

Capítulo 15

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da mandioca no Brasil

Harllen Sandro Alves Silva

Eduardo Chumbinho de Andrade

Introdução

A mandioca, *Manihot esculenta*, tem origem sul-americana e é cultivada desde a antiguidade pelos povos nativos desse continente. A cultura desempenha uma elevada importância social como principal fonte de carboidratos para mais de 700 milhões de pessoas, essencialmente nos países em desenvolvimento. Adicionalmente, a exploração do amido (fécula) principalmente pelo setor industrial, e o emprego da mandioca na alimentação animal ressaltam o valor econômico da cultura.

A área cultivada com mandioca no mundo é de, aproximadamente, 18,7 milhões de ha nas mais diversas regiões do planeta. O Brasil, com pouco mais de 2 milhões de ha, figura como um dos maiores produtores mundiais da raiz com uma produção aproximada de 28 milhões de toneladas em 2008. Isso representa mais de 10 % de toda a safra mundial para o referido ano.

A mandioca é cultivada em todo o território nacional e a região Nordeste apresenta-se como a responsável por aproximadamente 50 % da área plantada e quase 40 % de toda a produção brasileira, sendo a Bahia o estado maior produtor da região. A seguir vem a região Norte, onde se destaca o estado do Pará no tocante à quantidade produzida de raízes. Porém, os estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul detêm as maiores produtividades, com média de 20 toneladas de raízes/ha.

O ciclo de produção da mandioca dura cerca de seis a 36 meses, dependendo da variedade. Comercialmente, a cultura é cultivada durante o período de 12 a 18 meses. Para a mandioca de mesa, a colheita ocorre com oito a 10 meses. A faixa de temperatura ideal para o cultivo situa-se entre 20 °C e 27 °C (média anual), podendo a planta crescer bem entre 16 °C e 38 °C. A faixa mais adequada de precipitação pluviométrica está compreendida entre 1.000 a 1.500 mm/ano. Porém, a mandioca produz em locais com índices de até 4.000 mm/ano e também em regiões semiáridas, com 500 a 700 mm/ano.

Em plantios no Sul e Sudeste, durante o ciclo, são realizadas podas, o que pode expor as plantas ao ataque de patógenos. Na região Nordeste, é muito comum o plantio escalonado, para fins de abastecimento constante do mercado. Tal prática proporciona a presença constante da cultura no campo, inibindo a quebra do ciclo dos patógenos, o que aumenta as condições favoráveis à infecção.

Embora a mandioca seja uma cultura relativamente rústica, as mudanças nas condições climáticas podendo influenciar diretamente no desenvolvimento das plantas e, certamente, no ciclo dos patógenos. Assim, doenças consideradas de pouca importância poderão emergir como uma

fitomoléstia limitante à produção, bem como, o contrário poderá acontecer.

Com base no conhecimento das condições de temperatura e de umidade relativa que favoreçam o desenvolvimento de patógenos, e considerando as previsões de mudanças climáticas para os próximos 80 anos nas cinco regiões brasileiras, será discutido o provável impacto sobre as doenças de maior importância na cultura da mandioca, atualmente.

Doenças causadas por fungos e oomicetos

Cercosporiose

Cercosporidium henningsii e *Cercospora vicosae*

A cercosporiose da mandioca causa lesões nas folhas, sob a forma de manchas necróticas. O ataque de *Cercosporidium henningsii* se evidencia por manchas com bordas bem definidas e escuras, com no máximo 1,0 cm de diâmetro. A doença também é conhecida como mancha-parda. Por outro lado, *Cercospora vicosae* produz manchas maiores e irregulares, sem bordas definidas, sendo mancha-parda-grande outra denominação comumente usada para a doença. Embora a ocorrência da cercosporiose seja constatada em todas as regiões produtoras, as perdas originadas pela doença não são significativas mesmo em ataques severos. Os patógenos possuem uma grande capacidade de adaptação com relação à temperatura, porém a estação chuvosa é mais favorável ao seu desenvolvimento.

A previsão para as décadas centradas em 2050 e 2080 é que a redução nos índices pluviométricos para a maioria dos meses do ano possam desfavorecer a cercosporiose, notadamente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, mantendo a mesma importância que tem nos dias atuais.

Mancha-branca

Phaeoramularia manihotis

Doença foliar que se caracteriza pelo aparecimento de manchas com no máximo 5 mm de diâmetro, com centro esbranquiçado e bordas bem definidas e avermelhadas. Normalmente colonizando as folhas mais velhas das plantas, a mancha-branca é mais frequente em locais com alta umidade e regiões de clima mais ameno, mas pode ser constatada com menor intensidade também em regiões de temperaturas mais quentes. Porém, não causa prejuízos significativos.

A diminuição das precipitações prevista e a predileção do fungo por alta

umidade fazem supor que a doença manterá seus níveis de importância atual.

Antracnose

Colletotrichum gloeosporioides f. sp. *manihotis*

A antracnose da mandioca ocorre em todas as regiões produtoras do Brasil, porém com maior intensidade no Nordeste e no Sudeste. Geralmente causa perdas mais significativas quando as condições climáticas são favoráveis e o ataque ocorre em cultivos jovens. Seus sintomas são bastante peculiares, com cancos deprimidos e elípticos nas hastes e pecíolos, com a presença de esporos de coloração rósea em condições de alta umidade. Temperaturas variando de 18 °C a 28 °C e alta umidade favorecem o crescimento do patógeno.

Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, haverá uma diminuição na importância da doença devido ao aumento da temperatura e redução no volume de chuvas. Nas regiões Sul e Sudeste, a ocorrência da antracnose não será afetada pela temperatura, uma vez que as previsões de elevação não suplantam as temperaturas ótimas para o desenvolvimento do fungo, bem como o volume de chuvas não será alterado significativamente.

Ferrugem

Uromyces manihotis

A ferrugem da mandioca não tem sido considerada uma doença importante no Brasil. Todavia, nos últimos dois anos, surtos epidêmicos têm sido relatados em alguns estados nordestinos, como Bahia e Sergipe. Os sintomas da doença são tipicamente similares às ferrugens que ocorrem em outras espécies vegetais, principalmente em tecidos jovens, evidenciando-se como pústulas alaranjadas a marrom na face abaxial das folhas, pecíolos, caule e também nos frutos. Urediniósporos podem ser facilmente visualizados nas pústulas. Sabe-se que a doença está associada a temperaturas amenas (18 °C a 23 °C) e alta umidade relativa. Uma vez que as condições climáticas para ocorrência da ferrugem são similares às favoráveis ao surgimento da antracnose, é comum a associação entre as duas doenças no campo, o que poderá acarretar sérias perdas na produção.

Devido às similaridades nos fatores climáticos favoráveis, as previsões para a antracnose são extensivas à ferrugem.

Superalongamento *Sphaceloma manihoticola*

O superalongamento manifesta-se pelo alongamento exagerado dos entrenós das hastes jovens, pela ação do ácido giberélico produzido pelo patógeno. Adicionalmente, podem ser vistos cancrios coriáceos típicos das verrugoses nas hastes e folhas retorcidas. Sob condições favoráveis, alta pluviosidade e temperaturas entre 20 °C e 28 °C, a doença pode gerar perdas de até 80 % em variedades suscetíveis. Embora tenham sido divulgados relatos da sua presença no Paraná, a doença ocorre de forma significativa na região Norte do Brasil e em algumas áreas ao norte de Mato Grosso.

Em 2080, a doença encontrará condições menos propícias devido ao aumento da temperatura acima do ponto ótimo de sobrevivência do patógeno e redução na quantidade de chuvas. Medidas devem ser tomadas para impedir a introdução dessa doença nas regiões Sul e Sudeste, onde o aumento de temperatura e a manutenção da pluviosidade previstos podem fazer com que a mesma se destaque.

Oídio *Oidium manihotis*

O oídio é uma doença sem importância econômica no que se refere à produtividade, porém amplamente distribuída. Típica das épocas secas do ano, o ataque do patógeno manifesta-se pelo crescimento fúngico branco, de aspecto pulverulento, sendo mais comum nas folhas mais baixas, onde são encontrados micélio, conídios e conidióforos. O fungo pode crescer em ampla faixa de temperatura, entre 15 °C e 35 °C, e umidade relativa entre 85 % e 95 %, porém, sem a presença de água livre que pode remover as estruturas do patógeno nas folhas.

Pelas previsões de aumento da temperatura, a doença poderá aumentar seus níveis na região Sul. Nas demais regiões, o oídio não apresentará alterações significativas.

Podridões radiculares *Phytophthora drechsleri* e *Fusarium solani*

Há mais de vinte agentes fitopatogênicos descritos como causadores da podridão-radicular em mandioca, onde *Phytophthora drechsleri* e *Fusarium solani* são os de maior ocorrência. Geralmente restrita a plantios em solos

argilosos ou mal drenados, a doença causa perdas de 30 % em média. Entretanto, há relatos de perda total da produção em surtos epidêmicos. Os sintomas provocados pelos dois patógenos são marcantes e facilmente reconhecidos por observação em campo. Em linhas gerais, *Phytophthora drechsleri* ataca as plantas na fase adulta, ocasionando podridões moles com odor forte característico. Já *Fusarium solani* acomete a cultura em qualquer estágio de desenvolvimento colonizando o colo da haste, junto ao solo, provocando a obstrução dos tecidos vasculares, impedindo assim a livre circulação da seiva e, conseqüentemente, ocasionando a podridão indireta e seca das raízes. A murcha é um sintoma geralmente associado ao ataque desses patógenos. Há pouca informação sobre as condições de ambiente ótimas para os patógenos causadores de podridões radiculares em mandioca. Porém, períodos prolongados de chuva em solos com má drenagem favorecem sua ocorrência.

A doença é a causa mais limitante da produção de mandioca na região Nordeste. Considerando os dados de precipitação pluviométrica para a região até 2080, a doença encontrará condições propícias nos meses de dezembro e janeiro. Nos demais meses a redução pluviométrica desfavorecerá essas epidemias. Nas demais regiões, haverá uma diminuição da importância da doença causada por *Phytophthora drechsleri*, devido à redução no volume de chuvas, com exceção da região Sul. A podridão-radicular causada por *Fusarium solani* deverá manter a importância atual pelo aumento na temperatura, o que poderá acelerar o processo de murcha das plantas.

Doenças causadas por bactérias

Bacteriose

Xanthomonas axonopodis pv. *manihotis*

É a bacteriose mais importante da cultura da mandioca e um dos fatores limitantes da produção no Brasil, sobretudo nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Em condições climáticas favoráveis, pode causar prejuízos da ordem de 50 % a 100 %, em variedades suscetíveis. Plantas atacadas pela bactéria, inicialmente, apresentam manchas foliares angulares que podem coalescer e tomar grandes extensões. A bactéria a partir daí migra para o xilema e os sintomas evoluem para murcha, necrose do sistema vascular e morte descendente. A bactéria desenvolve-se bem em temperaturas entre 22 °C e 26 °C e umidade relativa entre 90 % e 100 %. Porém, tem-se observado ataques severos em regiões com temperaturas variando de 20 °C a 30 °C.

Para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, o aumento da temperatura

favorecerá a ocorrência de epidemias, porém o regime de chuvas será fator limitante. Na região Sul, as condições prevalentes estimadas para os meses de maio a agosto desfavorecerão a doença. Para as regiões Norte e Nordeste, a importância da bacteriose tenderá a não sofrer mudanças ou ainda diminuir, principalmente pelo aumento da temperatura prevista, pois a doença não causa danos significativos em áreas mais quentes, mesmo com elevada precipitação pluviométrica.

Doenças causadas por vírus

Os vírus detectados na cultura da mandioca no Brasil são: o vírus do mosaico comum (*Cassava Common Mosaic Virus*, CsCMV), o vírus do mosaico das nervuras (*Cassava Vein Mosaic Virus*, CsVMV) e o vírus do 'couro de sapo' (*Cassava Frogskin Disease*, CFSD).

O CsCMV é o vírus que acarreta maiores perdas à cultura da mandioca na América Latina devido à sua ampla disseminação (CIAT, 1992). No Brasil, é encontrado em todas as regiões produtoras, principalmente nos cultivos do Sul e Sudeste, infectando diferentes variedades. O sintoma de mosaico nas plantas infectadas, característico da doença, se manifesta com maior intensidade em regiões com temperaturas mais amenas. Entretanto, observa-se que, conforme a temperatura se eleva, os sintomas se tornam mais suaves, desaparecendo por completo quando as condições de temperatura tornam-se elevadas, entre 28 °C e 32 °C. Assim como os sintomas, a concentração viral nessas plantas é drasticamente reduzida. O vírus é disseminado apenas por material propagativo contaminado.

O CsVMV, por outro lado, está amplamente disseminado na região Nordeste, principalmente na região do semiárido (SANTOS; KITAJIMA, 1990; CIAT, 1992), sendo comum a ocorrência de cultivos com 50 % a 100 % de plantas apresentando sintomas. Os sintomas induzidos em mandioca são bem característicos, consistindo em clorose que acompanha as nervuras, podendo coalescer formando padrão de mosaico. Em casos severos da doença, normalmente associados a temperaturas elevadas, é comum observar forte retorcimento do limbo foliar. Seu modo de disseminação principal é por meio de material propagativo infectado. Entretanto, o padrão de disseminação no campo sugere a existência de vetor ainda não identificado (CIAT, 1992).

A virose 'couro de sapo' foi descrita originalmente na região Amazônica do Brasil e Colômbia (LOZANO et al., 1983). Atualmente, se encontra disseminado na região Amazônica e em regiões da Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro (CIAT, 1992; FUKUDA; SILVA, 1997). A planta afetada

normalmente não apresenta sintomas na parte aérea, o que dificulta sua diagnose. Os sintomas ocorrem predominantemente nas raízes, que não engrossam e tornam-se fibrosas, com a epiderme apresentando rachaduras longitudinais (LOZANO et al., 1983). A disseminação no campo se dá pela propagação de manivas (material de plantio) infectadas e também pela espécie de mosca branca *Bemisia tuberculata*.

A temperatura é o principal parâmetro climático que influencia a interação planta-vírus, podendo alterar a resposta da planta à infecção viral, inclusive determinando a quebra da resistência a determinadas viroses. Além disso, é um fator importante para a severidade dos sintomas, uma vez que afeta a taxa de replicação e o movimento do vírus na planta. Estudos com diferentes viroses demonstraram que, geralmente, os sintomas são mais severos em temperaturas entre 18 °C e 22 °C, embora algumas induzam sintomas mais intensos em temperaturas elevadas (BOS, 1978). A maioria das viroses apresenta taxa reduzida de replicação em temperaturas próximas a 30 °C e param de replicar em temperaturas próximas a 36 °C (KASSANIS, 1957).

Além do efeito no vírus e no hospedeiro, alterações climáticas que favoreçam ao aumento da população de insetos vetores poderão acarretar em maior taxa de transmissão/disseminação de viroses.

Diante de prováveis alterações climáticas, principalmente elevação da temperatura e a redução da precipitação pluviométrica em todas as regiões produtoras brasileiras, é esperado que essas mudanças interfiram de modo diferente nas viroses, visto que possuem características biológicas, moleculares e epidemiológicas próprias.

Como o CsCMV predomina e exibe sintomas mais severos em climas mais amenos, a elevação da temperatura terá um efeito negativo, sobre a ocorrência da virose, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Nessas regiões, está prevista uma elevação em torno de 2 °C a 3 °C (IPCC, 2007; MARENGO, 2007), condições menos favoráveis ao vírus, levando à redução na taxa de replicação e no acúmulo viral, podendo acarretar em uma menor eficiência de disseminação no campo.

Por outro lado, é provável que não haja efeito negativo ao CsVMV, pois o vírus já está adaptado às condições elevadas de temperatura. Ao contrário, o aumento generalizado da temperatura no Brasil poderá facilitar a disseminação do CsVMV, devido ao aumento de regiões produtoras com condições climáticas favoráveis ao vírus, principalmente no Sudeste. A presença do CsVMV nessas regiões pode levar à redução ou ao desaparecimento do CsCMV.

Quanto ao CFSD, é esperado um aumento na disseminação do vírus,

visto que períodos secos e temperaturas elevadas são favoráveis ao desenvolvimento da mosca-branca. A taxa de desenvolvimento de *Bemisia tuberculata* está correlacionada positivamente com a temperatura (BUTLER et al., 1983). A intensidade dos sintomas é influenciada diretamente pela temperatura, pois em condições mais amenas há um aumento na severidade dos sintomas nas raízes e em muitos casos estas não acumulam amido (CIAT, 1992).

Estudos epidemiológicos conduzidos na Colômbia reportaram que, em anos quentes e secos, a taxa de disseminação do CFSD foi elevada. Entretanto, o vírus induziu nas plantas infectadas principalmente sintomas foliares, e apenas em algumas cultivares mais suscetíveis foi observado sintomas nas raízes (CIAT, 1992; CIAT, 1993). Diante disso, espera-se maior disseminação do vírus, porém sua importância econômica irá depender da interação entre o vírus, as variedades utilizadas no local e a temperatura.

Referências

- BOS, L. **Symptoms of virus diseases in plants**. 3. ed. rev. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1978. 225 p.
- BUTLER JUNIOR, G. D.; HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperature. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 76, p. 310-313, 1983.
- CIAT. **Cassava Program 1992**. Cali, 1992. 292 p. (CIAT Working Document, 142).
- CIAT. **Cassava Program 1993**. Cali, 1993. 325 p. (CIAT Working Document, 146).
- FUKUDA, C.; SILVA, J. F. da. **Doença 'couro de sapo' em mandioca**. Brasília, DF: Embrapa: EBDA, 1997. 2 p.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Geneva, 2007. 996 p.
- KASSANIS, B. Effects of changing temperature on plant virus disease. **Advances in Virus Research**, v. 4, p. 221-241, 1957.
- LOZANO, J. C.; JAYASINGHE, U.; PINEDA, B. Enfermidades virales de la yuca en América. **Yuca Boletim Informativo**, v. 7, n. 2, p. 1-4, 1983.
- MARENCO, J. A.; NOBRE, C. A.; SALATI, E.; AMBRIZZI, T. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XX: sumário técnico**. Brasília, DF: MMA: SBF: DCBio, 2007. 50 p.
- SANTOS, A. A.; KITAJIMA, E. W. Mosaico das nervuras no estado do Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 5-11, 1990.