

Jaguariúna, SP / Setembro, 2024

Identificação e recomendações de manejo de doenças da macadâmia

Bernardo de Almeida Halfeld-Vieira⁽¹⁾, Kátia de Lima Nechet⁽¹⁾, Marcos Giovane Pedroza de Abreu⁽²⁾ e Leonardo Massaharu Moriya⁽³⁾

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. ⁽²⁾ Estudante de doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP. ⁽³⁾ Gestor geral do setor agrícola, QueenNut Macadamia, Dois Córregos, SP.

Introdução

A macadâmia (*Macadamia integrifolia*, *M. tetraphylla* e seus híbridos) é uma cultura de alto valor agregado e sua noz é muito apreciada tanto no mercado nacional quanto internacional, isso devido ao seu sabor e suas características nutricionais, que a coloca como um alimento altamente saudável e benéfico à saúde. É fonte de vitaminas, antioxidantes, quantidades consideráveis de óleo natural, fibras, proteínas, carboidratos e minerais, além de ser livre de colesterol (Hu et al., 2019; Tu et al., 2021; Jones et al., 2023; World Macadamia Organisation, 2024).

A demanda pela noz tem aumentado consideravelmente e os produtores têm buscado estratégias para atendê-la, principalmente pela expansão das áreas de produção. No mercado mundial, o Brasil é o oitavo maior produtor e responde por 2% da produção, que foi em média de 1.545 toneladas nos últimos cinco anos (Nuts & Dried Fruits Statistical Yearbook, 2023). Grande parte do que se produz é absorvido pelo mercado interno, devido à expansão dos cultivos e implantação de pequenas processadoras e inclusão da matéria-prima em produtos da área de panificação, chocolates, sorvetes e drageados (Piza; Moriya, 2014). A área plantada no país é de aproximadamente 6 mil hectares, com cultivos comerciais distribuídos nos Estados de São Paulo

(38%), Espírito Santo (32%), Minas Gerais (10%), Bahia (10%), Rio de Janeiro (6%), Paraná (2%), Mato Grosso do Sul (1%) e Goiás (1%) (Piza et al., 2019).

O Brasil é um país que apresenta uma elevada capacidade para a expansão do cultivo de macadâmia, principalmente devido à crescente valorização global desses produtos (Santos et al., 2020). No entanto, perdas econômicas significativas devido à ocorrência de doenças, que tem reduzido a produtividade dos pomares de macadâmia, são uma grande preocupação para os produtores. Os potenciais aumentos recentes de produção de plantações estão ameaçados por patógenos endêmicos e emergentes (Bright, 2023).

Na atualidade, mundialmente se consideram prioritários os impactos causados por algumas doenças que afetam inflorescências (Akinsanmi, 2015; Prasannath et al., 2023), ramos (Mohankumar et al., 2022) e frutos (Akinsanmi; Drenth, 2017; Wrona et al., 2020), cujos agentes causais são diferentes espécies de fungos (Bright, 2023). Embora empiricamente já tenham sido reportados problemas fitossanitários dessa natureza no Brasil, poucos trabalhos envolvendo provas de patogenicidade e identificação molecular forneceram suporte para definição dos patógenos que, de fato, ocorrem na

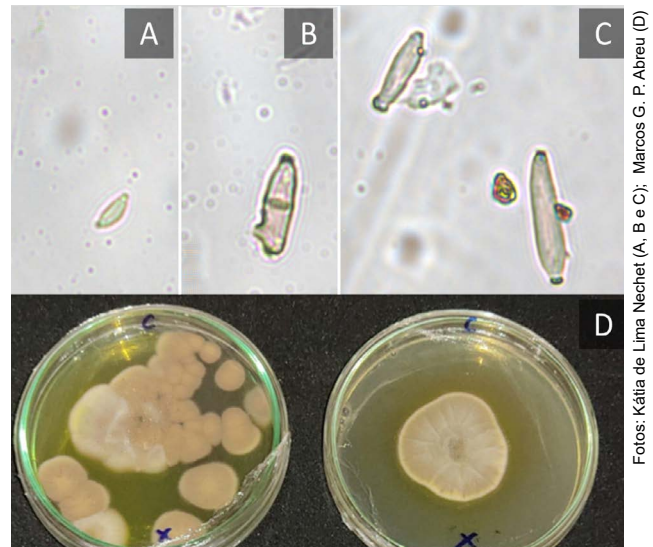
cultura (Fischer et al., 2017; Santos et al., 2019; Silva et al., 2024). A falta dessas informações pode acarretar equívocos no manejo e a consequente recomendação inadequada de medidas de controle, principalmente quando envolve o uso de agrotóxicos em uma cultura que tem suporte fitossanitário insuficiente (CSFI) (Brasil, 2023). Além disso, a detecção de patógenos também é importante para impedir a introdução de patógenos endêmicos ou exóticos em áreas onde estes não ocorrem. Portanto, a diagnose correta das doenças de plantas pode auxiliar produtores e profissionais da área agrícola, assumindo considerável relevância.

Esta publicação teve como objetivo descrever as principais doenças da cultura da macadâmia, cujos agentes causais foram comprovadamente identificados em áreas de plantio comercial (Silva et al., 2024), fornecendo base para auxiliar no diagnóstico e, em práticas que visem o manejo das doenças na cultura.

Queima dos racemos (*Cladosporium xanthochromaticum*)

Em levantamento realizado em pomares comerciais no município de Dois Córregos, São Paulo, a queima de racemos foi identificada como a doença de maior prevalência na macadâmia. O agente causal foi identificado como *Cladosporium xanthochromaticum*, constituindo o primeiro relato dessa espécie como patógeno na cultura (Silva et al., 2024). Embora no Brasil apenas essa espécie tenha sido capaz de reproduzir sintomas da doença (Silva et al., 2024), na Austrália são reportadas diversas espécies de *Cladosporium* patogênicas a racemos de macadâmia (Berg et al., 2008; Prasannath et al., 2021; Bright, 2023), com diferentes níveis de agressividade (Prasannath et al., 2023).

C. xanthochromaticum é reconhecido pelas suas características morfológicas, com ramoconídios subcilíndricos a cilíndricos, de coloração marrom-clara, com septo ausente ou um septo. Conídios sub-hialinos de formato limoniforme a elipsoide, asseptados, normalmente em cadeia (Figuras 1A, B e C). O patógeno apresenta crescimento verde oliva-amarronzado e, ocasionalmente, pode ser observada a difusão de um pigmento amarelado em meio de cultivo batata dextrose ágar (Figura 1D). Mas em culturas mantidas em laboratório observa-se que a produção do pigmento difusível nem sempre é evidente e depende do meio de cultura utilizado (Sandoval-Denis et al., 2016).



Fotos: Kátia de Lima Nechet (A, B e C); Marcos G. P. Abreu (D)

Figura 1. (A-C) Conídios de *Cladosporium xanthochromaticum*; (D) detalhe do crescimento fúngico em meio BDA, com difusão evidente de pigmento amarelo.

Os sintomas da queima dos racemos causados por *C. xanthochromaticum* são similares aos ocasionados por diversas outras espécies de *Cladosporium* spp. já relatadas em outros países como agentes causais da doença. Os sintomas podem variar de acordo com as condições e o local em que a infecção inicia. Quando a infecção começa na extremidade inferior da ráquis, o sintoma ocasionado pela necrose faz com que ela assuma um aspecto semelhante a uma “cauda de rato” (Figuras 2A e B), nome pelo qual a doença é popularmente denominada. Pela sua posição, infere-se que o acúmulo de água predominantemente nesse local (Figura 2C) favorece o desenvolvimento da doença dessa forma. Em condições propícias, os sintomas não se limitam à extremidade da ráquis, mas também evoluem em outras partes dela ou nas flores (Figura 2D). Um aspecto importante é que experimentos demonstraram que somente flores da fase de pré-antese e antese são suscetíveis à infecção. Uma vez colonizadas pelo patógeno, a ráquis, assim como as peças florais (sépalas, pétalas, estames e carpelos) podem apresentar necrose que, com o progresso da doença, culmina na visualização de crescimento inicialmente verde-oliváceo a posteriormente marrom-acinzentado (Figuras 2D e E). Essas estruturas representam os sinais visíveis do crescimento fúngico (Prasannath et al., 2023; Silva et al., 2024).

Fotos: Leonardo M. Moriya



Figura 2. (A) Racemo em estágio de pré-antese e (B) em estágio de flor aberta, apresentando sintoma de “cauda de rato” na extremidade da ráquis; (C) racemo com necrose terminal e acúmulo de gota de chuva na região necrosada; (D e E) racemo com profuso crescimento de *Cladosporium xanthochromaticum*, caracterizado por sinais verde-acinzentados.

A presença de racemos remanescentes de anos anteriores nas plantas é comum e constitui fonte de inóculo para novas infecções a cada estação de florescimento (Prasannath et al., 2022a). A retenção de racemos de anos anteriores nas plantas (Figura 3A), bem como a abundante massa de restos de peças florais com sinais do patógeno caídas sobre o solo (Figuras 3B e C) se mostraram frequentes nos plantios visitados no Brasil.

A queima de racemos pode ser observada durante todo o período de floração. Observações de campo indicam que maior severidade e esporulação do patógeno ocorrem em clima ameno e alta umidade relativa. No ano de 2020, a doença prevaleceu no período de floração (junho a agosto) em estágio de flores em pré-antese a flores abertas, quando a temperatura e a umidade relativa médias foram estimadas em 19,1°C e 61,7%, respectivamente (Silva et al., 2024).



Fotos: Leonardo M. Moriya

Figura 3. (A) Inflorescências remanescentes com sintomas de queima dos racemos em plantas de macadâmia; (B) abundante cobertura do solo com restos de peças florais de macadâmia; (C) crescimento de *Cladosporium xanthochromaticum* em restos de peças florais, que constituem potencial fonte de inóculo.

Em condições de laboratório, ensaios realizados na Universidade Estadual Paulista (Unesp) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Meio Ambiente indicaram que temperaturas entre 21 e 23 °C são ótimas para o crescimento micelial do fungo (Figura 4), próximas às condições de campo mencionadas. Esse intervalo de temperatura é bastante similar ao mais favorável para o crescimento e a reprodução de *C. cladosporioides* (21 a 25 °C), espécie que ocorre na Austrália, favorecida por temperatura ótima estimada de 23,5 °C e condições de alta umidade relativa do ar (Prasannath et al., 2022b).

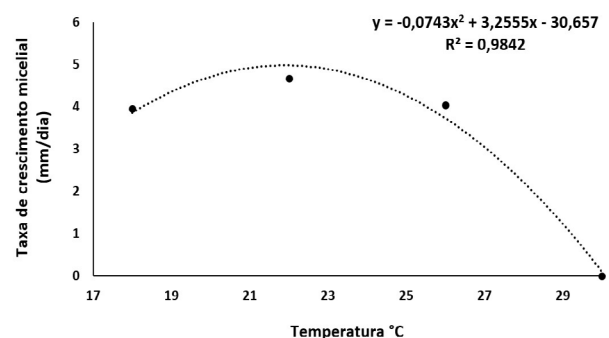


Figura 4. Taxa de crescimento micelial (mm/dia) de *Cladosporium xanthochromaticum* em diferentes temperaturas.

Diante do exposto, a principal medida recomendada para o manejo da doença é a redução das fontes de inóculo constituídas por remanescentes de racemos de safras anteriores (Prasannath et al., 2022a). Como prática adicional, sugere-se estabelecer condições que promovam boa ventilação do dossel, uma vez que pode contribuir para a redução

da umidade nos racemos e, conseqüentemente, reduzir as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença (Bright, 2023).

Podridão do tronco (*Lasiodiplodia pseudotheobromae*)

Os sintomas ocasionados por *Lasiodiplodia pseudotheobromae*, se caracterizam pela formação de cancro no tronco (Figura 5A), eventualmente com exsudação de goma (Figura 5B). Em casos mais severos, a doença pode progredir para a morte das plantas, principalmente quando jovens. Em plantas com sintoma da doença, é possível observar a presença de picnídios do patógeno (Figuras 6A, B), que são estruturas que produzem os conídios (Figuras 5C, D e E). Esses conídios se dispersam e são responsáveis por iniciar o processo de infecção em outras plantas ou tecidos lenhosos da mesma árvore. Os conídios de *L. pseudotheobromae* têm formato elipsoide e com parede espessa, são unicelulares e hialinos quando imaturos. Com o tempo tornam-se obovoides, com base truncada e desenvolvem um septo centralizado e estrias longitudinais evidentes, assumindo progressivamente uma coloração marrom mais escura (Figuras 5C, D e E).

A doença tem sido observada tanto em plantas jovens em viveiros quanto em condições de campo e tem alto impacto no estabelecimento da cultura, uma vez que pode ocasionar alta mortalidade das plantas infectadas (Silva et al., 2024). Em plantas adultas infectadas, o sintoma mais comum é o escurecimento da casca, normalmente associado a algum indício de ferimento prévio (Figura 6C). Abaixo da casca, o tecido lenhoso apresenta-se avermelhado a amarronzado, podendo atingir tanto o fuste quanto ramificações. No Brasil, embora a ocorrência de *Lasiodiplodia theobromae* (Fischer et al., 2017) já tenha sido registrada anteriormente, a espécie *L. pseudotheobromae* foi apenas recentemente reportada em macadâmia (Silva et al., 2024). Destaca-se que esta última espécie se apresenta como prevalente em macadâmia na Austrália (Mohankumar et al., 2022).

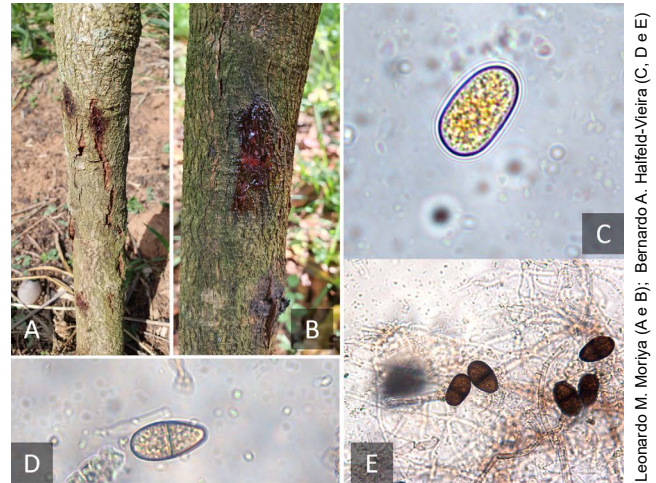


Figura 5. (A) Cancro e (B) gomose em caule de planta macadâmia em plantas jovens no campo, causado por *Lasiodiplodia pseudotheobromae*; conídios de *L. pseudotheobromae*: (C) imaturo asseptado, (D) imaturo septado e (E) conídio maduro.

Fotos: Leonardo M. Moriya (A e B); Bernardo A. Halfeld-Vieira (C, D e E)

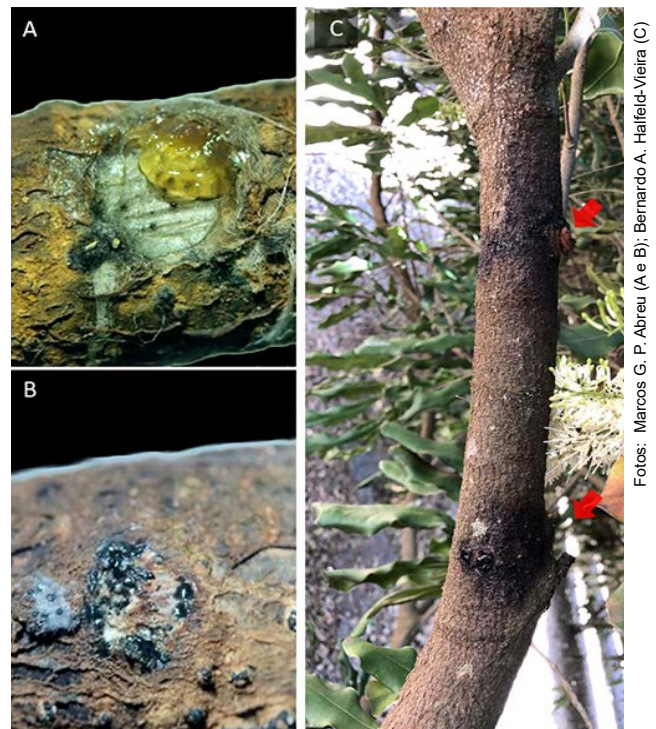


Figura 6. (A) Gomose e (A e B) picnídios de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* solitários ou em estromas, em mudas inoculadas e (C) manchas escurecidas em caule de planta adulta macadâmia em campo, iniciando a partir de ferimentos ocasionados na casca (setas).

Fotos: Marcos G. P. Abreu (A e B); Bernardo A. Halfeld-Vieira (C)

Em condições de laboratório, observou-se que temperaturas em torno de 30 °C são consideradas ótimas para o crescimento micelial de *L. pseudotheobromae* (Figura 7). Durante a fase de levantamento das doenças em campo, foram observadas ocorrências mais

frequentes da podridão do caule principalmente no período de novembro a abril, período em que se registram maiores temperaturas nas áreas de cultivo (Silva et al., 2024). Na Austrália também há relatos de aumento na incidência da doença durante o verão e início do outono, períodos com temperaturas mais elevadas (Bright, 2023), reforçando a influência da temperatura no progresso da doença. Portanto, recomenda-se a intensificação das inspeções de campo nesses períodos.

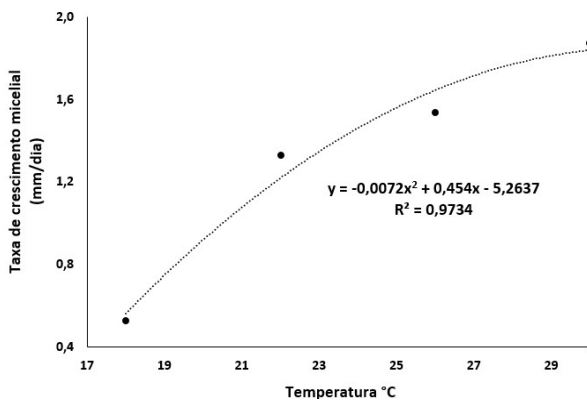


Figura 7. Taxa de crescimento micelial (mm/dia) de *Lasiodiplodia pseudotheobromae* em diferentes temperaturas.

O manejo da doença é baseado em práticas culturais e físicas, tais como: manter as plantas sem condições de estresse, evitando ferimentos; eliminar galhos sintomáticos, realizando-se o corte em área sadia, posterior àquela em que se observam sintomas; limpar as ferramentas utilizadas em podas, para evitar transmissão mecânica da doença; realizar a poda durante as épocas menos propícias à multiplicação e desenvolvimento do patógeno (fim do outono e inverno); proteger ferimentos realizados em grandes galhos com pasta composta por produto à base de cobre; remover e destruir material infectado da área de plantio, como forma de evitar a permanência de fonte de inóculo; e utilizar variedades mais resistentes quando disponíveis (Bright, 2023).

Antracnose em frutos (*Colletotrichum siamense*)

Mundialmente, a antracnose em macadâmia é comumente reportada nas folhas e causada por *Colletotrichum siamense* e *Co. fructicola* (Prasanna et al., 2020; Qiu et al., 2020; Li et al., 2023a). Na Austrália, quando incide em frutos com a presença de anéis concêntricos de acérvulos nas lesões, as podridões da casca são normalmente atribuídas

de forma empírica ao agente causal *Colletotrichum gloeosporioides sensu lato* (Bright, 2023). No entanto, embora Akinsanmi e Drenth (2017), em levantamentos nesse país tenham encontrado esse patógeno associado a frutos sintomáticos, não atribuíram a ele capacidade em incitar a doença. No Brasil, em amostragens realizadas em plantios comerciais, observou-se que a antracnose ocorre especificamente em frutos, sendo uma doença ocasional na cultura. Seu agente causal foi determinado como pertencente à espécie *Co. siamense* (Silva et al., 2024). Os sintomas se caracterizam por manchas necróticas escuras na casca dos frutos, inicialmente com a presença de manchas pretas difusas, que se expandem, coalescem e acabam cobrindo toda a superfície do tecido afetado (Figura 8A). Normalmente, observa-se macroscopicamente um padrão de faixas formadas pelos acérvulos do fungo (Figuras 8A e B).

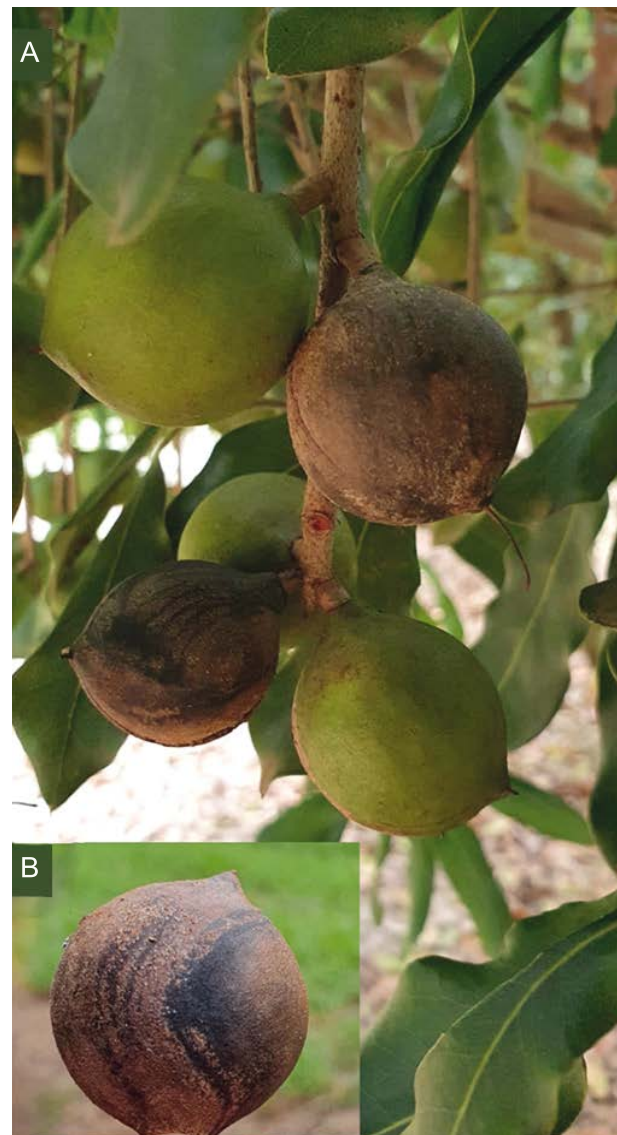


Figura 8. (A) Sintomas e sinais da antracnose observados em campo, (B) Detalhe dos sintomas e sinais observados no fruto.

O fungo *Co. siamense*, por estar no mesmo clado monofilético e exibir características morfológicas similares a *Co. gloeosporioides* pertence ao complexo representado por esta última espécie (Weir et al., 2012; Liu et al., 2022). Devido a tais semelhanças pode ser erroneamente identificado. O fungo apresenta crescimento radial e micélio aéreo denso. A colônia inicialmente branca, torna-se acinzentada com bordas esbranquiçadas de textura cotonosa. Seus conídios são produzidos em acérvulos, unicelulares, hialinos, cilíndricos com extremidades arredondadas, às vezes oblongos (Figura 9). Ao germinarem é comum serem visualizados apressórios amarronzados, normalmente clavados a irregulares.

Foto: Kátia de Lima Nechet

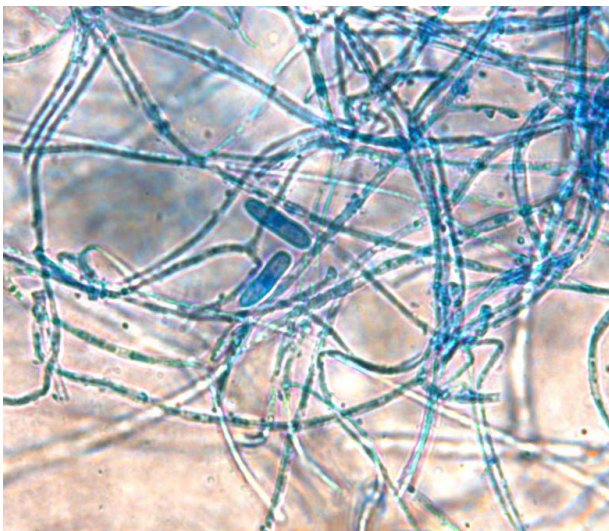


Figura 9. Micélio e conídios do isolado de *Colletotrichum siamense*.

Ensaio realizados em laboratório, demonstraram que o isolado de *Co. siamense* induz a doença nos frutos, independentemente da presença de ferimentos. O isolado se desenvolveu em uma ampla faixa de temperatura, com maior velocidade de crescimento em torno de 23 °C (Figura 10). A temperatura ideal para desenvolvimento tem se mostrado variável a depender do isolado, com temperaturas de 20–25 ou 25–30 °C reportadas como mais favoráveis (Li et al., 2023b). A ocorrência do patógeno em frutos no campo foi observada apenas no mês de abril, quando as médias da temperatura e a umidade relativa do ar foram de 20,5 °C e 66,5%, respectivamente. Em condições próximas às mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, espera-se a ocorrência da doença, devendo-se monitorar com maior atenção a incidência da antracnose.

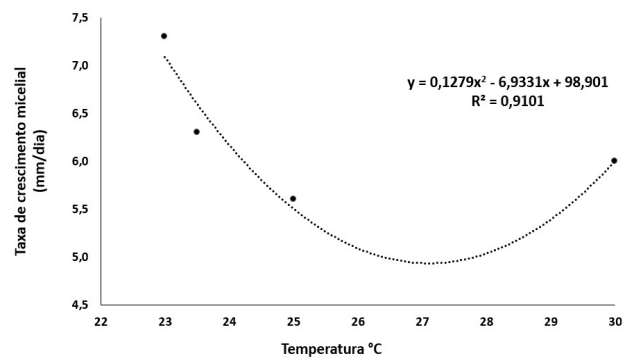
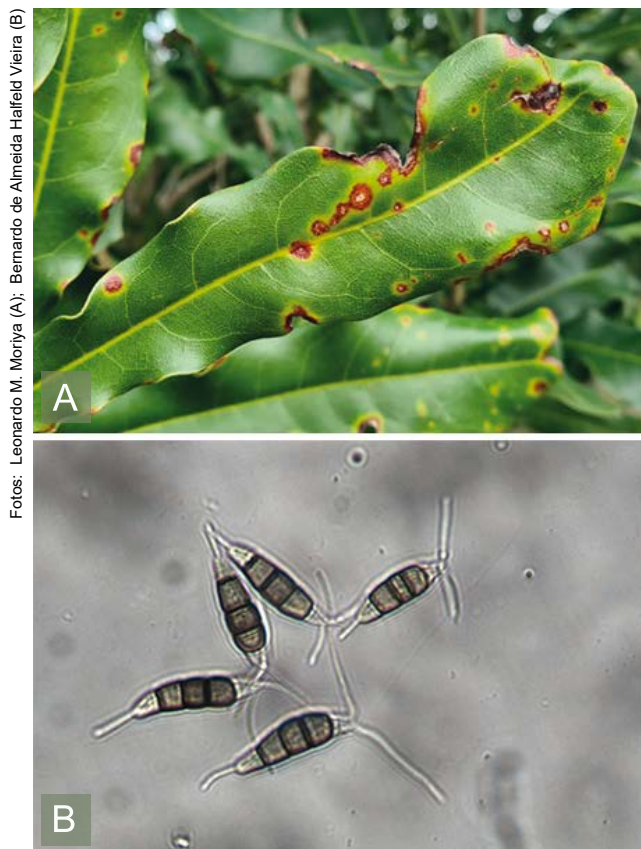


Figura 10. Taxa de crescimento micelial do isolado *Colletotrichum siamense* em diferentes temperaturas.

A eliminação de frutos sintomáticos é importante para o manejo da podridão do fruto. O material infectado deve ser removido da área de plantio para evitar a permanência de fontes de inóculo. O controle de insetos que possam ocasionar injúrias aos frutos também é uma medida que pode auxiliar no controle da doença, pois, ocasionalmente, podem favorecer a infecção. Manter condições que permitam boa ventilação do dossel é uma medida recomendada, pois propicia a redução da umidade e, conseqüentemente, torna o ambiente menos favorável ao desenvolvimento da doença (Bright, 2023).

Mancha foliar (*Neopestalotiopsis clavispora*)

No Brasil, *Neopestalotiopsis clavispora* foi reportado pela primeira vez como agente causal de manchas foliares em macadâmia na Bahia (Santos et al., 2019), ocorrendo também na Austrália (Prasannath et al., 2020). Causa manchas foliares amarronzadas, inicialmente circulares com halo amarelado, que se expandem progressivamente. Com o desenvolvimento das lesões, o seu centro assume coloração acinzentada (Figura 11A), em que se observam pontuações pretas, que correspondem aos acérvulos do patógeno, onde os conídios são produzidos. A doença pode ser considerada secundária, por ser ocasional e de baixa severidade observada em campo (Silva et al., 2024). As colônias do fungo têm crescimento radial e micélio branco, com verso da colônia de coloração amarelada e formação de acérvulos pretos. Os conídios são clavados a fusiformes, com quatro septos e três células medianas marrom-escuras, exibindo um único apêndice basal e dois a quatro apêndices apicais (Figura 11B).



Fotos: Leonardo M. Moriya (A); Bernardo de Almeida Hatfield Vieira (B)

Figura 11. (A) Sintoma de mancha foliar causada por *Neopestalotiopsis clavispora* em folhas de macadâmia, (B) Conídios de *N. clavispora*.

Pestalotiopsis e *Neopestalotiopsis* quando associados a lesões, são normalmente considerados patógenos secundários ou oportunistas, sem causar danos significativos ao hospedeiro. Por esse motivo, informações sobre métodos de controle de doenças causadas por eles são limitadas. No entanto, o surgimento de estirpes mais agressivas pode ocorrer

ocasionalmente (*Neopestalotiopsis*[...], 2021; Baggio et al., 2023). O controle das manchas causadas por fungos desses gêneros em culturas de maior interesse econômico, nas quais causam danos considerados significativos, geralmente envolve o uso de fungicidas (Baggio et al., 2023; Zhou et al., 2023; Acosta-González et al., 2024). Porém, o uso de determinados grupos químicos pode gerar problemas e tem sido desencorajado, uma vez que já se constatou queda de eficácia devido à resistência a estes após o uso frequente (Baggio et al., 2023). Na macadâmia, por ser uma doença esporádica, sem fungicida registrado para a cultura no país e, quando ocorre, afetar somente algumas plantas e em baixa severidade, medidas de controle específicas não se justificam. Como existe informação de que o aumento da severidade da doença causada por diferentes espécies de *Neopestalotiopsis* spp. é fortemente influenciado por longos períodos de molhamento foliar (Belisário et al., 2020), a manutenção de condições que permitam haver boa ventilação do dossel constitui uma medida cultural recomendada.

Controle químico

Por ser a macadâmia uma CSFI, há limitações para o controle químico da doença. Porém, ensaios em laboratório (Silva, 2022) demonstraram que os patógenos são sensíveis a produtos pertencentes a grupos químicos que são permitidos para o controle da antracnose na cultura da macadâmia (Brasil, 2024).

Os ingredientes ativos aos quais estruturas dos fungos *C. xanthochromaticum*, *L. pseudotheobromae* e *Co. siamense* foram expostas em condições de laboratório são aqueles apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes ativos, grupos químicos e respectivas concentrações no produto comercial.

Ingrediente ativo (i.a)	Grupo químico	Concentração do i.a. no produto comercial
Procimidona	Dicarboximida	500 g/L
Hidróxido de cobre	Inorgânico	538 g/kg
Epoxiconazol + piraclostrobina	Triazol + estrobilurina	160 g/L + 260 g/L
Clorotalonil	Isoftalonitrila	720 g/L
Azoxistrobina + ciproconazol	Estrobilurina + triazol	200 g/L + 80 g/L
Fluxaproxade + piraclostrobina	Carboxamida + estrobilurina	167 g/L + 333 g/L

As concentrações utilizadas nos ensaios foram as recomendadas para uso, pelo fabricante.

Fonte: Silva (2022).

C. xanthochromaticum se mostrou sensível ao hidróxido de cobre, clorotalonil e a diferentes produtos com combinações entre estrobilurinas e triazóis ou carboxamidas. *L. pseudotheobromae* foi mais sensível à procimidona e medianamente sensível aos demais, com exceção do hidróxido de cobre. Já *Co. siamense* foi mais sensível ao clorotalonil, com sensibilidade intermediária para produtos com combinações entre estrobilurinas e triazóis ou carboxamidas, mas sem sensibilidade significativa para procimidona e hidróxido de cobre (Silva, 2022).

Essas informações podem subsidiar a tomada de decisão sobre o uso de tais produtos para essa CSFI.

Considerações finais

O conhecimento das características de cada doença que ocorre na cultura da macadâmia no Brasil, obtido a partir de informações decorrentes de levantamentos sistemáticos realizados em áreas de plantio extensivo, auxiliam no seu reconhecimento e fornece suporte para adoção das medidas de manejo em cada situação. Cabe salientar que, embora cada doença tenha medidas de manejo cultural a serem priorizadas, algumas dessas medidas podem promover o controle de mais de uma doença. Adicionalmente, espera-se que as informações contribuam não apenas para a mitigação de danos ocasionados à macadâmia, mas também para a prevenção da introdução de patógenos exóticos que não ocorrem no país nessa cultura, porém que ocasionalmente possam ser introduzidos, impactando a cadeia produtiva.

Esta publicação está de acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12 - "Consumo e Produção Responsáveis", reafirmando o apoio da Empresa de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para o alcance das metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Agradecimentos

À cooperação técnica entre a Embrapa e QueenNut Macadamia (projeto 30.19.90.012.00.00, SAIC 21300.19/0072-1-02). B. A. Halfeld-Vieira e K. L. Nechet agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa (309014/2021-2 e 305187/2022-8, respectivamente).

M. G. P. Abreu agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida (Processo: 141093/2021-8).

Referências

ACOSTA-GONZÁLEZ, U.; LEYVA-MIR, S. G.; SILVA-ROJAS, H. V.; REBOLLAR-ALVITER, A. Preventive and curative effects of treatments to manage strawberry root and crown rot caused by *Neopestalotiopsis rosae*. **Plant Disease**, v. 108, n. 5, p. 1278-1288, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-05-23-0958-RE>.

AKINSANMI, O. Diseases affecting macadamia flowers a significant threat to production. **Australian Macadamia Society. News Bulletin**, v. 43, p. 67870, 2015.

AKINSANMI, O.; DRENTH, A. Characterization of husk rot in macadamia. **Annals of Applied Biology**, v. 170, p. 104-115, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12320>.

BAGGIO, J. S.; REBELLO, C. S.; MORAIS, M. B.; MARIN, M. V.; GAMA, A. B.; FORCELINI, B. B.; MERTELY, J. C.; PERES, N. A. Efficacy of single- and multi-site fungicides against *Neopestalotiopsis* spp. of strawberry. **Plant Disease**, v. 107, n. 7, p. 2177-2184, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-22-1929-RE>.

BELISÁRIO, R.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; ABREU, L. M.; SALCEDO, S. S.; OLIVEIRA, W. M.; FURTADO, G. Q. Infection by *Neopestalotiopsis* spp. occurs on unwounded eucalyptus leaves and is favoured by long periods of leaf wetness. **Plant Pathology**, v. 69, n. 2, p. 194-204, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13132>.

BERG, N. van den; SERFONTEIN, S.; CHRISTIE, B.; MUNRO, C. First report of raceme blight caused by *Cladosporium cladosporioides* on macadamia nuts in South Africa. **Plant Disease**, v. 92, n. 3, p. 484, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-92-3-0484c>.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2024. Disponível em: https://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 1 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Ato nº 12, de 9 de março de 2023. **Diário Oficial da União**, seção 1, ano 159, n. 49, p. 12, 13 mar. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-12-de-9-de-marco-de-2023-469387137>. Acesso em 4 mar. 2024.

BRIGHT, J. **Macadamia plant protection guide 2023-2024**. Wollongbar: Wollongbar Primary Industries Institute, 2023. 151 p. Disponível em: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/529161/Macadamia-plant-protection-guide-2023.pdf. Acesso em: 1 mar. 2024.

- FISCHER, I. H.; PERDONA, M. J.; CRUZ, J. C. S.; FIRMINO, A. C. First report of *Lasiodiplodia theobromae* on *Macadamia integrifolia* in Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 1, p. 70, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/169154>.
- HU, W.; FITZGERALD, M.; TOPP, B.; ALAM, M.; O'HARE, T. J. A review of biological functions, health benefits, and possible de novo biosynthetic pathway of palmitoleic acid in macadamia nuts. **Journal of Functional Foods**, v. 62, article 103520, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103520>.
- JONES, J. L.; SABATÉ, J.; HESKEY, C.; ODA, K.; MILES, F.; RAJARAM, S. Macadamia nut effects on cardiometabolic risk factors: a randomised trial. **Journal of Nutritional Science**, v. 12, e55, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1017/jns.2023.39>.
- LI, J.; QIU, F.; XIE, C.; ZHANG, C.; LI, X. First report of *Colletotrichum fructicola* causing anthracnose on macadamia in China. **Plant Disease**, v. 107, 1230, 2023a. DOI: 10.1094/PDIS-06-22-1376-PDN.
- LI, H.; LIAO, Y.-C.-Z.; WAN, Y.; LI, D.-W.; ZHU, L.-H. *Colletotrichum siamense*, a novel causal agent of *Viburnum odoratissimum* leaf blotch and its sensitivity to fungicides. **Journal of Fungi**, v. 9, article 882, 2023b. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof9090882>.
- LIU, F.; MA, Z. Y.; HOU, L. W.; DIAO, Y. Z.; WU, W. P.; DAMM, U.; SONG, S.; CAI, L. Updating species diversity of *Colletotrichum*, with a phylogenomic overview. **Studies in Mycology**, v. 101, p. 1-56, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3114%2Fsim.2022.101.01>.
- MOHANKUMAR, V.; DANN, E. K.; AKINSANMI, O. A. Diversity and pathogenicity of Botryosphaeriaceae associated with macadamia branch dieback in Australia. **Plant Disease**, v. 106, n. 10, p. 2576-2582, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-21-2125-RE>.
- NEOPESTALOTIOPSIS species are causing emerging strawberry diseases worldwide. 2021. (EPPO Reporting Service, 10, article: 229). Disponível em: <https://gd.eppo.int/reporting/article-7168>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- NUTS & DRIED FRUITS STATISTICAL YEARBOOK: 2022/2023. [Reus: International Nut and Dried Fruit Council, 2023]. 79 p. Disponível em: <https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2024.
- PIZA, P. L. B. de T.; MORIYA, L. M. Cultivo da macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 39-45, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-444/13>.
- PIZA, P. L. B. de T.; PIZA, I. M. de T.; ALMEIDA NETO, J. T. P. A cultura. In: PIMENTEL, L.; BORÉM, A. (ed.). **Macadâmia: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2019. p. 9-19.
- PRASANNATH, K.; GALEA, V. J.; AKINSANMI, O.A. Characterisation of leaf spots caused by *Neopestalotiopsis clavispora* and *Colletotrichum siamense* in macadamia in Australia. **European Journal of Plant Pathology**, v. 156, n. 4, p. 1219-1225, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01962-6>.
- PRASANNATH, K.; GALEA, V. J.; AKINSANMI, O. A. Sources, detection, and inoculum quantification of flower blight pathogens in macadamia. **Phytopathology**, v. 112, n. 10, p. 2151-2158, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHTO-08-21-0365-R>.
- PRASANNATH, K.; GALEA, V. J.; AKINSANMI, O. A. Influence of climatic factors on dry flower, grey and green mould diseases of macadamia flowers in Australia. **Journal of Applied Microbiology**, v. 132, n. 2, p. 1-16, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.15241>.
- PRASANNATH K., GALEA V. J., AKINSANMI O. A. Diversity and pathogenicity of species of *Botrytis*, *Cladosporium*, *Neopestalotiopsis* and *Pestalotiopsis* causing flower diseases of macadamia in Australia. **Plant Pathology**, v. 72, n. 5, p. 881-899, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13707>.
- PRASANNATH K.; SHIVAS R. G.; GALEA V. J.; AKINSANMI A. O. Novel Botrytis and Cladosporium species associated with flower diseases of macadamia in Australia. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 11, article 898, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof7110898>.
- QIU, F.; XU, G.; XIE, C. P.; LI, X.; ZHENG, F. Q.; WANG, W. L. First report of *Colletotrichum* leaf spot of macadamia caused by *Colletotrichum siamense* in China. **Plant Disease**, v. 104, n. 12, p. 3261, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-20-0994-PDN>.
- SANDOVAL-DENIS, M.; GENÉ, J.; SUTTON, D. A.; WIEDERHOLD, N. P.; CANO-LIRA, J. F.; GUARRO, J. New species of *Cladosporium* associated with human and animal infections. **Persoonia**, v. 36, p. 281-298, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3767/003158516x691951>.
- SANTOS, C. C.; DOMINGUES, J. L.; SANTOS, R. F.; SPÓSITO, M. B.; SANTOS, A.; NOVAES, Q. S. First report of *Neopestalotiopsis clavispora* causing leaf spot on macadamia in Brazil. **Plant Disease**, v. 103, n. 7, p. 1790, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0108-PDN>.
- SANTOS, R. S.; MILFONT, M. O.; SILVA, M. M.; CARNEIRO, L. T.; CASTRO, C. C. Butterflies provide pollination services to macadamia in northeastern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 259, article 108818, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016%2Fj.scienta.2019.108818>.

SILVA, R. **Identificação e prevalência de fungos associados à cultura da macadâmia**. 2022. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Proteção de Plantas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/234776>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SILVA, R.; NECHET, K. L.; MORIYA, L. M.; CARVALHO, V. N.; BIAFORA, M. R.; SOUZA, D. E. H.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Etiology and prevalence of macadamia diseases in Brazil. **Australasian Plant Pathology**, v. 53, n. 2, p. 159-174, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13313-024-00969-5>.

TU, X.-H.; WU, B.-F.; XIE, Y.; XU, S.-L.; WU, Z.-Y.; LV, X.; WEI, F.; DU, L.-Q.; CHEN H. A comprehensive study of raw and roasted macadamia nuts: lipid profile, physicochemical, nutritional, and sensory properties. **Food Science & Nutrition**, v. 9, n. 3, p. 1688-1697, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2143>.

WEIR, B. S.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p. 115-180, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3114/sim0011>.

WORLD MACADAMIA ORGANISATION. **Healthy and nutritious macadamia nuts**. 2024. Disponível em: <https://www.worldmacadamia.com/nutritional-data>. Acesso em: 25 maio 2024.

WRONA, C. J.; MOHANKUMAR, V.; SCHOEMAN, M. H.; TAN, Y. P.; G. R. SHIVAS; JEFF-EGO, O. S.; AKINSANMI, O. A. *Phomopsis* husk rot of macadamia in Australia and South Africa caused by novel *Diaporthe* species. **Plant Pathology**, v. 69, n. 5, p. 911-921, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13170>.

ZHOU, Z.; WANG, Y.; DUAN, Y.; HE, Y.; LIU, S.; CHEN, Y.; DENG, W.; LI, C.; HU, W.; GU, Y.; TANG, Y.; YI, T. Inhibitory effect and control efficacy of picoxystrobin against *Neopestalotiopsis clavispora*, causing vine tea leaf blight. **Agronomy**, v. 13, n. 5, 1340, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13051340>.

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
13918-110 Jaguariúna, SP
www.embrapa.br/meio-ambiente
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Janaína Paula Marques Tanure*

Secretário-executivo: *Anderson Soares Pereira*

Membros: *Robson Rolland Monticelli Barizon, Alfredo José Barreto Luiz, Fagoni Fayer Calegario, Marcos Eliseu Losekann, Vera Lúcia Ferracini, Victor Paulo Marques Simão, Julio Ferraz de Queiroz, Márcia Regina Assalin, Maria de Cléofas Faggion Alencar e Sonia Claudia do Nascimento de Queiroz*

Circular Técnica 33

e-ISSN
Setembro, 2024

Edição executiva: *Anderson Soares Pereira*

Revisão de texto: *Reinaldo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Victor Paulo Marques Simão* (CRB-8/5139)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Silvana Cristina Teixeira*

Publicação digital: PDF



Ministério da
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.