

Capítulo 16

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

Francislene Angelotti

Edineide Eliza de Magalhães

Introdução

A mangueira (*Mangifera indica*), planta da família das Anacardiaceae, é originária do sudeste asiático e encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, a manga é produzida principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste (Fig. 1). No Nordeste, destacam-se como estados produtores a Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, produzindo cerca de 70 % da produção nacional. A região Sudeste, representada pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, contribui com 28 % da produção nacional de manga (IBGE, 2006; AGRIANUAL, 2009).



Fig. 1. Principais regiões produtoras de manga no Brasil.

Os estados da Bahia e de Pernambuco se destacam como os principais produtores e exportadores da fruta, notadamente no Submédio do Vale do São Francisco, onde os polos de desenvolvimento de Juazeiro, BA, e de Petrolina, PE, aparecem como os principais produtores, com mais de 23.000 ha implantados, sendo a fruta direcionada principalmente à exportação.

Considerando as principais áreas produtoras de manga no País, essas foram divididas em cinco regiões, cada qual com características climáticas (temperatura e precipitação pluviométrica) próprias. A temperatura e a precipitação pluviométrica médias mensais apresentadas nas Tabelas 1 e 2 serão a base para as discussões do capítulo.

O cultivo da mangueira está sujeito a uma série de fatores ambientais, que direta ou indiretamente, podem comprometer o desenvolvimento das plantas. A mangueira tolera grande variação climática, temperaturas entre

21 °C e 30 °C, com ótimo em 24 °C, permitindo bom desenvolvimento das plantas e, também, da frutificação.

Temperaturas altas promovem um maior crescimento dos ramos e das folhas, favorecendo a parte aérea, além de influenciar de maneira significativa o desenvolvimento das gemas da mangueira. Assim, os possíveis aumentos de temperatura verificados em todos os meses e regiões poderão beneficiar o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas, além de favorecer a qualidade dos frutos, devido ao aumento na concentração de açúcar e menor acidez. Porém, em um cenário de aumento de temperatura, a indução floral poderá ser prejudicada, afetando negativamente a produção se não forem adotadas novas tecnologias de manejo. Isto porque, de maneira geral, a iniciação floral é favorecida por temperaturas abaixo de 15 °C (NUÑEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1994; WILKIE et al., 2008). Shu e Shenn (1987) verificaram que os ramos das mangueiras não florescem em temperatura diurna de 31 °C e noturna de 25 °C. Assim, para obterem a produção, os mangicultores usam produtos químicos que estimulam a indução. Desta maneira, nas regiões frias, onde a indução floral ocorre naturalmente, sem a adoção de reguladores de crescimento, o aumento de temperatura implicará na necessidade de novas técnicas de manejo, permitindo o escalonamento da produção durante o ano.

Sabe-se que temperaturas elevadas, acima de 32 °C, podem prejudicar o florescimento e a frutificação. Assim, medidas de manejo deverão ser estudadas para minimizar o microclima do pomar, ou então, programar a época das podas para que as fases fenológicas citadas não coincidam com estes períodos. Este cuidado deverá ser tomado em diversas localidades das regiões produtoras de manga, onde a temperatura média poderá ultrapassar esse limite (Tabela 1).

Na região de Petrolina e Juazeiro, no Submédio do São Francisco, temperaturas dia/noite de 30 °C / 25 °C estimulam o crescimento vegetativo, enquanto a combinação 28 °C / 18 °C, que ocorre com mais frequência entre os meses de maio a agosto, promove floração intensa (LIMA FILHO et al., 2002).

Quanto à precipitação pluviométrica, a mangueira vegeta e frutifica em área com chuvas anuais entre 450 mm e 2.500 mm, com ideal em torno de 1.000 mm. A ocorrência de período seco precedendo o florescimento favorece a produção. Entretanto, a cultura é exigente em água no período da frutificação à maturação. Dessa maneira, em regiões com baixas taxas de precipitações pluviométricas se faz necessário o uso da irrigação, baseado nos requerimentos de água da cultura.

A cultura da mangueira é afetada por um grande número de patógenos

Tabela 1. Evolução da temperatura média mensal (°C) do período referência (1961-1990) e do cenário futuro A2 para a década de 2080 (2071-2100), em regiões brasileiras de produção de manga.

	Região 1 São Paulo		Região 2 Minas Gerais e centro-sul da Bahia		Região 3 Piauí, norte da Bahia e Pernambuco		Região 4 Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba		Região 5 Espírito Santo	
	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071- 2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071- 2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071- 2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071- 2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071 - 2100)
Janeiro	24-28	26-30	22-26	26-30	24-28	26-32	26-30	28-32	24-28	28-30
Fevereiro	24-28	28-30	22-26	26-30	24-28	26-32	26-30	28-32	26-28	28-32
Março	24-28	28-30	22-26	26-30	24-28	28-32	26-28	28-32	24-28	28-30
Abril	22-26	26-30	22-26	26-30	24-28	28-32	24-28	28-32	24-26	26-30
Maió	20-24	24-28	20-24	24-28	24-28	28-32	24-28	28-32	22-24	24-28
Junho	18-22	22-26	18-24	24-26	22-28	28-32	22-28	28-30	18-22	24-26
Julho	18-22	22-26	18-24	22-26	22-28	28-32	24-28	28-30	18-22	22-26
Agosto	20-24	24-28	18-24	22-28	22-28	30-32	24-28	26-32	20-24	24-26
Setembro	22-24	26-30	20-26	24-30	24-30	32-34	26-30	26-32	22-24	24-26
Outubro	22-26	26-30	22-26	26-32	26-30	32-34	26-30	28-34	22-26	26-28
Novembro	24-26	28-30	22-26	26-30	26-30	32-34	26-30	28-34	24-26	26-28
Dezembro	22-26	26-30	22-26	26-30	26-30	30-34	26-30	28-32	24-26	26-30

Tabela 2. Evolução da precipitação pluviométrica média mensal (mm/dia) do período referência (1961-1990) e do cenário futuro A2 para a década de 2080 (2071-2100), em regiões brasileiras de produção de manga.

	Região 1 São Paulo		Região 2 Minas Gerais e centro-sul da Bahia		Região 3 Piauí, norte da Bahia e Pernambuco		Região 4 Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba		Região 5 Espírito Santo	
	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071-2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071-2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071-2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071-2100)	Referência (1961-1990)	Cenário A2 (2071-2100)
Janeiro	6-9	6-9	3-8	2-6	2-7	2-7	1-4	0-3	5-6	4-6
Fevereiro	5-8	6-8	2-6	2-6	3-8	4-8	2-6	2-6	2-4	3-4
Março	4-6	4-6	2-5	2-5	4-9	4-8	4-8	4-8	3-4	3-4
Abril	2-3	2-3	1-4	1-3	2-6	3-9	5-8	4-8	2-3	2-3
Maió	1-3	1-3	0-2	0-2	0-3	0-3	1-7	1-6	1-2	1-2
Junho	0-2	0-2	0-3	0-2	0-2	0-1	1-4	0-4	1-2	0-2
Julho	0-2	0-2	0-2	0-2	0-1	0-1	0-5	0-6	1-2	1-2
Agosto	0-2	0-2	0-2	0-1	0-1	0-1	0-3	0-3	1-2	1-2
Setembro	1-3	1-3	0-3	0-1	0-1	0-1	0-2	0-2	1-3	1-2
Outubro	4-5	3-5	1-4	1-3	0-2	0-2	0-1	0-1	3-5	3-4
Novembro	4-6	4-6	2-7	2-7	1-3	1-4	0-1	0-1	6-7	5-7
Dezembro	6-8	6-9	3-9	2-8	3-6	2-5	0-2	0-2	6-7	6-7

em todos os estádios de desenvolvimento. Da mesma maneira que para as plantas, os fatores ambientais também exercem um importante papel no desenvolvimento das doenças da mangueira, podendo contribuir para aumentar ou limitar o desenvolvimento das mesmas. O ambiente atua sobre a planta hospedeira, sobre o patógeno e sobre a interação hospedeiro-patógeno. Assim, a severidade de uma doença, sua distribuição e incidência estão condicionadas à ação direta do ambiente sobre o patógeno e indiretamente do ambiente sobre a planta hospedeira. Para diversas doenças, a temperatura pode determinar a velocidade e a extensão da infecção. A precipitação pluviométrica e/ou o período de molhamento foliar são fatores importantes no estabelecimento do processo de infecção. Assim, considerando os cenários climáticos futuros, foram feitas as discussões sobre os possíveis impactos em doenças da mangueira.

Doenças causadas por fungos

Antracnose

Colletotrichum gloeosporioides (anamorfo *Glomerella cingulata*)

A antracnose é uma doença de grande importância, principalmente nas regiões em que predominam períodos de alta temperatura e umidade. A severidade da doença está intimamente relacionada às condições climáticas e com o desenvolvimento fenológico da planta. Os principais danos da doença são observados quando longos períodos de chuva coincidem com a fase ativa de crescimento e floração da mangueira. O patógeno pode infectar todos os órgãos da planta, desde panículas, flores, ramos e frutos (PLOETZ, 1994). A infecção deste patógeno é favorecida pela ocorrência de temperatura superior a 25 °C, umidade relativa acima de 90 % e molhamento foliar/fruto acima de 12 h (FITZELL; PEAK, 1984; DOOD et al., 1991). Assim, no cenário climático futuro, o aumento da temperatura nos meses de maio a agosto, principalmente nas regiões 1, 2 e 5, poderá aumentar a intensidade da doença neste período, caso ocorra molhamento foliar. Na região 3, o aumento previsto no volume de chuvas no mês de abril, poderá proporcionar condições ambientais adequadas para o desenvolvimento do patógeno, aumentando sua ocorrência nesta região, caso exista a presença do inóculo no local. Na região 4, o patógeno deverá continuar com a importância atual.

Oídio

Oidium mangiferae (*Erysiphe polygoni*)

O patógeno ataca folhas, inflorescências e frutos jovens. Entretanto, os prejuízos são maiores quando o ataque ocorre na inflorescência e início

da frutificação, causando o abortamento de flores e frutos. Quando estes órgãos são afetados, desenvolve-se sobre eles um revestimento branco e pulverulento, formado pelos conidióforos e conídios do fungo. As folhas infectadas, quando jovens, ficam retorcidas; as mais velhas apresentam manchas escuras irregulares e caem precocemente. Inflorescências e frutos apresentam necroses, acarretando queda ainda em estágio de chumbinho. Quando o patógeno atinge os frutos maiores, lesões na casca aparecem na maturidade, depreciando sua qualidade para o mercado. As condições favoráveis para infecção do patógeno são temperaturas entre 20 °C e 25 °C e umidade relativa entre 20 % e 65 %. A germinação dos conídios pode ocorrer em temperaturas entre 9 °C e 32 °C, com ótimo de 22 °C e umidade relativa entre 20 % e 65 % (PALTÍ et al., 1974; PLOETZ, 1994; CUNHA et al., 2000; STADINIK; RIVERA, 2001).

Em regiões irrigadas do Semiárido nordestino, a doença pode ocorrer durante o ano todo devido às condições satisfatórias. Entretanto, o aumento da temperatura acima de 32 °C poderá prejudicar a germinação dos conídios, diminuindo assim, a importância da doença nos meses de setembro a dezembro. Entretanto, nos outros meses do ano, a doença deverá continuar com o mesmo grau de importância. Por outro lado, o aumento da temperatura nas regiões 1, 2 e 5, nos meses de junho a agosto, poderá aumentar a importância da doença nestas regiões.

Morte-descendente-da-mangueira, podridão-basal ou peduncular-do-fruto
Lasiodiplodia theobromae (anamorfo *Botryosphaeria rhodina*)

Diversos fungos estão relacionados como agente causal da morte descendente da mangueira, entre eles destaca-se o *Lasiodiplodia theobromae* (CROUS et al., 2006; COSTA, 2009). Os sintomas iniciais surgem nos ponteiros presentes na copa, principalmente na panícula da frutificação, ramos, folhas e frutos. O patógeno encontra condições ideais à infecção entre 27 °C e 32 °C e umidade relativa do ar superior a 80 %. Sua fonte de inóculo é produzida em frutos apodrecidos na árvore ou mantidos sobre o solo e, também, em restos culturais (TAVARES et al., 1991; PLOETZ et al., 1994; BURGUESS et al., 2006;). No cenário futuro para 2080, o aumento de temperatura para todas as regiões poderá aumentar a ocorrência desta doença, caso este aumento coincida com os períodos chuvosos.

Malformação vegetativa e floral *Fusarium* spp.

A malformação da mangueira ocorre em todas as regiões produtoras e pode ser observada em plantas adultas e em mudas de viveiros. O sintoma típico da doença é a deformação floral, devido ao embonecamento de ramos vegetativos e panículas florais, resultantes da superbrotação das gemas. O fungo sobrevive na planta, nos tecidos vivos ou mortos caídos no chão e, principalmente, nos órgãos infectados. Sua disseminação ocorre pelo vento, por ácaros, insetos e instrumentos de poda. É facilmente verificada nos períodos em que a planta emite suas brotações ou inflorescências (KUMAR et al., 1993; MARASAS et al., 2006, LIMA et al., 2009).

As condições climáticas favoráveis a essa doença ainda não estão totalmente elucidadas, mas acredita-se que períodos chuvosos contribuam para a infecção das plantas e disseminação do agente causal (KUMAR et al., 1993; CUNHA et al., 2000). Desta maneira, a doença continuará com a importância atual no cenário climático futuro.

Verrugose *Elsinoe mangiferae* (*Sphaceloma mangiferae*)

O patógeno ataca preferencialmente tecidos jovens em crescimento, causando danos nas inflorescências, folhas e frutos. Os sintomas podem ser observados nas folhas por meio de manchas quase circulares, de coloração pardo-escura a preta. Em ataques severos, as folhas se encarquilham e caem prematuramente. Nos frutos, a doença provoca lesões com margens irregulares e com coloração marrom. À medida que os frutos se desenvolvem, as lesões aumentam de tamanho e seus centros podem ficar recobertos por um tecido corticoso e fissurado. Os danos se limitam, em geral, à superfície externa dos frutos. A esporulação deste fungo é favorecida por alta umidade e os conídios são disseminados por respingos de chuva (CUNHA et al., 2000; ZAMBOLIM; JUNQUEIRA, 2004).

A doença ocorre principalmente na região Sudeste e no cenário futuro ela terá importância igual ao cenário atual para esta região e também para a região Nordeste. Destaca-se a região 3, que devido ao aumento nas chuvas no mês de abril, poderá aumentar a intensidade da doença neste período.

Seca-da-mangueira *Ceratocystis fimbriata*

A seca-da-mangueira é considerada uma das doenças mais graves da cultura, devido à morte de milhares de plantas. O sintoma típico observado é o secamento total ou parcial da copa das árvores. A infecção pode ocorrer pela parte aérea e, também, menos comumente, pelas raízes das plantas. Os sintomas na parte aérea têm início nos ramos finos, progredindo em direção ao tronco. As folhas apresentam um leve clareamento, seguido de queima das margens, do ápice e retorcimento do limbo foliar. Com a evolução da doença, ocorre o secamento de galhos e a contaminação sucessiva de toda a copa, por meio do ponto de interseção dos galhos, até que o tronco seja atingido, seguido da morte da planta. O fungo sobrevive no solo, ramos secos e em várias espécies vegetais. É disseminado pelo besouro-vetor *Hypocryphalus mangiferae*. Sua disseminação também pode ocorrer por meio do solo, implementos agrícolas, água de irrigação e mudas contaminadas (CUNHA et al., 2000).

Períodos chuvosos e altas temperaturas favorecem o desenvolvimento do patógeno. Assim, nas regiões 1, 2, 3, 4 e 5, a doença continuará com a importância atual nos períodos chuvosos, caso ocorra a presença do inseto-vetor nas regiões e também de inóculo.

Doença causada por bactéria

Mancha-angular *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferae*

A mancha-angular é uma doença de grande importância. O patógeno pode infectar ramos, folhas, inflorescências e frutos em qualquer estágio de desenvolvimento. As condições favoráveis para o desenvolvimento da doença são temperaturas elevadas e alta umidade. A ocorrência de ferimentos pode favorecer a infecção nas plantas (GAGNEVIN; PRUVOST, 2001).

No cenário climático futuro, para as regiões 1, 2, 3, 4 e 5, o comportamento da doença continuará com a importância atual, destacando que o patógeno ocorre nos meses chuvosos. Para a região 3, o aumento das chuvas associado às altas temperaturas no mês de abril provavelmente contribuirão para o aumento da severidade da doença.

Considerações finais

As mudanças climáticas poderão alterar a distribuição geográfica e temporal das doenças da mangueira. As proposições expostas neste capítulo

foram baseadas nos cenários climáticos futuros e nos fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento dos principais patógenos da cultura da manga, não levando em conta a possível adaptação dos microrganismos e as modificações na planta hospedeira. Diante disso, e tendo em vista o grande desafio frente às mudanças climáticas, é de extrema urgência a realização de pesquisas por meio de simulação e de experimentação, na busca de estratégias para enfrentar o novo problema que pode alterar o manejo da cultura da mangueira. É necessária a atenção para a redefinição de estratégias e táticas de manejo, de modo a não comprometer a sustentabilidade do sistema produtivo e promover uma melhor utilização dos recursos naturais.

Referências

- AGRIANUAL 2009: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & AgroInformativos, 2009. 496 p.
- BURGESS, T. I.; BARBER, P. A.; MOHALI, S.; PEGG, G.; de BEER, W.; WINGFIELD, M. J. Three new *Lasiodiplodia* spp. from the tropics, recognized based on DNA sequence comparisons and morphology. **Mycologia**, v. 98, p. 423-435, 2006.
- COSTA, V. S. O. **Etiologia e aspectos epidemiológicos da morte descendente e podridão peduncular em mangueira no Nordeste do Brasil**. 2009. 82p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- CROUS, P. W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W. F. O.; PHILIPS, A. J. L.; ALVES, A.; BURGESS, T.; BARBER, P.; GROENEWALD, J. Z. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. **Studies in Mycology**, v. 55, p. 235-253, 2006.
- CUNHA, M. M.; SANTOS FILHO, H. P.; NASCIMENTO, A. S. do. **Manga: fitossanidade**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. 104 p. (Frutas do Brasil; 6).
- DOOD, J. C.; ESTRADA, A. B.; MATCHAM, J.; JEGER M.J. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. **Plant Pathology**, v. 40, p. 568-575, 1991.
- FITZELL, R. D.; PEAK, C. M. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum, sources, spore production and dispersal. **Annals of Applied Biology**, v. 104, p. 53-59, 1984.
- GAGNEVIN, L.; PRUVOST, O. Epidemiology and control of mango bacterial black spot. **Plant Disease**, v. 85, p. 928-935, 2001.
- IBGE 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2009.
- KUMAR, J.; SINGH, U. S.; BENIWAL, S. P. S. Mango malformation: one hundred years of research. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p. 217-232, 1993.
- LIMA FILHO, J. M.; ASSIS, J. S.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, G. A. P.; CASTRONETO, M. T. Ecofisiologia In: GENU, P. J. de C.; PINTO, C. A. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 12, p. 37-49.
- LIMA, C. S.; PFENNING, L. H.; COSTA, S. S.; CAMPOS, M. A.; LESLIE, J. F. A new *Fusarium* lineage within the *Gibberella fujikuroi* species complex is the main causal agent of mango malformation disease in Brazil. **Plant Pathology**, v. 58, p. 33-42, 2009.
- MARASAS, W. F. O.; PLOETZ, R. C.; WINGFIELD, M. J.; WINGFIELD, B. D.; STEENKAMP, E. T.

- Mango malformation disease and the associated *Fusarium* species. **Phytopathology**, v. 96, p. 667-672, 2006.
- NUÑEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Flowering of mango trees in containers as influenced by season temperature and water stress. **Scientia Horticulturae**, n. 58, p. 57-66, 1994.
- PALTI, J.; PINKAS, Y.; CHORIN, M. Powdery mildew of mango. **Plant Disease Reporter**, v. 58, p. 45-49, 1974.
- PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. (Ed.). **Compendium of tropical fruit diseases**. St. Paul: APS Press, 1994. 88 p.
- SHU, Z. H.; SHEEN, T. F. Floral induction in axillary buds of mango (*Mangifera indica* L) as affected by temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 31, p. 81-87, 1987.
- STADINIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 328-330.
- TAVARES, S. C. C. de H.; MENEZES, M.; CHOUDHURY, M. M. Infecção da mangueira por *Botryodiplodia theobromae* Pat. na região Semi-Árida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 4, p.1 63-166, 1991.
- WILKIE, J. D.; SEDGLEY, M.; OLESEN, T. Regulation of floral initiation in horticultural trees. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 12, p. 3215-3228, 2008.
- ZAMBOLIM, L.; JUNQUEIRA, N. T. V. Manejo integrado de doenças da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p. 391-395.