do solo

Análise do efeito das mudanças climáticas sobre a severidade das doenças do sorgo no cenário A2

De forma geral, as alterações climáticas prognosticadas para o período de 2071 a 2100 favorecerão o desenvolvimento e a intensificação do cultivo do sorgo no Brasil. É conhecido que a cultura do sorgo desenvolve-se bem em uma amplitude de temperatura que pode variar de 16 °C a 38 °C. As condições climáticas prognosticadas para o futuro indicam que, em algumas regiões do território nacional, ocorrerão aumentos de temperatura e mudanças nos níveis de precipitação pluviométrica que ainda assim favorecerão a expansão da cultura. Por outro lado, em outras regiões ocorrerão aumentos na precipitação pluviométrica, hoje limitante à cultura do sorgo. Esses aumentos serão acompanhados por aumentos na temperatura ainda dentro da faixa de tolerância da cultura. De forma geral, as alterações do clima no futuro afetarão de forma diferenciada a incidência, a severidade e, em consequência, a importância relativa das principais doenças que afetam a cultura no Brasil.

O sorgo é plantado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, nos meses de outubro a dezembro, e no Paraná, nos meses de novembro a março, quando há ocorrência de chuvas e a temperatura se eleva até níveis favoráveis. No futuro, nesses meses, a temperatura será mais alta, porém dentro da faixa de tolerância do sorgo, o que poderá inclusive contribuir para a redução do ciclo de desenvolvimento da planta, em relação ao ciclo atual que é, muitas vezes, prolongado devido à ocorrência de frio. A precipitação pluviométrica nessas regiões não será afetada significativamente, e por isso não representará fator limitante para o seu cultivo.

Com relação às doenças atualmente predominantes nessa região, o míldio e a doença-açucarada, com melhor desenvolvimento em baixas

temperaturas, serão desfavorecidas pelas temperaturas mais elevadas. A mancha-de-Exserohilum turcicum, a antracnose e a ferrugem poderão ser favorecidas. Outras doenças atualmente mais comuns nas regiões Sudeste e Centro-Oeste tornar-se-ão importantes na região Sul.

Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o sorgo é plantado em duas épocas, abrangendo os meses de novembro a março. Nessas regiões, no futuro, ocorrerão reduções na precipitação pluviométrica e aumentos na temperatura, que poderão resultar na necessidade de antecipar o plantio para evitar períodos de muita seca. Nessas regiões, considera-se que continuarão sendo importantes as doenças relacionadas na Tabela 1.

Em regiões semiáridas da região Nordeste e no sul do Estado da Bahia e norte de Minas Gerais, o sorgo pode ser plantado o ano todo, com irrigação. Sem irrigação, na região Nordeste, o sorgo é plantado nos meses de março e abril e, no norte de Minas Gerais e no sul da Bahia, nos meses de novembro a janeiro. Observa-se que os prognósticos para o futuro são indicativos de aumentos na precipitação pluviométrica nessas regiões nos meses de dezembro a março e a temperatura não deverá sofrer alterações significativas. Essas condições poderão favorecer a intensificação do plantio de sorgo nessas regiões. Nessas condições, o panorama atual das doenças do sorgo, apresentado na Tabela 1, sofrerá algumas alterações no futuro.

As previsões para o mundo futuro, de acordo com o cenário A2, são de alto crescimento populacional dentro de um desenvolvimento econômico com orientação regional. Nesse contexto pode-se esperar aumento na demanda por grãos, o que favorecerá a cultura do sorgo. As mudanças climáticas serão favoráveis à expansão da cultura e, possivelmente, serão desfavoráveis a culturas de grãos menos tolerantes a altas temperaturas, condições estas prognosticadas para várias regiões atualmente produtoras desses grãos. Isso aumentará a demanda por sorgo granífero e poderá resultar na expansão da indústria de aves e suínos para as regiões Centro-Oeste e Nordeste.

Em decorrência do alto crescimento populacional, deverá ocorrer também aumento na produção do sorgo forrageiro para a alimentação animal. Além disso, o desenvolvimento econômico com orientação regional vai exigir melhor organização dos sistemas de produção de sorgo com utilização de alta tecnologia, o que contribuirá para o aumento da sua produtividade.

Outras alternativas de uso para o sorgo, a exemplo de perspectivas para a produção de biocombustível, poderão contribuir também para aumentar a demanda futura por esse cultivo e, conseqüentemente, as doenças se tornarão mais importantes.

Considerações finais

A análise do efeito potencial das mudanças climáticas sobre a cultura do sorgo e suas doenças evidencia que, de forma geral, essa cultura será beneficiada. Tanto as condições climáticas, quanto o aumento da demanda por grãos e por alimentos no futuro serão determinantes para a expansão da cultura, intensificação do plantio desse cereal, aumento do nível tecnológico nos sistemas de produção e aumento de produtividade. Algumas doenças perderão importância para a cultura. A abrangência de ocorrência de outras doenças, hoje importantes, será ampliada. Essa análise pode contribuir no direcionamento de pesquisas visando ao manejo futuro dessas doenças.

Referências

- ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. **Modern corn production**. Illinois: A & L Publications, 1975.
- BLUM, A. Genotypic responses in sorghum to drought stress; I. response to soil moisture stress. **Crop Science**, Madison, v.14, p. 361-364, 1974.
- DOGGETT, H. **Sorghum**. Harlow: Longman, 1970. 403 p.
- IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal 2008**. Disponível em: <www.ibge.gov.br >. Acesso em jun. 2008.
- LANDAU, E. C.; MENDES, S. M.; LONGO, L. A. Análise espaço-temporal da expansão do sorgo-granífero no Brasil entre 1975 e 2008. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, 2008. (Resumo expandido).
- LEWIS, R. B.; HILER, E. A.; JORDAN, W. R. Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 589-591, 1974.
- NGUGI, H. K.; KING, S. B.; ABAYO, G. O.; REDDY, Y. V. R. Prevalence, incidence, and severity of sorghum diseases in Western Kenya. **Plant Disease**, v. 86, p.65-70, 2002.