

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DE FUNGICIDA CÚPRICO NO CONTROLE DAS
CERCOSPORIOSES NA CULTURA DO AMENDOIM**

Matheus Bravo de Souza
Engenheiro Agrônomo

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DE FUNGICIDA CÚPRICO NO CONTROLE DAS
CERCOSPORIOSES NA CULTURA DO AMENDOIM**

Matheus Bravo de Souza

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Goes

Coorientadora: Profa. Dra. Fernanda Dias Pereira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2018

S729e Souza, Matheus Bravo de
Eficácia de fungicida cúprico no controle das cercosporioses na cultura do amendoim / Matheus Bravo de Souza. -- Jaboticabal, 2018
viii, 55 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Antonio de Góes
Banca examinadora: Marcos Doniseti Michelotto, Pedro Luiz
Martins Soares
Bibliografia

1. Alto oleico. 2. *Arachis hypogaea* L. 3. *Cercospora arachidicola*. 4. *Cercosporidium personatum*. 5. Oxicloreto de cobre. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.952:633.368

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICÁCIA DE FUNGICIDA CÚPRICO NO CONTROLE DAS CERCOSPORIOSES NA CULTURA DO AMENDOIM

AUTOR: MATHEUS BRAVO DE SOUZA

ORIENTADOR: ANTONIO DE GÓES

COORIENTADORA: FERNANDA DIAS PEREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANTONIO DE GÓES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. MARCOS DONISETI MICHELOTTO
APTA Regional Centro-Norte / Pindorama/SP

Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de julho de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Matheus Bravo de Souza – nascido em 20 de julho de 1991 em Ribeirão Preto-SP, é Engenheiro Agrônomo formado pela Faculdade Dr. Francisco Maeda – FAFRAM, Ituverava-SP. Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp), Câmpus de Jaboticabal-SP, com ênfase em manejo de doenças foliares do amendoim. Consultor agrícola em propriedade rural produtora de cana-de-açúcar e sementes de amendoim, exercendo serviços agrícolas para a cultura do amendoim e cana-de-açúcar, através de atuação em melhorias administrativas, criação de planilhas orçamentárias, calendário de aplicações; melhorias no uso do maquinário agrícola para tratos culturais; redução no consumo de óleo diesel e melhorias na aplicação de produtos fitossanitários focado no equilíbrio de alta produtividade/baixos impactos ambientais/baixos custos operacionais. Tem experiência na área de agronomia, fitossanidade, vendas, desenvolvimento e pesquisa de produtos, onde atuou no departamento de pesquisa e desenvolvimento de produtos e recomendações de fungicidas, fertilizantes foliares e condicionadores de calda, trabalhando com desenvolvimento de novas matérias primas; instalação de campos demonstrativos para assegurar a recomendação técnica; treinamentos e reuniões B2B; orientar e capacitar estagiários; atendimento e treinamentos a DMs; auxílio e montagem de material técnico; emissão de relatórios de incompatibilidade química e física de produtos fitossanitários para DMs; coordenação de experimentos realizados em casa de vegetação, campo agrícola e laboratório agrônomico; geração de demanda na região de Jaboticabal-SP, relacionamento com cooperativas, produtores e pesquisadores.

*“Pois comerás do trabalho das tuas mãos;
feliz serás, e te irá bem”.*

Salmo 128.2

AGRADECIMENTOS

A Deus;

À minha noiva Maessa;

À minha família, Walter, Mônica e Pedro;

Ao orientador Prof. Dr. Antonio de Goes;

A minha coorientadora Profa. Dra. Fernanda Dias Pereira;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, aos amigos dos Departamentos de Produção Vegetal e de Fitossanidade;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal);

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal);

Aos membros da banca examinadora do exame geral de qualificação e defesa;

A CAPES pela bolsa de estudo cedida.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e enriquecimento deste trabalho.

Agradeço.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do amendoim	3
2.2 Importância econômica	5
2.2.1 <i>Amendoim no mercado mundial.....</i>	<i>5</i>
2.2.2 <i>Amendoim no mercado brasileiro.....</i>	<i>6</i>
2.3 Fitossanidade no amendoimzeiro.....	9
2.4 Principais doenças do amendoim	10
2.4.1 <i>Cercosporioses – mancha-castanha e mancha-preta.....</i>	<i>10</i>
2.4.2 <i>Ferrugem.....</i>	<i>15</i>
2.4.3 <i>Mancha-barrenta</i>	<i>15</i>
2.4.4 <i>Queima-das-folhas</i>	<i>16</i>
2.4.5 <i>Verrugose.....</i>	<i>16</i>
3 CONTROLE QUÍMICO.....	17
3.1 O cobre como fungicida	19
4 ABSORÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES	21
4.1 O silício na resistência das plantas às doenças	22
5 CONTROLE DAS CERCOSPORIOSES DO AMENDOINZEIRO	24
6 MATERIAL E MÉTODOS	26
6.1 Áreas experimentais	26
6.1.1 <i>Experimento in vitro.....</i>	<i>26</i>
6.1.2 <i>Delineamento experimental.....</i>	<i>29</i>
6.1.3 <i>Análise de dados.....</i>	<i>29</i>

6.2 Experimento em campo agrícola	29
6.2.1 <i>Delineamento experimental</i>	31
6.2.2 <i>Tratamento experimental e defensivos utilizados</i>	32
6.2.3 <i>Tecnologia de aplicação</i>	34
6.2.4 <i>Critérios de avaliação</i>	34
6.2.5 <i>Análise de dados</i>	36
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
7.1 Eficiência do oxiclureto de cobre em suspensão concentrada na inibição da germinação de conídios de <i>Cercosporidium personatum</i>	36
7.2 Eficiência do oxiclureto de cobre em suspensão concentrada como medida complementar ao controle das cercosporioses sob condições de campo	40
8 CONCLUSÃO	48
9 REFERÊNCIAS.....	49

EFICÁCIA DE FUNGICIDA CÚPRICO NO CONTROLE DAS CERCOSPORIOSES NA CULTURA DO AMENDOIM

RESUMO – A cultura do amendoim representa uma excelente opção econômica e social para pequenos e médios produtores, uma alternativa importante para o aproveitamento de áreas agrícolas e ótima cultura para reforma dos canaviais. A cultura é, no entanto, afetada por vários problemas de ordem fitossanitária, com destaque às doenças, o principal fator para elevação dos custos de produção. As doenças fúngicas mancha-castanha e mancha-preta, causadas respectivamente por *Cercospora arachidicola* e *Cercosporidium personatum*, são responsáveis por perdas superiores a 50%, e às vezes a totalidade da produção, quando sob condições ambientais favoráveis aos patógenos e ausência de um bom manejo. Todas as cultivares empregadas são suscetíveis aos patógenos. O controle destas doenças é baseado no uso de fungicidas do grupo das estrobilurinas (IQe) e dos triazóis, combinado com os fungicidas protetores que visam também o manejo da resistência dos patógenos. São feitas até oito aplicações de fungicidas por safra, com intervalos entre as aplicações de no máximo 15 dias. Neste estudo, o controle das cercosporioses foi mediante o emprego do fungicida oxiclureto de cobre SC, aplicado isoladamente, em combinação com silício e fungicidas IQe, triazol e chlorothalonil. Os testes foram realizados com a cultivar IAC OL-3 *in vitro* e em campo agrícola. No teste *in vitro*, foi determinada a eficiência do oxiclureto de cobre SC na inibição da germinação de conídios de *C. personatum* comparando-o com o chlorothalonil. Já no teste a campo foram avaliados os melhores tratamentos para determinar a eficácia do fungicida cúprico no controle da *C. arachidicola* e *C. personatum*. O fungicida oxiclureto de cobre SC, foi eficiente na inibição da germinação de conídios de *C. personatum in vitro* nas doses de registro de 0,82 e 1,2 L ha⁻¹, apresentando inibição entre 99% a 100%, a eficácia é comparável à dosagem empregada por chlorothalonil a 2,0 L ha⁻¹. O emprego do posicionamento em campo agrícola do fungicida oxiclureto de cobre, na formulação SC, associado a chlorothalonil, piraclostrobina e epoxiconazol, mostra-se eficiente como medida complementar ao controle do complexo das cercosporioses na cultura do amendoim. O oxiclureto de cobre SC quando aplicado isoladamente a 1,2 L ha⁻¹ não apresentou controle mínimo satisfatório. Não houve melhorias nos níveis de controle das cercosporioses quando do uso complementar de silício a 0,5 L ha⁻¹.

Palavras-chave: alto oleico, *Arachis hypogaea* L, *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum*, oxiclureto de cobre

EFFECTIVENESS OF CUPRIC FUNGICIDE ON THE CONTROL OF CERCOSPORIOSES IN PEANUT

ABSTRACT – Peanut crop represents an excellent economic and social option for small and medium producers, being an important alternative for using agricultural areas and a great crop for sugarcane field reform. However, this crop is affected by several phytosanitary problems, standing out the diseases, which are the main factors for increasing the production costs. The fungal diseases early and late leafspots, caused respectively by *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum*, are responsible for losses of more than 50%, sometimes reaching the entire production when environmental conditions are favorable to pathogens and there is no adequate management. All the cultivars are susceptible to these pathogens. The control of these diseases is based on the use of strobilurin (QoI) and triazole fungicides combined with protective fungicides that also aim at the management of pathogen resistance. Up to eight applications of fungicides are made per crop season, with intervals between applications of up to 15 days. In this study, the control of cercosporioses was carried out using the fungicide copper oxychloride SC, applied in isolation and in combination with silicon and the fungicides QoI, triazole, and chlorothalonil. The tests were carried out in vitro and under field conditions with the cultivar IAC OL-3. In the in vitro test, the efficiency of copper oxychloride SC in the inhibition of germination of conidia of *C. personatum* was determined by comparing it with chlorothalonil. In the field test, the best treatments were assessed to determine the effectiveness of the cupric fungicide in the control of *C. arachidicola* and *C. personatum*. The fungicide copper oxychloride SC was efficient in inhibiting the conidia germination of *C. personatum* in vitro at doses of 0.82 and 1.2 L ha⁻¹, with an inhibition between 99 and 100%. Its effectiveness is comparable to the chlorothalonil at a dose of 2.0 L ha⁻¹. The use of copper oxychloride SC associated with chlorothalonil, pyraclostrobin, and epoxiconazole under field conditions is efficient as a complementary measure to control the cercosporioses in the peanut crop. The fungicide copper oxychloride SC, when applied in isolation at a dose of 1.2 L ha⁻¹, did not present a satisfactory minimum control. No improvements were observed in the levels of control of the cercosporioses when using the silicon at a dose of 0.5 L ha⁻¹.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum*, high-oleic, copper oxychloride

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Protocolo experimental, ingredientes ativos e doses dos produtos utilizados em seu respectivo tratamento. Jaboticabal-SP, 2016.	29
Tabela 2. Dados meteorológicos mensais do ano de 2015 (outubro, novembro e dezembro) e 2016 (janeiro e fevereiro) em Jaboticabal-SP.	30
Tabela 3. Dados de análise química e granulométrica de amostra composta de solo em duas profundidades (0 – 25 cm) e (0– 50 cm).	30
Tabela 4. Adubos e corretivos com as respectivas doses utilizadas na experimentação em campo agrícola. Jaboticabal-SP 2016.	31
Tabela 5. Protocolo experimental, momento de aplicação, ingredientes ativos e doses dos produtos utilizados em seu respectivo tratamento, Jaboticabal-SP, 2015/2016.	33
Tabela 6. Severidade dos sintomas de mancha-preta e mancha-castanha, expressa em porcentagem, e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em plantas de amendoim da cultivar IAC OL-3. FCAV, Jaboticabal-SP, 2016.	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Planta de amendoim de hábito de crescimento rasteiro, e suas sementes (a). Planta de amendoim de crescimento ereto e suas sementes (b) (IAC, 2014).	4
Figura 2. Conidióforos e conídios de <i>Cercospora arachidicola</i> (a) e <i>Cercosporidium personatum</i> (b) (Shokes e Culbreath, 1997).	12
Figura 3. Mancha-castanha (<i>Cercospora arachidicola</i>), lesões na face superior da folha e frutificação fúngica na parte superior da folha aumentado em 20x (Moraes, 2006; Brock, 2012).	13
Figura 4. Mancha-preta (<i>Cercosporidium personatum</i>). Sintomas na face superior (esquerda), inferior (direita) e frutificação fúngica na parte inferior da folha aumentado 20x.	13
Figura 5. Deposição e polimerização do ácido monossilícico abaixo da cutícula, formando uma camada de cutícula-sílica (adaptado de Yoshida, 1965).	24
Figura 6. Coleta de amendoim tiguera com lesões de cercosporioses realizada na área experimental, Jaboticabal-SP, 2016.	27
Figura 7. Planta de amendoim cultivada em estufa agrícola, infectada pelas cercosporioses, Jaboticabal-SP, 2017.	27
Figura 8. Conídios de <i>Cercosporidium personatum</i> com tubo germinativo (a) e sem emissão do tubo germinativo (b), Jaboticabal-SP, 2017.	28
Figura 9. Croqui da área experimental de amendoim. Os números e letras representam os tratamentos e repetições respectivamente. Jaboticabal-SP, 2016.	31
Figura 10. Área utilizada para o ensaio, estaqueada, Jaboticabal-SP, 2016.	32
Figura 11. Vista parcial da aplicação de fungicidas mediante pulverizador costal elétrico, realizado na área experimental. Jaboticabal-SP, 2015.	34
Figura 12. Escala de notas para avaliação da severidade do complexo de cercosporioses do amendoim. Fonte: elaborada pelo próprio autor.....	35

Figura 13. Arranquio mecanizado e colheita manual realizada na área experimental de amendoim, SP. Jaboticabal-SP, 2016.....	36
Figura 14. Porcentagem de inibição da germinação conidiana de <i>Cercosporidium personatum</i> em diferentes doses de oxicloreto de cobre SC comparado com chlorothalonil. FCAV, Jaboticabal-SP, 2018.....	38
Figura 15. Severidade (porcentagem) de mancha-preta e mancha-castanha do amendoim em função das avaliações e valor acumulado de precipitações pluviais, em milímetros, durante a execução do experimento, em Jaboticabal-SP, 2016.....	43
Figura 16. Produtividade de amendoim da cultivar IAC OL-3 e eficiência de controle em função dos tratamentos. FCAV, Jaboticabal-SP, 2016.	44

1 INTRODUÇÃO

Mandubi ou Mandobim, como era chamado o amendoim pelos índios muito antes dos portugueses terem chegado ao Brasil (Martin, 1985 apud Tasso Júnior et al. 2004), é originado do continente sul americano, encontrado em sua espécie selvagem nas regiões sul da Amazônia e no norte da Argentina, abrangendo as latitudes de 10° e 30° (Tasso Júnior et al., 2004).

Quarta oleaginosa mais plantada no mundo, é cultivada em mais de 30 países em especial destaque ao continente Africano e Asiático. Seu cultivo tem em vista a produção de sementes para o consumo *in natura* torrada, confecção de doces, farelo e extração de óleo. Possui grande quantidade de calorias: em cada 100 g, cerca de 596 calorias. Contém dois principais elementos os quais são a proteína, que varia de 25 a 30%, e o óleo, entre 27% e 57% (Tasso Júnior et al., 2004).

No Brasil, o amendoim é cultivado em 138.500 hectares, cuja produção na safra 2017/2018 foi de 513,5 mil toneladas. Destaca-se como maior produtor do Brasil o estado de São Paulo, responsável por aproximadamente 94,5% da produção nacional, com uma área plantada de 130.900 hectares, em sua maioria nos municípios de Ribeirão Preto, Dumont, Jaboticabal, Sertãozinho, Tupã e Marília, sendo 80% desta produção destinada aos países europeus, enquanto que o restante é consumido internamente pelas fábricas de doces. Em 2017 a cidade de Jaboticabal foi eleita a capital brasileira do amendoim (Massafera, 2017; Conab, 2018).

A cultura do amendoim possui grande participação na chamada 'economia informal', por existir em cada município do Brasil ao menos uma pessoa que dependa exclusivamente da renda do amendoim para sobreviver (Tasso Júnior et al., 2004).

O óleo do amendoim possui alta qualidade, possui fácil digestão, o valor nutritivo se assemelha ao de gorduras empregadas na alimentação humana. Possui o codinome de 'gordura do bem', por ser saudável tanto como o azeite de oliva, e auxilia na prevenção de diferentes doenças. Rico em ácidos graxos, responsáveis por prevenir hemorragias e estimulação do sistema nervoso, também auxilia na redução do colesterol ruim.

A cultura do amendoim, em virtude de sua pequena área quando comparada às *commodities* como milho e soja, pelos pouquíssimos produtos fitossanitários

registrados para a mesma tornam sua produção mais desafiadora.

Quando medidas de controle não são utilizadas a produção da cultura pode ser reduzida drasticamente, analogamente ao que ocorre com a maioria das culturas, ao mesmo tempo em que há incremento das áreas de cultivo de amendoim, há, também, elevação na incidência de doenças, especialmente as causadas por fungos (Moraes, 2006).

No conjunto de doenças que incidem sobre o amendoim, sobrepõem as que ocorrem na parte aérea, especialmente as manchas foliares que, para o seu controle, exigem um sistemático cronograma de pulverizações com fungicidas diversos (Barreto, 2005; Moraes, 2006).

As doenças no amendoim aumentaram muito em decorrência do uso contínuo dos mesmos fungicidas, plantio sem rotação de culturas, uso de cultivares susceptíveis e presença de tiguera na entre safra. No Brasil, as doenças foliares, originadas por fungos do gênero *Cercospora*, são uma das principais causadoras de prejuízos no amendoim, a mancha-castanha, causada por *Cercospora arachidicola* Hori, e a mancha-preta, causada por *Cercosporidium personatum* (Berk e Curtis) (Tasso Júnior et al., 2004).

A mancha-castanha é causada pelo fungo *C. arachidicola*, mais precoce que a mancha-preta, podendo levar a perdas de até 50% na produção de grãos. As folhas caídas aumentam a ocorrência de murcha de *Sclerotium spp.* e apodrecimento de vagens e ginóforos (Barreto et al., 2007a). Já a mancha-preta causada pelo fungo *C. personatum*, doença mais tardia e mais agressiva, pode causar perda total na produção de vagens, quando medidas de controle não são utilizadas (Moraes e Godoy, 1997).

As estratégias de manejo recomendadas para essa doença, e que proporcionam melhor controle e maior produção, são aplicações de fungicidas protetores e sistêmicos geralmente em intervalos de até 15 dias, com início aos 30-45 dias após a semeadura (Barreto et al., 2007a).

Este trabalho tem por objetivo verificar a sensibilidade *in vitro* e performance em campo do oxicloreto de cobre em suspensão concentrada e seu efeito complementar no controle simultâneo das cercosporioses. Por meio de posicionamentos diferentes do mesmo e associado ao silício, com melhor

aproveitamento da eficiência protetora do fungicida cúprico, efeito benéfico do silício, além de um correto posicionamento para um controle alternativo e eficaz da mancha-castanha e mancha-preta na cultura do amendoim.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do amendoim

Com gosto semelhante à da amêndoa o *Manobi* teve seu nome adaptado para *amendoi* pelos colonizadores portugueses, e a partir de tal denominação surgiu o nome conhecido atualmente de amendoim (Tasso Júnior et al., 2004).

Pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Arachis*, seção *Axonomorphae* e série Amphiploides, a espécie cultivada é subdividida em duas subespécies, *A. hypogaea* L. subesp. *hypogaea*, cujos acessos vinculam-se ao grupo Virgínia, e *A. hypogaea* subesp. *fastiga*, pertencendo aos grupos Valência ou Spanish (Nogueira, 2013).

Englobando por volta de 80 espécies o gênero *Arachis* L. possui sua distribuição natural restrita ao Brasil, Paraguai, Bolívia, Argentina e Uruguai. Os recursos genéticos do gênero *Arachis* possuem interesses fundamentados em seu impacto econômico e potencial ecológico da variabilidade genética de cada uma de suas espécies cultivadas. Desse modo existe a possibilidade de transferência de características genéticas pertinentes das espécies silvestres às cultivadas (Valls, 2013).

Independentemente da existência de várias espécies diploides e tetraploides atualmente identificadas, a *Arachis hypogaea* L., espécie do amendoim cultivado, é a de maior relevância comercial (Nogueira, 2013).

Morfologicamente, o amendoizeiro é herbácea, de crescimento ereto (Valência/Spanish) ou rasteiro (Virgínia/Runner), conforme ilustrado na Figura 1. Aproximadamente com 30 dias após a emergência a planta inicia seu delineamento da ramificação, sendo alternado ou ramificado. A formação de estruturas vegetativas e reprodutivas ocorrem simultaneamente durante o ciclo fenológico devido ao seu

crescimento ser do tipo indeterminado (Nogueira, 2013).

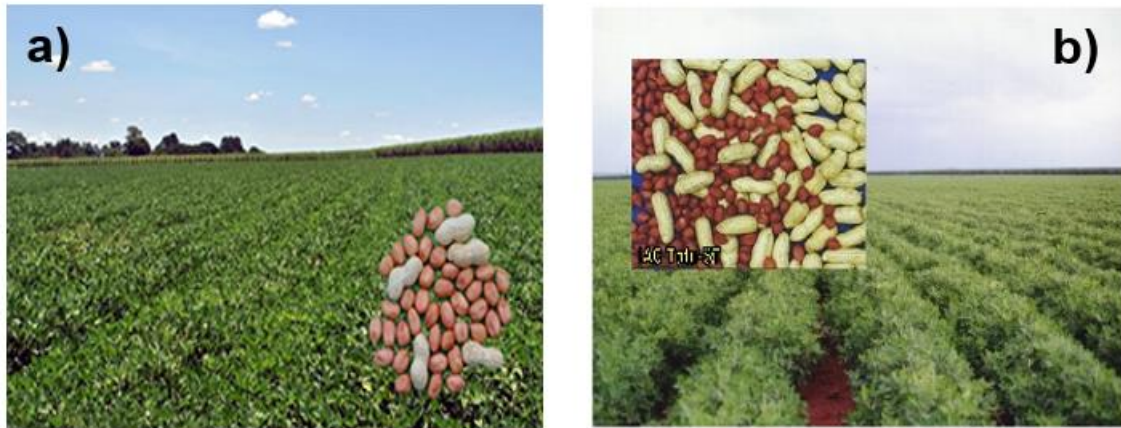


Figura 1. Planta de amendoim de hábito de crescimento rasteiro, e suas sementes (a). Planta de amendoim de crescimento ereto e suas sementes (b) (IAC, 2014).

As plantas do grupo Spanish ou Valência possuem o eixo central com flores, hábito ereto ou semi-ereto, poucos ramos secundários e às vezes terciários, ciclo curto, vagens com duas sementes (Spanish), três ou sementes (Valência). Por sua vez o grupo Virgínia ou Runner é constituído por plantas que possuem hábito de crescimento rasteiro e ramificação abundante, de ciclo longo e com ausência de flores no ramo central, e vagens com uma a duas sementes (Borges, 2006).

Na prática por apresentar ciclo curto e boa fixação de nitrogênio, o cultivo do amendoim em rotação é feito em áreas de renovação do canavial no estado de São Paulo, onde proporciona maior rentabilidade entre diversas culturas (Beltrão et al., 2009). Em virtude da necessidade de disponibilizar as áreas para o plantio da cana-de-açúcar, sendo este ocorrido nos meses de janeiro a março sugere-se que a cultura a ser rotacionada seja escolhida entre as opções tradicionalmente cultivadas na região, que preferencialmente não tenham pragas e doenças em comum e que seja o mais diferente possível da poaceae (Bolonhezi et al., 2013a).

Durante o ciclo médio de 120 dias, a cultura necessita uma precipitação de 450 a 750 mm, não podendo acontecer longos períodos de veranicos, principalmente nos estágios de germinação, florescimento e frutificação. Chuvas prolongadas e solo encharcado aumentam significativamente as doenças fúngicas, prejudicando também a qualidade do grão (Segato e Penariol, 2007).

A época de plantio do amendoim pode ser bem diversificada pela carga genética que a cultura apresenta, porém, o maior rendimento é obtido dentro das temperaturas ideais e disponibilidade hídrica, planejamento estas essenciais para o ótimo aproveitamento da produtividade desta lavoura.

Via de regra, a semeadura do amendoim ocorre em duas épocas, sendo a primeira na denominada “safra das águas” com plantio em setembro/outubro, possuindo maior incidência de doenças de final de ciclo e aumento na germinação de sementes nas vagens em decorrência das altas pluviosidades nos meses da colheita. Por sua vez, a segunda época de plantio ocorre no final de janeiro a fevereiro, conhecida como “safra da seca”, a colheita será nos meses com baixos índices pluviométricos, porém mais frios, proporcionando atrasos na maturação e produtividades baixas (Bolonhezi, 2005; Bolonhezi et al., 2013a).

Sua floração tem início entre 20 e 35 dias após a emergência, podendo mudar em função do cultivar e temperatura. Em locais tropicais de clima quente, o florescimento ocorre mais cedo e tem duração menor, com florescimento pleno ocorrendo entre 40 e 60 dias após o plantio, nos cultivares rasteiros ocorrendo da 4ª à 7ª semana e nos cultivares eretos nas primeiras semanas (Nogueira, 2013).

A colheita do amendoim é uma atividade que exige cuidados prévios, sendo a mesma iniciada quando as vagens apresentam pelo menos 70% de maturidade fisiológica. Determinar esse estágio em que a máxima produção e qualidade podem ser obtidas é uma tarefa que requer muita atenção devido à planta apresentar geocarpia obrigatória e ser de crescimento indeterminado, condição esta que contribui para uma baixa eficiência reprodutiva, pois nem todas as vagens de uma mesma planta estão maduras no momento da colheita, uma vez que o florescimento se estende por um longo período, gerando formação contínua de frutos (Bolonhezi, 2013b).

2.2 Importância econômica

2.2.1 Amendoim no mercado mundial

A dispersão do amendoim ocorreu por rotas distintas. No início do século XIX

os portugueses o levaram do Brasil para a África. Em época semelhante foi levado também pelos espanhóis para a costa do Pacífico, chegando em seguida, às Filipinas, depois para a China, Japão e Índia (Tasso Júnior et al., 2004).

Seu grão é o único a ser consumido *in natura* entre as grandes culturas. Utilizado em aperitivos, salgados, torrados, na indústria para o preparo de diversos doces e confeitados na forma de grão inteiro, moído ou paçocas (Martins, 2013).

Sendo a quarta oleaginosa mais produzida no mundo e cultivado em mais de 30 países, mundialmente a produção de amendoim tem sofrido pouca variação: de dez anos atrás até as últimas safras são plantados entre 22 milhões e 26 milhões de hectares com média de produção de 40 milhões de toneladas mundiais (USDA, 2018).

Segundo os últimos dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), os 3 gigantes do amendoim são, respectivamente, Índia, com área total cultivada de 4.685.000 hectares, China, com área total cultivada de 4.603.850 hectares e Nigéria, com área total cultivada de 2.770.100 hectares. Na América do Sul, Argentina e Brasil são os maiores produtores; respondem, respectivamente, em torno de 1,54% e 0,54% da área cultivada mundial (FAO, 2014).

2.2.2 Amendoim no mercado brasileiro

Dados do segundo levantamento agrícola da Conab safra 17/18 apresentam como sendo dez estados brasileiros com maior destaque dessa cultura, são eles: Tocantins, Ceará, Paraíba, Sergipe e Bahia; Mato Grosso do Sul; Minas Gerais e São Paulo; Paraná e Rio Grande do Sul, que juntos somam 138,5 mil hectares com produção de 513,5 mil toneladas e produtividade média de 3.708 kg por hectare (Conab, 2018).

O maior produtor brasileiro é o estado de São Paulo, com 94,6% da produção nacional, seguido por Rio Grande do Sul, com 2,3%, e Mato Grosso do Sul, com 2,25%. Áreas constituídas em sua maioria pela agricultura familiar, baixo nível tecnológico e produtividade baixa fazem parte dos 1% restantes, pouco mais de 5 mil toneladas de amendoim em casca (Conab, 2018).

A grande parte da produção brasileira de amendoim está concentrada na região de Ribeirão Preto/SP (Conab, 2018), principalmente no plantio das águas, devido à

existência de inúmeras usinas de açúcar na região, sendo a cultura do amendoim a principal escolhida para a rotação dos canaviais, trazendo uma série de vantagens. Dentre tais vantagens, destacam-se a existência de cultivares rasteiros com ciclo mais curto (120 – 130 dias), o que permite a vacância das áreas em que se cultivava o amendoim e agora ainda propícias ao plantio da cana-de-açúcar, melhorias à qualidade do solo pelo aumento de disponibilidade de nitrogênio, redução dos custos de implantação da cana de açúcar, aumento da receita líquida das propriedades em 57%, quando utilizado o amendoim na rotação, e o fato de não ser hospedeiro dos nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*), tampouco do nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus zaei*), muito importantes para a cultura da cana-de-açúcar (Barreto 2007b; Bolonhezi, 2013b).

Segundo Lorenzi (1988), nos primeiros três meses de desenvolvimento da cana de açúcar sob altas infestações de tigueras de amendoim, este cultivado anteriormente, teve sua biomassa ampliada em até 33%. Nesta mesma linha de pesquisa, Alleoni e Beauclair (1995 apud Bolonhezi et al., 2013a) estudando o efeito da rotação de amendoim e milho sobre a cultura da cana-de-açúcar, concluíram que a produção de colmos foi 32% maior quando foi cultivado o amendoim na reforma do canavial (Bolonhezi, 2013b).

A exploração do amendoim no Brasil mudou completamente nos últimos anos, tanto na mecanização do arranquio/colheita quanto à substituição das tradicionais cultivares tipo Valência, por exemplo a cultivar IAC Tatu ST, por cultivares do grupo Virgínia Runner, por exemplo as cultivares Runner IAC 886, IAC 503, IAC OL3, IAC OL4 (Suassuna e Ferreira, 2014).

Atualmente, segundo o Registro Nacional de Cultivares, existe no Brasil 31 cultivares registradas de amendoim para produção de grãos e como forragem. Destinam-se à exploração como forrageiras as cultivares, Amarillo MG-100, Alqueire1, Botucatu, BRS Mandobi e Peabiru, ambas pertencentes a espécie *A. Pintoi*. Com o objetivo de produção de grãos, as existentes são: TamRum OL01 e Olin, introduzidas pela empresa Wilco do Brasil Ltda; Granoleico, pela El Carmen Sementes do Brasil Ltda; BR 1, BRS 151-L7, BRS Havana e BRS Pérola Branca, da EMBRAPA; IAC 5, IAC 22, IAC 127, IAC 137, IAC 147, IAC 213, IAC 503, IAC 505, IAC 8112, IAC Caiapó, IAC Tatu ST, IAC Tupã, IAC Poitara, IAC Oirã, Runner IAC 886, IAC OL3 e IAC OL5,

introduzidas pelo Instituto Agronômico de Campinas IAC (Santos et al., 2013).

No final da década de 90 foi percebida uma demanda por cultivares do tipo “Runner” pelo Instituto Agronômico de Campinas, que por sua vez registrou a primeira cultivar tipo Runner no Brasil em 1999, a IAC Caiapó, possuindo potencial produtivo e rendimento industrial elevado para a época, maior facilidade de colheita (arranquio e enleiramento mecanizados), menor taxa de brotação no campo caracterizado pela dormência das sementes dessas cultivares que, em anos chuvosos no período de safra afeta seriamente a qualidade do produto; conseqüentemente, foi adotada pela maioria dos produtores paulistas (Freitas et al., 2005). Logo depois os cultivares alto oleico com maior teor de ácido oleico (70%) e maior estabilidade oxidativa e maior vida útil de prateleira ganharam o mercado como um todo, tendo em vista um mercado importante que inclui indústrias de alimentos nacionais e internacionais para amendoim e seus derivados (Suassuna e Ferreira, 2014). Evidenciando a elevada demanda por cultivares com estas características e a perspectiva de expansão da produção de amendoim no Brasil, entre as diversas cultivares registradas no país, atualmente sobressaem as cultivares Runner e Runner alto oleicas, são elas:

Runner IAC 886, cultivar de plantas rasteiras, com ramificação tipicamente espessa, fazem parte do grupo vegetativo e comercial, sendo de ciclo longo e de crescimento determinado, 125 - 130 dias no estado de São Paulo. Para doenças essa cultivar apresenta resistência moderada à mancha-castanha e susceptibilidade à mancha-preta e ferrugem. Em cultivos com nutrição adequada e boa sanidade a produtividade média é de pelo menos 4.000 kg ha⁻¹ (160 sacos ha⁻¹) com potencial de 6.000 kg ha⁻¹ (240 sacos ha⁻¹). Para este cultivar o mercado preferencial seria a confeitaria por possuir grãos predominantemente de calibres 38/42 a 50/60 (padrão de mercado internacional) e elaboração dos tradicionais grãos blanchados (sem pele) (IAC, 2014).

IAC 503, cultivar de plantas rasteiras e ramificação espessa sendo do grupo vegetativo e comercial Runner. Possui ciclo longo e crescimento indeterminado, 130-140 dias no estado de São Paulo. Esta cultivar é moderadamente susceptível à mancha-castanha, e moderadamente resistente à mancha-preta e ferrugem. Produtividade média de 4.500 kg ha⁻¹ com potencial de 6.500 kg ha⁻¹. Seus grãos possuem 70 a 80 % de ácido oleico no óleo, proporcionando uma excelente

característica, o prolongamento da “vida de prateleira” do produto. O mercado preferencial dessa cultivar é a confeitaria por seus grãos serem alongados e de tamanho médio maior do que de outros do padrão Runner, predominantemente de calibres 38/42 a 40/50; especialmente indicado para elaboração de grãos blancheados (IAC, 2014).

IAC 505, são plantas rasteiras, com ramificação espessa do grupo vegetativo e comercial Runner, possuem ciclo longo, de crescimento indeterminado, 130 - 135 dias no estado de São Paulo. Esta cultivar apresenta em relação a doenças moderada susceptibilidade à mancha-castanha, mancha-preta e ferrugem. Produtividade média em torno de 4.500 kg ha⁻¹ com potencial de potencial 6.000 kg ha⁻¹, seus grãos: possuem a característica “Alto Oleico” (70 a 80 % de ácido oleico no óleo), propiciando prolongamento da “vida de prateleira” do produto. Grãos aptos para o mercado de confeitaria, com tamanho médio predominantemente de calibre 40/50 (IAC, 2014).

IAC OL 3, cultivar rasteiro do grupo vegetativo Runner, possui ciclo longo, de crescimento determinado, 125 - 130 dias no estado de SP, desta forma melhor adequação do ciclo para rotação com a cana. Em relação as doenças, este cultivar é susceptível as cercosporioses. Possui produtividade alta, com média de 4.500 kg ha⁻¹ e potencial para 7.000 kg ha⁻¹. Seus grãos possuem característica “Alto Oleico” (70 a 80 % de ácido oleico no óleo), propiciando prolongamento da “vida de prateleira” do produto, apto para o mercado de confeitaria com tamanho médio de grãos um pouco maior do que os de outros Runners, com predominância de calibres 38/42 e 40/50 (IAC, 2014).

2.3 Fitossanidade no amendoizeiro

Os danos causados pelo ataque de pragas e doenças são de extrema importância, pois levam a enormes prejuízos para a produção de alimento e consequentemente altos custos para o produtor.

Dados da Andef (1987) apresentam que 43% da produção do amendoim são perdidas anualmente pelo ataque de insetos e ácaros. Por outro lado, a cultura da cana-de-açúcar, por exemplo, possui perdas anuais correspondentes à 15%.

O amendoim é naturalmente suscetível ao ataque de diversos insetos, ácaros

e microrganismos que podem afetar, com maior ou menor grau de severidade, a produção ou a qualidade do produto, no campo, no transporte ou no armazenamento.

A produção comercial do amendoim só é rentável mediante o controle das doenças e pragas que afetam a cultura. Doenças como as cercosporioses, mancha-bacteriana, verrugose e ferrugem, pragas como tripes, lagartas e percevejos, juntas atacam as folhas, caule, raízes, ginóforos, vagens e sementes, reduzindo a área fotossintética e conseqüentemente comprometendo a produtividade, (Subrahmanyam et al., 1994 apud Pio-Ribeiro et al., 2013).

O acontecimento e a severidade de doenças infecciosas baseiam-se em uma relação complexa entre o patógeno, o meio ambiente e a planta hospedeira, sendo necessária nesta tripla-relação conjuntos de medidas de controle diferentes, uso de práticas culturais, pesticidas e cultivares resistentes (Porter, 1997). Adotando-se, quando possível, manejo integrado de pragas e doenças, utilizando-se combinações de defensivos que possuem modo de ação distintos.

Esta cultura contempla pelo menos 50 gêneros de agentes patogênicos, sendo os fungos o maior representante (Porter, 1997), as interações desses organismos filamentosos e aclorofilados variam de parasitismo facultativo ao parasitismo obrigatório, apresentam tanto a reprodução sexuada, como a assexuada.

A presença de doenças no amendoizeiro, principalmente fúngicas, aumentaram muito em decorrência do uso contínuo dos mesmos fungicidas, plantio sem rotação de culturas, uso de cultivares susceptíveis, plantios tardios e não havendo a destruição de tigueras, promovendo a 'ponte verde' para os fungos continuarem se reproduzindo e estabelecendo novas lesões infecciosas nessas plantas voluntárias na época da entressafra. No Brasil, as doenças foliares, originadas por fungos do gênero *Cercospora*, são as principais causadoras de prejuízos no amendoim. O nome de cercosporioses é atribuído a duas doenças que ocorrem no amendoim: a mancha-castanha, causada por *Cercospora arachidicola*, e a mancha-preta, causada por *Cercosporidium personatum* (Tasso Júnior et al., 2004).

2.4 Principais doenças do amendoim

2.4.1 Cercosporioses – mancha-castanha e mancha-preta

As doenças fúngicas do amendoim estão presentes em praticamente todas as áreas de cultivo, especialmente as cercosporioses. Sendo assim, consideradas em conjunto as doenças mais notáveis na cultura, devido ao alto valor dispendido para seu controle, demanda por pesquisas científicas e prejuízos para os produtores quando não controladas. Elas causam pelo menos 50% de redução na produção em lavouras comerciais e a totalidade de perdas na produtividade de grãos para a mancha-preta já foram relatados em campos de pesquisa (Shokes e Culbreath, 1997).

As cercosporioses ou manchas de cercospora possuem outros nomes os quais fazem referência aos mesmos patógenos; em regiões e países diferentes recebem os nomes de *early* e *late leaf spots*, pinta preta, mancha-castanha, *viruela del mani*, *Mycosphaerella leaf spots*, entre outras denominações (Pio-Ribeiro et al., 2013).

Representadas pela mancha-castanha, *C. arachidicola* e a mancha-preta, *C. personatum* (Moraes, 2006), ambas promovem precocemente a queda das folhas, favorecendo o aumento da incidência da murcha de *Sclerotium* e das perdas das vagens pelo apodrecimento dos ginóforos em situações que ocorrem chuva em excesso no período da colheita (Barreto, 2005).

Pertencentes ao reino *fungi*, como sendo fungos verdadeiros da ordem *Capnodiales*, no qual incluem diversos agentes fitopatogênicos, em sua maioria causadores de doenças foliares, sendo a principal família desta ordem a *Mycosphaerellaceae*.

Possui admirável relevância fitopatológica o gênero *Mycosphaerella*, pelo fato de ser responsável pelas doenças altamente destrutivas como por exemplo, mal-de-Sigatoka (*M. musicola*) e Sigatoka negra (*M. fijiensis*). Uma característica muito relevante é que este gênero ocorre habitualmente na fase anamórfica, ou seja, fase conidial, assexual e imperfeita, com espécies pertencentes aos gêneros *Cercospora* e *Cercosporidium* (Figura 2), entre outras (Pio-Ribeiro et al., 2013). A fase teleomórfica ou ascógena recebe o nome de *Mycosphaerella arachidis* Deighton para a *C. arachidicola* e *Mycosphaerella berkeleyi* W.A. Jenkis para *C. personatum*, ambas formas teleomórficas são raras e nos cultivos do Brasil não foram relatadas (Moraes e Godoy, 1997; Barreto, 2005).

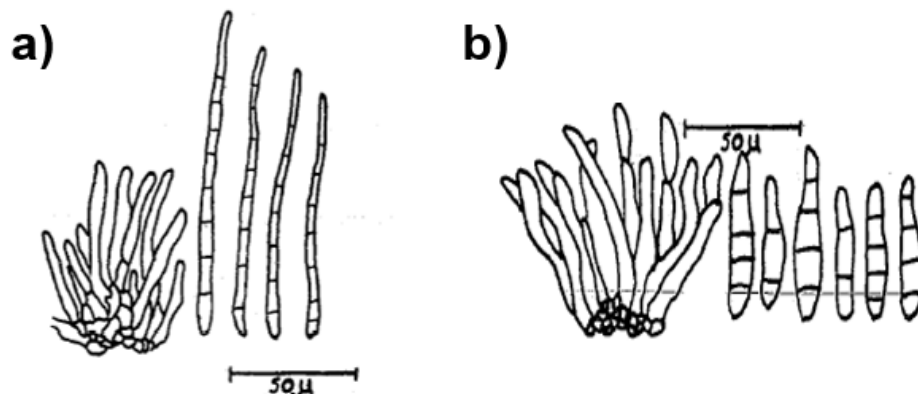


Figura 2. Conidióforos e conídios de *Cercospora arachidicola* (a) e *Cercosporidium personatum* (b) (Shokes e Culbreath, 1997).

Cercospora arachidicola possui estromas de coloração marrom-escuros com diâmetro de no máximo 100 μ m, os conidióforos apresentam comprimento de 15 μ m a 45 μ m e largura de 3 μ m a 6 μ m com cor marrom-amarelada, reunidos em densos feixes de 5 ou mais conidióforos. Os conídios da mancha-castanha são oliváceos, em sua maioria curvos e finos com comprimento de 35 μ m a 110 μ m e largura de 3 μ m a 6 μ m, apresentado 5 a 12 septos (Shokes e Culbreath, 1997).

A mancha-preta possui estromas pseudoparenquimáticos com diâmetro de no máximo 130 μ m, os conidióforos apresentam comprimento entre 10 μ m a 100 μ m e largura de 3 μ m a 6,5 μ m com cor marrom-claro, reunidos em densos feixes em círculos com os centros iguais. Suas estruturas de reprodução, os conídios, são hialinos a oliváceos, cilíndricos e em sua maioria são retos, pouco curvados. Apresentam comprimento de 20 μ m a 70 μ m e largura de 4 μ m a 9 μ m, com números de septos inferior a 9, sendo mais comum de 3 a 4 (Shokes e Culbreath, 1997).

Após 14 dias dos conídios terem sido levados a curtas distâncias, por respingos de água, vento ou insetos ocorrem os sintomas iniciais, em forma de manchas cloróticas, evoluindo para manchas necróticas escuras e circulares nos folíolos. Os sintomas iniciam nas folhas da parte inferior do amendoim, avançando para o terço superior e depois para a superfície da planta.

A mancha-castanha (Figura 3), ocorre mais precocemente que a mancha-preta. Esta cercospora é identificada por lesões necróticas de cor marrom na parte superior da folha com lesões arredondadas, bordos irregulares e halo amarelado nítido, onde na maioria das vezes ocorrem as frutificações do fungo e assim podendo serem

observados os conídios. Na superfície inferior as lesões são de cor castanha a marrom-clara, e em sua maioria não é observada a frutificação do fungo (Barreto et al., 2007a).

Já a mancha-preta, é mais tardia e mais agressiva (Moraes e Godoy, 1997). Os sintomas presentes são lesões arredondadas com bordas regulares e halo amarelo menor e indistinto, tornando-se necróticas de coloração preta, conforme ilustrado na Figura 4. Frutificação do patógeno na superfície abaxial dos folíolos e em casos de severo ataque ocorre a produção de conídios em ambos os lados da folha (Barreto, 2005).

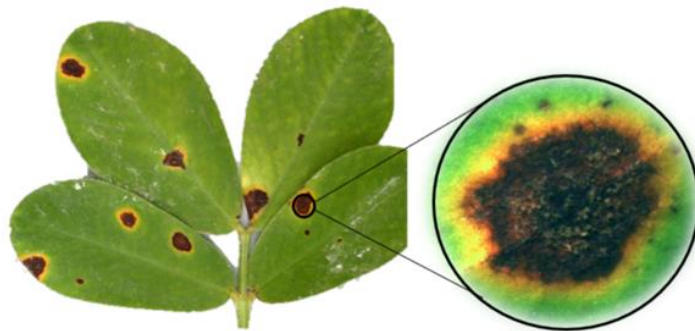


Figura 3. Mancha-castanha (*Cercospora arachidicola*), lesões na face superior da folha e frutificação fúngica na parte superior da folha aumentado em 20x (Moraes, 2006; Brock, 2012).



Figura 4. Mancha-preta (*Cercosporidium personatum*). Sintomas na face superior (esquerda), inferior (direita) e frutificação fúngica na parte inferior da folha aumentado 20x.

A mancha-castanha e a mancha-preta sobrevivem de um ciclo de cultivo ao outro, graças às 'pontes verdes' que são tigueras de amendoim que nascem voluntariamente e permanecem na entressafra da cultura, fazendo com que o fungo se alimente e se reproduza durante este período. Segundo Pio-Ribeiro et al. (2013), as estruturas de sobrevivência desses fungos podem permanecer em vagens e sementes armazenadas. O *start* inicial para promover então as infecções primárias são oriundas da produção de conídios das tigueras, caules e outros tecidos contaminados, como aqueles que foram veiculados pela parte externa das sementes, utilizada tão somente como um meio de 'transporte'.

A infecção secundária tem início após as infecções primárias produzirem o inóculo e por sequência conseguir disseminá-lo. Essa disseminação se dá através do vento, respingos d'água, insetos, movimentos mecânicos (pessoas, maquinário agrícola, etc). Após ocorrer a disseminação dos conídios e eles se depositarem sobre a superfície da folha, ocorre a germinação; entre 6 a 9 horas os tubos germinativos são formados que, por sua vez, penetram na folha através dos estômatos ou nas células da epiderme. Dentro de 14 dias os primeiros sintomas podem ser observados.

A severidade das cercosporioses é diretamente afetada pelo período de molhamento das plantas. Alta umidade relativa e temperaturas entre 16 °C a 25 °C são condições ideais para o desenvolvimento da mancha-castanha. A mancha-preta requer longos períodos de molhamento foliar; a literatura cita pelo menos 10 horas, e temperaturas de 20 °C a 26 °C (Barreto, 2007b). Pio-Ribeiro et al. (2013) citam que as duas cercosporioses podem coexistir, porém a mancha-castanha atinge proporções epidêmicas mais cedo, por isso denomina de *early* (cedo) *spot*, e *late* (tarde) *spot* para a mancha-preta, que por sua vez é mais tardia.

Sob condições de elevadas precipitações pluviais e elevadas temperaturas na época de cultivo, em cultivares susceptíveis, juntos, esses patógenos se tornam um dos mais importantes da cultura, coalescendo durante o ciclo do amendoim e ocorrendo de forma generalizada em, praticamente, todos os campos de cultivo, promovendo severa desfolha, variando de intensidade em função do cultivar, local e da época de plantio.

Nas condições de cultivos paulistas, a mancha-preta tem sido predominantemente observada e sendo considerada a mais severa entre as doenças

foliares do amendoim (Moraes e Godoy, 1997), por apresentar maior esporulação, e possuir curva de crescimento mais acentuada pode proporcionar sérios prejuízos em tempo menor do que a mancha-castanha (Shokes e Culbreath, 1997).

2.4.2 Ferrugem

Puccinia aracchidis Speg. a ferrugem do amendoim é uma das principais doenças foliares desta cultura, principalmente quando ocorre simultaneamente com as cercosporioses em cultivares rasteiros susceptíveis (Godoy et al., 1994 apud Pio-Ribeiro et al., 2005). Possui dois tipos de esporos: os uredósporos e teliósporos, sendo predominante o estágio uredial de início subepidérmicos. Os teliosporos ocorrem na face abaxial dos folíolos, e ao se romperem liberam os teliósporos, apresentando coloração amarela e marrom (Subrahmanyam et al., 1994 apud Pio-Ribeiro et al., 2013). Em situações de alta severidade, ocorre uma necrose dos tecidos ao redor das pústulas, induzindo a queda dos folíolos, no entanto os folíolos atacados permanecem presos ao caule mesmo severamente afetados, podendo ser notadas reboleiras de aparência verde-pálida e/ou 'queimada' (Subrahmanyam e McDonald, 1983 apud Pio-Ribeiro et al., 2013).

2.4.3 Mancha-barrenta

Phoma arachidicola Marasas, (Pauer & Boerema), ocorre nas regiões produtoras de diversos países, entre eles, Brasil, Rússia, Argentina, África e Estados Unidos da América (Cole e Liddel, 1997 apud Pio-Ribeiro et al., 2013). Verificada pela primeira vez, no estado de São Paulo, em 1960, apresenta importância secundária (Barreto, 2005).

Apresenta sintomas característicos como manchas pardas, de tamanho reduzido no início e com bordos difusos e irregulares, na face superior dos folíolos possui aspecto de 'teia' que, com o desenvolvimento do fungo apresenta uma aparência de salpicos de barro. A mancha-barrenta pode infectar também o pecíolo e o caule causando queda prematura de folhas (Subrahmanyam et al., 1994 apud Pio-Ribeiro et al., 2013).

2.4.4 Queima-das-folhas

Conhecida popularmente como 'mancha em v' [*Leptosphaerulina crassiasca* (Sechet) Jackson & Bell] foi registrada pela primeira vez no Estado de São Paulo em 1989, tendo ocorrências sazonais, em sua maioria durante os meses quentes e chuvosos.

Sintomas comuns são cloroses e posteriormente necroses, começando no ápice dos folíolos ocasionalmente nas margens, evoluindo no sentido da nervura principal em direção à base na forma de 'V', de cor amarelada e posteriormente os tecidos rasgam-se (Subrahmanyam et al., 1994 apud Pio-Ribeiro et al., 2013). A formação genética das cultivares parece influenciar no desenvolvimento da queima, analisando-se em algumas linhagens, sintomas restritos a ponta das folhas, enquanto outras linhagens a queima se desenvolvem por 40% a 50% do tecido foliar (Jackson e Bell, 1968 apud Pio-Ribeiro et al., 2013).

2.4.5 Verrugose

Sphaceloma arachidis Bit. & Jenk, verrugose-do-amendoim, apesar de ter sido considerada de importância secundária durante muitos anos por ocorrer no final do ciclo da cultura, pode proporcionar sérios danos, principalmente quando a cultura for cultivada em áreas com tigueras de amendoim de safras anteriores, apresentando condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo (Barreto, 2005).

De princípio, os sintomas surgem nas folhas do terço superior, evidenciando como numerosas manchas cloróticas, arredondadas ou irregulares, pequenas e de cor pardo-clara. As manchas distribuídas na superfície foliar são claras e de superfície elevada, enquanto as da superfície inferior são de coloração escuras e planas (Moraes e Godoy, 1997). A doença em estágio avançado apresenta plantas pequenas, tortas, com o caule sinuoso e aspecto de hiperplasia 'verrugas'.

Observa-se maior incidência maior da verrugose quando ocorre maior ataque do tripses-do-prateamento (*Enneothripes flavens* Moulton), devido a maior facilidade de penetração do patógeno pelos ferimentos causados pelo inseto (Barreto, 2005; Pio-Ribeiro et al., 2013). Esta interação foi comprovada em experimento, em que parcelas

tratadas com inseticidas para controlar tripes foram comprovadamente menos infectadas pela verrugose (Rosseto et al., 1968). Essa mesma resposta foi obtida com o uso do inseticida thiamethoxan (Moraes et al., 2006).

3 CONTROLE QUÍMICO

O aumento do cultivo de plantas para satisfazer a necessidade energética do homem também irá satisfazer a necessidade dos microrganismos causadores de doenças, pelo mesmo fato de ambos necessitarem de uma fonte nutricional para completarem o seu ciclo reprodutivo. Portanto, quanto maior a área de cultivo de uma mesma cultura, maior será a probabilidade da ocorrência de surtos epidêmicos de uma determinada doença. Desta forma o uso de medidas fitossanitárias para o controle das doenças deve ser eficaz, objetivando o controle do patógeno e o máximo do potencial produtivo do cultivar explorado (Reis et al., 2010).

A aplicação de defensivos agrícolas é praticada com intensidade nos países mais desenvolvidos e no Brasil, envolvendo interesses econômicos mundiais, que contemplam a casa de vários bilhões de dólares (Kimati, 2011a).

A associação de medidas de controle acessíveis é imprescindível para o manejo mais eficiente do patógeno, não fazendo uso de apenas uma prática eremítica.

Segundo Reis et al. (2010):

O controle integrado é o sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para manter as populações de organismos prejudiciais em níveis abaixo daqueles que causem dano econômico (NDE). Por outro lado, manejo integrado de doenças consiste na utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente.

As doenças de plantas ainda continuam proporcionando altos prejuízos para os agricultores em diversas espécies vegetais cultivadas e pelo menos 30% da produção agrícola mundial são perdidas anualmente por problemas fitossanitários, fator este que não pode ser esquecido em um mundo em constante desenvolvimento (Kimati et al., 2011b).

A solução, portanto, tem sido a busca insistentemente pela eficiência produtiva;

paralelamente a este objetivo, ocorrem muitos dos atuais problemas fitopatológicos. As cultivares excessivamente melhoradas e selecionadas, em sua maioria, infelizmente apresentam suscetibilidade a algum agente patogênico. Monocultura, irrigação, adubação, aumento da densidade de plantio, entre outras técnicas culturais, inevitáveis para garantir a eficiência produtiva, constantemente favorecem a ocorrência das doenças. Porém, essas atividades culturais e cultivares selecionados não podem ser extremamente modificadas sem comprometer a produtividade. Portanto, o controle de doenças assume principal importância na agricultura conhecida atualmente, sendo obrigatoriamente ser realizado (Kimati et al., 2011b).

Um fungicida que proporcione controle ao seu alvo fúngico não atua sobre o microrganismo somente matando-o, mas também inibindo a esporulação, crescimento do tubo germinativo, micelial, entre outras formas de controle existentes.

O primeiro fungicida desenvolvido pelo homem foi a calda bordalesa, acidentalmente descoberta na França, na cidade de Bordeaux pelo químico Millardet, que observou a eficiência do sulfato de cobre no controle do míldio da videira (*Plasmopora viticola*).

No início do século XX a Alemanha introduziu os fungicidas organomercuriais que tratavam contra o carvão as sementes de trigo. Pouco depois, em 1934, Tisdale e Willians relataram a atividade fungicida dos ditiocarbatos. No ano de 1952, Kitleson introduziu a captana e logo depois, em 53, a bactéria *Erwinia amylovora* foi controlada pelo bactericida e antibiótico sulfato de estreptomicina. Após 15 anos, a DuPont, nos Estados Unidos, relatou a sistematicidade do fungicida benomil, iniciando o mercado dos sistêmicos. O Triadimefom, um triazol, o primeiro da série foi lançado no mercado em 1973. E em 1993 ocorre a descoberta dos fungicidas do grupo das estrobilurina (Reis et al., 2010).

Fungicidas e bactericidas possuem características químicas e biológicas muito variáveis, envolvem diversos princípios de controle em função da essência do produto, desde o *time* e tipo de metodologia de aplicação ao estágio de desenvolvimento da doença. Dessa forma, temos o princípio da erradicação se o fungicida está atuando na eliminação ou diminuição do inoculo já formado. O mesmo tratamento pode cobrir áreas foliares sem doença, previamente a chegada do inoculo, sendo protetor; pode também entrar nos tecidos já doentes, constituindo a terapia, ou nos tecidos sadios,

imunizando-o quimicamente. Fundamentando-se caracteristicamente a aplicação temos, fungicidas erradicantes, protetores e curativos. Podem ser classificados de acordo com a sua mobilidade na planta, sendo fungicidas sistêmicos, imóveis, translaminares e mesostêmicos (Kimati, 2011a).

3.1 O cobre como fungicida

O sulfato de cobre já era utilizado com fungicida no século XIX, recomendado para tratamento de sementes de trigo contra o carvão. Possuía alta solubilidade na água e penetrava em tecidos vegetais, sendo fitotóxico e, portanto, não era empregado em aplicações nas folhagens. Em 1882, acidentalmente, foi então descoberta a calda bordalesa; esta calda possuía em excesso o hidróxido de cálcio que acabava por neutralizar o sulfato de cobre, resultando, quando pulverizada sobre os vinhedos, o controle do míldio. Possui em sua formulação baixa toxidez aos mamíferos e grande poder residual, por apresentar alta tenacidade. A necessidade por cobres de baixa solubilidade era grande de modo que os cobres fixos, ou também chamados de neutros, apareceram para suceder a calda bordalesa. Apresentam baixa solubilidade, conseqüentemente menor fitotoxicidade e maior facilidade de preparo. São produtos quimicamente heterogêneos, apresentando largo espectro de ação antifúngica e antibacteriana, baixa toxidez aos animais e ao homem, por exemplo, oxicloreto de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso e sulfato básico de cobre (Kimati, 2011a).

O cobre é utilizado em tratamentos de inverno por apresentar ação de contato com penetração direta pela parede celular de qualquer estrutura do fungo, estando ele dormente. O produto é aplicado quando os esporos ou inóculos estão presentes na superfície da planta, em tratamento de inverno quando as plantas estão em dormência, por consequência acabam perdendo as folhas. Quando o cobre entra em contato com qualquer tipo de inóculo de fungos o fungicida acaba sendo absorvido, portanto a ação de contato é uma característica do fungicida (Reis et al., 2010).

Quanto à mobilidade, o fungicida cúprico é classificado como não penetrante, ou seja, quando aplicado nas partes aéreas não é absorvido, não sendo translocado, permanecendo na superfície da planta no local onde foi pulverizado, sendo passível

de ser lavado pela chuva. São exemplos de fungicidas não penetrantes: chlorothalonil, captana, cartape, manebe, mancoze, propinebe, entre outros (Reis et al., 2010).

Os fungicidas não penetrantes atuam antes da penetração do fungo, sendo importante e ao mesmo tempo imprescindível planejar o momento correto da aplicação na cultura, pois ao contrário dos fungicidas penetrantes (sistêmicos, mesossistêmicos, etc) não possuem efeito sobre o fungo quando o mesmo já penetrou e colonizou seu hospedeiro. Sendo assim, o fungicida cúprico deve ser aplicado antes da deposição dos esporos no hospedeiro, tendo sua ação contra o patógeno na superfície da planta, formando uma camada superficial protetora contra o patógeno.

A ação protetora do fungicida somente terá um bom desempenho se o produto possuir: formula química reativa, fungitoxicidade inerente, não ser facilmente lavado pelas intempéries, possuir alta capacidade aderente a superfície a ser pulverizada, baixa tensão superficial, entre outras características que fazem o fungicida protetor ser ideal (Reis et al., 2010; Kimati, 2011a).

Em condições de campo, no entanto, o momento da deposição dos esporos é desconhecido, sendo a aplicação do fungicida cúprico realizada de forma preventivamente. A pulverização do fungicida protetor quando aplicado nas partes aéreas da planta tem que conferir boa deposição, distribuição, aderência, cobertura e tenacidade do seu ingrediente ativo. Na pulverização, as partículas do fungicida é veiculada em gotículas líquidas que, projetadas, vencem com maior facilidade as forças repulsivas oriundas de correntes de convecção do alvo. A água utilizada como veículo líquido evapora após a deposição na superfície foliar, deixando as partículas fungicidas sobre esta superfície. Todavia, a distribuição e a cobertura ficam prejudicadas, pois as partículas estão retidas nas gotículas do veículo líquido, sendo obrigadas a se depositarem junto com o veículo líquido, por consequência espaços ficam sem proteção, sendo importante que os fungicidas protetores tenham capacidade de redistribuição, através do orvalho e da chuva, para melhorar a sua cobertura (Kimati, 2011a).

Este fungicida protetor é capaz de inibir muitos processos enzimáticos, atuando em diferentes lugares da célula, desde que ela possua atividade metabólica, agindo tanto na membrana como no protoplasma celular. Centenas de enzimas celulares são sensíveis e podem ser alvo de inibição pelo fungicida protetor. O cobre é prontamente

acumulado pelas células dos fungos sensíveis, este elemento forma complexos com enzimas que possuem grupos hidroxila, amino ou carboxila, envolvem reação com grupos sulfidrilicos; mas concomitantemente, inibem enzimas não dependentes do grupo sulfidrilico, como a cartalase, sacarase, arginase, beta-glucosidase, asparigenase, entre outras, inativando-as, levando a desordem geral do metabolismo e rompendo a integridade celular (Reis et al., 2010; Kimati, 2011a).

A amplitude dessas reações *in vivo* depende do nível de fungicida não-decomposto que acumula no local de atuação enzimática na célula fúngica, pois fungicidas podem ser metabolicamente eliminados. A toxicidade dos metais pesados é fundamentada nas propriedades desses íons em precipitar ou desnaturar as proteínas. As enzimas são proteínas, portanto, é de se esperar que os metais inativem esses catalisadores. Certamente o íon cobre mata os esporos ao se combinar com os grupos sulfidrilica de certas enzimas, pois elas requerem grupos de enxofre livre para suas atividades, e parecem ser especialmente suscetíveis a inativação (Reis et al., 2010; Kimati, 2011a).

Segundo Suassuna (2009) e Kimati (2011a), os fungicidas protetores de partes aéreas das plantas, junto com os sistêmicos, constituem o grupo mais numeroso e importante de fungicidas aplicados na agricultura. Entre eles, os fungicidas que controlam a mancha-castanha e mancha-preta são: oxiclureto de cobre; chlorothalonil; oxido cuproso; difenoconazol; propiconazol; mancozeb e maneb.

4 ABSORÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES

Adubação foliar é utilizada para a correção ou prevenção de deficiências de macro ou micronutrientes, principalmente quando essa correção complementa a deficiência da planta ajudando ou substituindo o fornecimento via solo. Temos uma economia de adubo quando aplicado via foliar, devido aos micronutrientes quando são aplicados via solo possuem grande chance de serem fixados e exigidos em quantidades pequenas promovem deficiência nutricional para a cultura (Malavolta, 2006).

O soluto caminha da epiderme para o interior da folha até atingir o sistema de

vasos condutores sendo translocado pelas vias apoplástica e simplástica (Malavolta, 2006).

4.1 O silício na resistência das plantas às doenças

Após o oxigênio, temos o silício (Si) como o elemento mais abundante na litosfera (Malavolta, 1980). Presente no solo como ácido monossilícico (H_4SiO_4), em grande parte na forma não dissociada sendo facilmente absorvido pelas plantas (Raven et al., 1992). O ácido silícico é a única forma disponível para as plantas no solo, existindo também fatores que aumentam sua disponibilidade a planta, como exemplo podemos citar: adição de fertilizantes silicatados, água de irrigação, dissolução de ácido silícico polimérico, liberação de silício dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Savant et al., 1997).

É acumulado nos tecidos de todas as plantas e representa de 1% a 10% da matéria seca. Ainda não é classificado como elemento essencial para as plantas, mesmo sendo reconhecida sua grande influência na resistência das mesmas ao ataque de insetos, nematóides, bactérias e fungos, em um melhor estado nutricional, redução da transpiração foliar e melhora na eficiência fotossintética.

O silício está contido nos minerais silicatados, os mais comuns são os feldspatos alcalinos, o quartzo e os plagioclásios. Os feldspatos se intemperizam mais rapidamente do que o quartzo, resultando em argilas (caulinita ou montmorillonita) e ácido silícico (Exley, 1998).

Os adubos contendo silício estão sendo usados em vários países por este elemento estar sendo considerado a chave para a sustentabilidade para a agricultura convencional, orgânica e biodinâmica (Reis et al., 2007).

São fontes de utilização comercial os metassilicatos de sódio e de potássio, os quais possuem alta solubilidade, usados preferencialmente em cultivo hidropônico, os ácidos silícicos possuindo efeito semelhantes. Existe também a opção do uso de escórias básicas de siderurgia (silicatos de cálcio e magnésio), possuindo uma excelente fonte de silício a baixo custo. Os nutrientes minerais podem influenciar a incidência e a severidade de doenças em plantas.

Segundo alguns autores (Bélanger et al., 1995), estudos demonstram que o suprimento de silício a várias espécies de plantas, tanto via solo como via foliar ou solução nutritiva, tem contribuído bastante na redução da intensidade e severidade de diversas doenças de importância econômica.

Os mecanismos de resistência do hospedeiro em relação ao patógeno, com adição de silício ao meio, ainda não foram totalmente esclarecidos e, por isso, tem sido alvo de estudo por vários pesquisadores. Há duas hipóteses que podem explicar essa supressão: segundo Bowen et al. (1992), o que impede o crescimento e penetração do fungo nos tecidos das plantas é o acúmulo de silício na parede celular; outros autores (Chérif et al., 1992 apud Pozza et al., 2004) afirmam que o silício estimula a planta a produzir mecanismos naturais de defesa, como compostos fenólicos, quitinases, peroxidases, acúmulo de lignina, entre outros. Esses compostos tem a capacidade de promover alterações na palatabilidade do tecido vegetal, diminuindo o consumo do mesmo pelos animais. Os vegetais também podem produzir efeitos tóxicos e anti-nutricionais como forma de defesa em relação aos organismos que os consomem (Reis et al., 2007). Um exemplo é o aumento na produção de quitinase, enzima ligada à degradação da parede celular do fungo e de beta-glicosidase, enzima relacionada à produção de substâncias fungitóxicas encontradas nas raízes.

Não se tem muitos estudos da influência do silício no controle de doenças na cultura do amendoim. O silício é mais estudado na cultura do arroz, pois é nesta que se percebe com mais facilidade a importância deste elemento no controle de várias doenças.

A Figura 5 demonstra a presença da camada de cutícula-sílica, constituinte da barreira física a qual deixa a planta mais resistente.

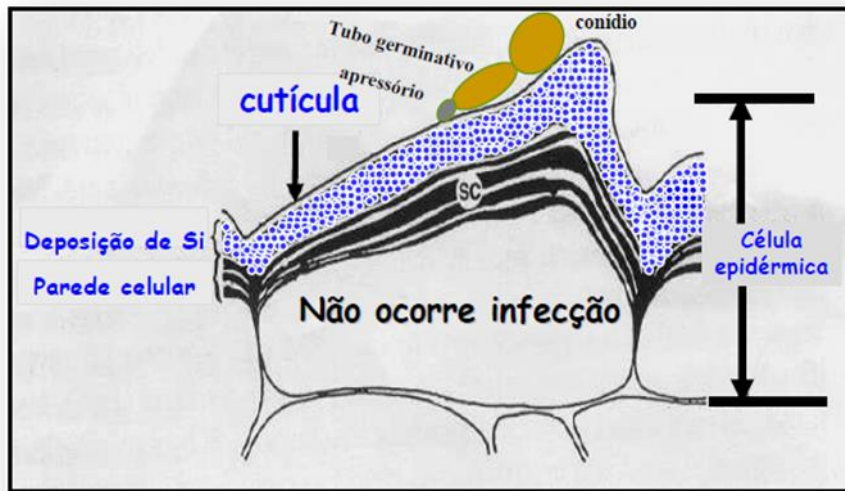


Figura 5. Deposição e polimerização do ácido monossilícico abaixo da cutícula, formando uma camada de cutícula-sílica (adaptado de Yoshida, 1965).

A utilização de silício na agricultura resulta em muitos benefícios para diversas culturas, tais como: maior disponibilidade de fósforo no solo e taxa fotossintética das plantas; maior resistência da parede celular e evapotranspiração regulada; redistribuição do manganês (Mn) nas plantas; maior resistência ao ataque de insetos-praga, doenças (principalmente as fúngicas) e nematoides, proporcionando aumentos na produtividade das culturas.

Com tantos benefícios conferidos às plantas através da nutrição com silício, pressupõe que é possível a utilização de quantidades menores de defensivos químicos, tais como fungicidas, inseticidas e nematicidas, pois além de induzir à resistência ou tolerância a organismos, é possível ocorrer efeitos sinérgicos entre o Si e outros produtos, reduzindo suas dosagens recomendadas.

A nutrição de plantas com Si de forma correta e adequada poderá auxiliar na garantia de uma agricultura mais equilibrada, com menor intensidade de enfermidades e maior otimização no uso de insumos agrícolas (Reis et al., 2007).

5 CONTROLE DAS CERCOSPORIOSES DO AMENDOINZEIRO

A susceptibilidade ao complexo das cercosporioses é encontrada em praticamente todas as cultivares comerciais de amendoim cultivados no Brasil,

inclusive as alto oleicas; portanto, os produtores desta leguminosa utilizam práticas culturais existentes para controlar e prevenir o inóculo inicial e após estabelecida no campo reduzir a sua severidade (Barreto, 2007b; Pio-Ribeiro et al., 2013).

Os problemas ocasionados pelas doenças podem ser conduzidos de forma que seu objetivo seja reduzir o inóculo inicial, atrasando o início da epidemia, e em segunda etapa reduzir a taxa de infecção; sendo realizadas essas duas etapas em conjunto, consegue-se manter as doenças abaixo do nível de dano econômico.

Para reduzir o inóculo inicial, deve ser feita a rotação de cultura por no mínimo dois anos, medida facilmente adotada no estado de São Paulo devido ao amendoim ser cultivado principalmente em áreas de reforma de cana-de-açúcar, que, em média, são renovadas a cada cinco anos; a aração e gradagem são recomendadas para incorporar os restos da cultura anterior, a eliminação das plantas voluntárias (tigueras), antecipação das datas de semeadura e seleção de cultivar com características resistentes ou tolerantes aos patógenos (Tasso Júnior et al., 2004).

Em segundo momento, tem se mostrada necessária a aplicação de fungicidas, em virtude da alta severidade das cercosporioses, podendo a partir do inóculo inicial desenvolver-se de forma rápida e descontrolada caso não seja feita de imediato alguma intervenção. Os produtos químicos são utilizados respeitando um calendário de aplicação pré-estabelecido, havendo a necessidade, após os 40 dias do plantio, a primeira aplicação de fungicida ser realizada e reaplicadas a cada 10-15 dias em média (Tasso Júnior et al., 2004).

Durante todo o ciclo dos cultivares, o número de aplicações de fungicidas para o controle fúngico é variável em função do comportamento das cultivares e, principalmente, das condições climáticas nos diferentes anos (Moraes e Godoy, 2001).

Em 1988, foi iniciado o emprego dos triazóis, particularmente o tebuconazole, nesse programa, o chlorothalonil era empregado nas aplicações 1, 2 e 7 (Chiteka et al., 1988). Labrinos e Nutter Jr. (1993), observaram efeitos positivos mediante a combinação de chlorothalonil e tebuconazole sobre a mancha-preta. Tal combinação reduzia a germinação dos esporos e a taxa de esporulação nas lesões.

O Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (Frac Brasil), originado em um curso de resistência a fungicidas em 1980 e um seminário da indústria em 1981 em

Bruxelas, recomendou, em dezembro de 2017, diante da necessidade de adoção de boas práticas de manejo contra evolução da redução de sensibilidade da ferrugem asiática da soja aos grupos químicos de mecanismo de ação específico mais utilizados, realizar a aplicação dos fungicidas de forma preventiva, sempre em associação com fungicidas multissítios; utilizar sempre misturas comerciais formadas por dois ou mais fungicidas com mecanismos de ação distintos; rotacionar fungicidas com diferentes mecanismos de ação (triazóis, estrobilurinas, carboxamidas, morfolinas e multissítios) (Frac Brasil, 2017).

A utilização de fungicidas protetores e sistêmicos em associação ocorreu face a constatações de comprometimento do controle das doenças foliares e à necessidade do manejo da resistência dos fungos aos fungicidas (Ruas, 2014). Culbreath et al. (2001) relatou que as combinações de tebuconazole e chlorothalonil proporcionavam melhor controle das doenças foliares de amendoim que quando comparado à aplicação isolada de chlorothalonil ou tebuconazole.

Ocorrendo em grande parte das lavouras o excesso de aplicações de fungicidas, mostra-se a necessidade de novos conhecimentos e nem sempre o posicionamento visando o controle adequado do complexo de doenças foliares mostra-se o mais adequado. A necessidade de verificar o efeito do controle com a utilização de fungicida cúprico, que proporcione controle alternativo e eficaz na cultura do amendoim de forma agrônômica e sustentável, alcançando as respostas mais eficientes é necessário (Moraes, 1994; Pio-Ribeiro et al., 2013; Ruas, 2014).

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Áreas experimentais

6.1.1 Experimento in vitro

O experimento *in vitro* foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-SP, durante o

mês de outubro de 2016 a novembro de 2017.

Foram coletadas no mês de outubro de 2016 tigueras de amendoim com sintomas de mancha-castanha e mancha-preta, para a obtenção de material infectado, conforme ilustrado na Figura 6.



Figura 6. Coleta de amendoim tiguera com lesões de cercosporioses realizada na área experimental, Jaboticabal-SP, 2016.

As plantas de amendoim coletadas, com sintomas de mancha-preta e mancha-castanha foram cultivadas em estufa agrícola galvanizada, marca Van der Hoeven, e posteriormente foram utilizadas como fonte de inóculo. Ao lado destas plantas foram semeadas em vasos plásticos, com 2 kg da mistura de areia e substrato (1:1), sementes da cultivar IAC OL-3, conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 7. Planta de amendoim cultivada em estufa agrícola, infectada pelas cercosporioses, Jaboticabal-SP, 2017.

Com o objetivo de garantir a presença de água livre na folha, o sistema de nebulização da estufa foi acionado diariamente durante 15 minutos, em intervalos de 6 horas durante todo o ciclo da cultura.

Após 40, dias foram coletadas folhas com sintomas de mancha-preta das plantas cultivadas em estufa. Posteriormente, com ajuda de um pincel de cerdas macias as lesões foram raspadas e os conídios depositados em água destilada. Essa suspensão foi ajustada, por meio de diluição, para concentração de $1,35 \times 10^4$ conídios por mL^{-1} . Após o preparo da suspensão conidial, duas gotas foram depositadas nas lâminas contendo meio de cultivo ágar-água com fungicidas, de acordo com os seguintes tratamentos: T. 1) testemunha; T. 2) oxiclreto de cobre a $0,21 \text{ L ha}^{-1}$; T. 3) oxiclreto de cobre a $0,42 \text{ L ha}^{-1}$; T. 4) oxiclreto de cobre a $0,82 \text{ L ha}^{-1}$; T. 5) oxiclreto de cobre a $1,2 \text{ L ha}^{-1}$; T. 6) chlorothalonil a $2,0 \text{ L ha}^{-1}$, estes de acordo com a Tabela 1.

Após o experimento ser montado, as lâminas contendo os conídios foram incubadas a uma temperatura de $24 \text{ }^\circ\text{C}$ por 22 horas, e avaliou-se a porcentagem de germinação desses, com o auxílio de microscópio óptico. Os conídios foram considerados germinados quando o comprimento do tubo germinativo ultrapassou o tamanho do mesmo. Duas possíveis respostas foram consideradas: conídio germinado ou conídio não germinado (sem a presença de um tubo germinativo), conforme ilustrado na Figura 8. Adaptado de Bisonardi et al. (2013).



Figura 8. Conídios de *Cercosporidium personatum* com tubo germinativo (a) e sem emissão do tubo germinativo (b), Jaboticabal-SP, 2017.

Pode-se considerar que um conídio germinado tem potencial para causar uma nova lesão no tecido vegetal. Com o total de conídios germinados, o valor foi calculado em relação ao controle para o cálculo da inibição da germinação conidiana (IGC) de acordo com a fórmula abaixo:

$$IGC = \frac{\text{Testemunha} - \text{Tratamento}}{\text{Testemunha}}$$

6.1.2 Delineamento experimental

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizados, constituído por seis tratamentos e quatro repetições, cada lâmina foi depositada uma gota da suspensão de conídios em cada extremidade.

Tabela 1. Protocolo experimental, ingredientes ativos e doses dos produtos utilizados em seu respectivo tratamento. Jaboticabal-SP, 2016.

Tratamentos e Ingredientes ativo	L ha ⁻¹	g/L
Testemunha	-	-
T. 2 oxicloreto de cobre	0,21	0,47
T. 3 oxicloreto de cobre	0,42	0,94
T. 4 oxicloreto de cobre	0,82	1,88
T. 5 oxicloreto de cobre	1,2	2,82
T. 6 chlorothalonil	2,0	6

6.1.3 Análise de dados

Os dados obtidos foram avaliados mediante a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade empregando-se o programa SASM – Agri (Canteri et al., 2001).

6.2 Experimento em campo agrícola

O experimento em campo foi conduzido e instalado na safra ano 2015/16, distrito de Lusitânia, município de Jaboticabal, localizado na porção Centro Norte do Estado de São Paulo, no Planalto Ocidental Paulista. Município apresenta área

territorial de aproximadamente 707 km² e área rural de 669,4 km² (IBGE, 2010). As coordenadas geográficas da área experimental foram: Latitude 21°06'43.11"S, Longitude 48°14'07.00"W e Altitude 543m.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região de Jaboticabal é do tipo CWA – Subtropical mesotérmico (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente). A temperatura média anual é de 22 °C e a precipitação média anual é de 1.424,6 mm. A Tabela 2 apresenta dos dados meteorológicos no período de condução do ensaio.

A análise química do solo da área experimental, encontra-se descrito na Tabela 3.

Antes da semeadura do amendoim, o local foi preparado com subsolador, arado de aiveca, grade aradora e grade niveladora. Operações de calagem, gessagem e adubação mineral foram realizadas de forma idêntica ao preparo da cultura comercial, conforme Tabela 4.

Tabela 2. Dados meteorológicos mensais do ano de 2015 (outubro, novembro e dezembro) e 2016 (janeiro e fevereiro) em Jaboticabal-SP.

Dados meteorológicos mensais dos anos de 2015 e 2016 em Jaboticabal-SP					
Mês	Tmax °C	Tmin °C	Tmed °C	UR (%)	Precipitação (mm)
Outubro	39,1	15,4	26,3	58,7	164,0
Novembro	34,7	17,4	25,3	72,0	278,4
Dezembro	34,3	19,4	25,4	73,0	306,5
Janeiro	33,0	17,7	24,9	75,7	445,1
Fevereiro	35,4	19,6	26,0	61,6	206,0

Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp – Câmpus de Jaboticabal-SP.

Tabela 3. Dados de análise química e granulométrica de amostra composta de solo em duas profundidades (0 – 25 cm) e (0– 50 cm).

	pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	Soma Bases	CTC	Sat.	Sat.
										SMP	S.B.		Bases	Al
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----							V%	m%		
0-25	5,6	24	7	5	29	11	NS	2,7	0	23	42,7	65,7	65	0
25-50	5,4	21	11	19	25	7	NS	1,9	0	25	33,9	58,9	58	0

Tabela 4. Adubos e corretivos com as respectivas doses utilizadas na experimentação em campo agrícola. Jaboticabal-SP 2016.

Produto	Adubação realizada		
	Tipo	Fórmula	Dosagem (t ha ⁻¹)
Adubo	Mineral granulado	07 - 34 - 11	0,145
Calcário	Dolomítico	-	2
Gesso	Agrícola	-	1

A semeadura foi realizada no dia 28 de outubro de 2015, utilizando a cultivar IAC-OL3, com espaçamento entre linhas de 90 centímetros e densidade de plantio de 20 sementes por metro linear. No dia 7 de novembro ocorreu a emergência do amendoim.

6.2.1 Delineamento experimental

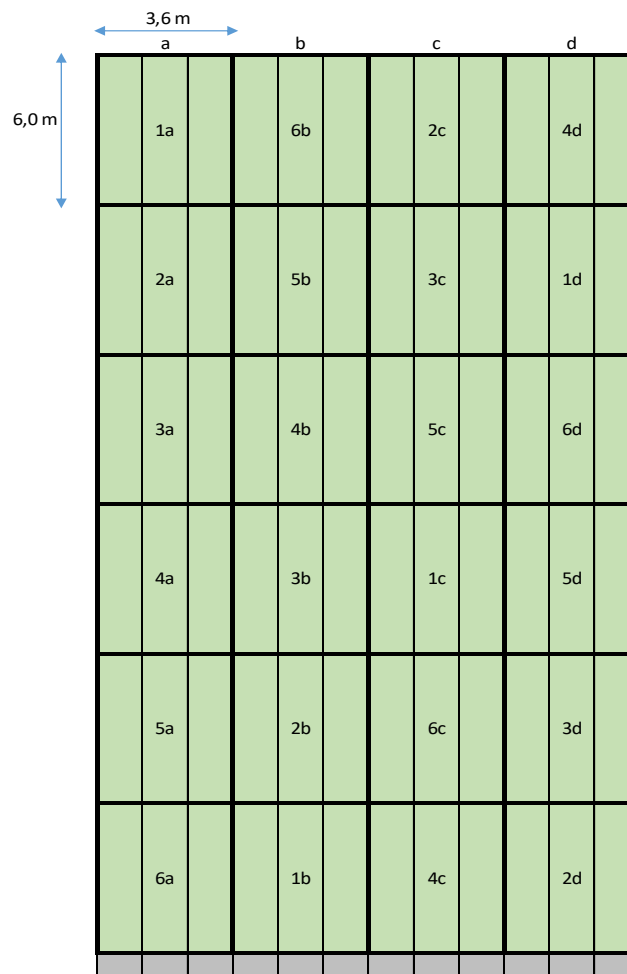


Figura 9. Croqui da área experimental de amendoim. Os números e letras representam os tratamentos e repetições respectivamente. Jaboticabal-SP, 2016.

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, constituído por seis tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi constituída por quatro linhas de plantas, com comprimento de 6,0 metros e largura de 3,6 metros, resultando em área útil de 21,6 m² por repetição, conforme ilustrado no croqui (Figura 9) e na imagem do campo instalado (Figura 10).



Figura 10. Área utilizada para o ensaio, estaqueada, Jaboticabal-SP, 2016.

6.2.2 Tratamento experimental e defensivos utilizados

Os defensivos utilizados no experimento foram, no tratamento de sementes: Piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil (Standak® TOP, BASF S.A.) a 300 mL/100 kg de sementes associado ao tiametoxam (Cruiser 350 FS, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) a 150 mL/100 kg de sementes.

Para o controle de insetos-pragas como tripes (*E. flavens*) foi utilizado o inseticida tiametoxam (Actara® 250 WG, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.) a 100 g ha⁻¹, para lagartas como a do pescoço vermelho (*Stegasta bosquella* (Chambers) e a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis* Hueb) foram utilizados os inseticidas clortraniliprole (Prêmio®, Du Pont do Brasil S.A.) a 60 mL ha⁻¹, metomil (Lannate®, Du Pont do Brasil S.A.) a 0,8 L ha⁻¹ e acefato (Orthene®, Arysta Lifescience do Brasil Indústria Química e Agropecuária S.A.) a 0,8 kg ha⁻¹. Com o objetivo de aumentar a defesa da planta contra as cercosporioses foi utilizado o fertilizante foliar o silicato de potássio (Intense®, Oxiquímica Agrociência LTDA) a 0,5 L ha⁻¹.

Para doenças: Chlorothalonil (Bravonil®, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) nas dosagens de 1,5 L ha⁻¹ para a primeira aplicação e 2,0 L ha⁻¹ para as demais, epoxiconazol + piraclostrobina (Opera®, BASF Schwarz heide GmbH) a 0,5 L ha⁻¹,

oxicloreto de cobre SC (Difere®, Oxiquímica Agrociência LTDA) em duas dosagens, quando associado ao chlorothalonil foi utilizado 0,8 L ha⁻¹ e quando não associado ao chlorothalonil a dose utilizada foi de 1,2 L ha⁻¹.

Os fungicidas foram aplicados em conjunto com os inseticidas, iniciando as aplicações aos 40 dias após o plantio, sendo reaplicados a cada 14 dias e respeitado o protocolo da Tabela 5. No total, foram realizadas seis aplicações de defensivos no campo experimental.

Tabela 5. Protocolo experimental, momento de aplicação, ingredientes ativos e doses dos produtos utilizados em seu respectivo tratamento, Jaboticabal-SP, 2015/2016.

T. 1 - Testemunha	-	-
T. 2 - Padrão Produtor	Ingrediente Ativo	L ha⁻¹
1ª aplicação: 40 DAP	Chlorothalonil + Piraclostrobina/Epoxiconazol	1,5 + 0,5
2ª aplicação: 54 DAP		2,0 + 0,5
3ª aplicação: 68 DAP		2,0 + 0,5
4ª aplicação: 82 DAP		2,0 + 0,5
5ª aplicação: 96 DAP		2,0 + 0,5
6ª aplicação: 110 DAP		2,0 + 0,5
T. 3 - Quatro primeiras aplicações	Ingrediente Ativo	L ha⁻¹
1ª aplicação: 40 DAP	Oxicloreto de Cobre	1,2
2ª aplicação: 54 DAP		1,2
3ª aplicação: 68 DAP		1,2
4ª aplicação: 82 DAP		1,2
5ª aplicação: 96 DAP	Chlorothalonil + Piraclostrobina/Epoxiconazol	2,0 + 0,5
6ª aplicação: 110 DAP		2,0 + 0,5
T. 4 - Cobre subst. Chlorothalonil	Ingrediente Ativo	L ha⁻¹
1ª aplicação: 40 DAP	Oxicloreto de Cobre	1,2
2ª aplicação: 54 DAP	Oxicloreto de Cobre + Piraclostrobina/Epoxiconazol	1,2 + 0,5
3ª aplicação: 68 DAP		1,2 + 0,5
4ª aplicação: 82 DAP		1,2 + 0,5
5ª aplicação: 96 DAP		1,2 + 0,5
6ª aplicação: 110 DAP		1,2 + 0,5
T. 5 - Associação do cobre		Ingrediente Ativo
1ª aplicação: 40 DAP	Oxicloreto de Cobre + chlorothalonil	0,8 + 2,0
2ª aplicação: 54 DAP	Oxicloreto de Cobre + chlorothalonil + Piraclostrobina/Epoxiconazol	0,8 + 2,0 + 0,5
3ª aplicação: 68 DAP		0,8 + 2,0 + 0,5
4ª aplicação: 82 DAP		0,8 + 2,0 + 0,5
5ª aplicação: 96 DAP		0,8 + 2,0 + 0,5
6ª aplicação: 110 DAP		0,8 + 2,0 + 0,5
T. 6 – t.4 + silício		Ingrediente Ativo
1ª aplicação: 40 DAP	Oxicloreto de Cobre + Silício	1,2 + 0,5
2ª aplicação: 54 DAP	Oxicloreto de Cobre + Silício + Piraclostrobina/Epoxiconazol	1,2 + 0,5 + 0,5
3ª aplicação: 68 DAP		1,2 + 0,5 + 0,5
4ª aplicação: 82 DAP		1,2 + 0,5 + 0,5
5ª aplicação: 96 DAP		Oxicloreto de Cobre +
6ª aplicação: 110 DAP	Piraclostrobina/Epoxiconazol	1,2 + 0,5

6.2.3 Tecnologia de aplicação

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal elétrico, equipado com um bico de jato plano duplo modelo TJ 60-110-04 e calibrado para volume de calda de 250 L ha⁻¹, mantendo-se a pressão de trabalho constante de 40lbs (pol²)⁻¹. Para os cálculos foi utilizado a área total dos tratamentos, 86,4m², resultando em 2,16 litros de calda para cada tratamento, sendo assim o aplicador foi treinado para aplicar sempre o mesmo volume em cada repetição, ou seja, o volume de calda a ser aplicado por tratamento foi dividido por quatro (número de repetições) resultando em aproximadamente 0,5 L de calda por repetição.

O cálculo para a dose dos defensivos foi feito da seguinte forma:

$$a \div 250L = c$$

$$c \times 2,16l = \text{dose em litros/tratamento}$$

Onde: a = dose do produto em litros/hectare



Figura 11. Vista parcial da aplicação de fungicidas mediante pulverizador costal elétrico, realizado na área experimental. Jaboticabal-SP, 2015.

6.2.4 Critérios de avaliação

As avaliações foram realizadas a cada 14 dias, sendo 6 avaliações ao todo e sempre realizadas no período da manhã de cada aplicação de defensivos. As datas

de cada avaliação foram: 1ª Av 07/12/2015; 2ª Av 21/12/2015; 3ª Av 04/01/2016; 4ª Av 18/01/2016; 5ª Av 02/02/2016 e 6ª Av 15/02/2016. Sendo avaliadas somente as duas linhas centrais de cada repetição, de acordo com a escala diagramática de severidade da doença proposta na Figura 12, atribuindo-se notas de 1 a 6, em 4 plantas/linha/bloco, onde:

- Nota 1 = 0,1 a 3,0% de área lesionada;
- Nota 2 = 3,1 a 6,0% de área lesionada;
- Nota 3 = 6,1 a 12,0% de áreas lesionada;
- Nota 4 = 12,1 a 25% de área lesionada;
- Nota 5 = 25,1 a 50% de área lesionada;
- Nota 6 = Mais de 50,1% de área lesionada.

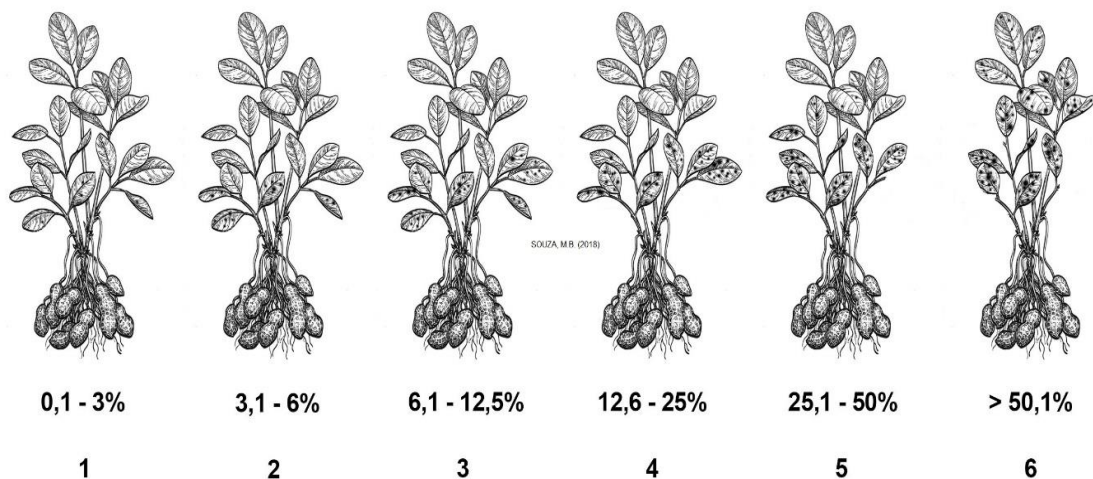


Figura 12. Escala de notas para avaliação da severidade do complexo de cercosporioses do amendoim. Fonte: elaborada pelo próprio autor.

A avaliação da produtividade foi realizada recolhendo cinco metros de plantas das duas linhas centrais de cada bloco, e após realizada a secagem em campo. As vagens foram colhidas manualmente das plantas e ensacadas para posterior pesagem. Os dados de produtividade líquida foram transformados em sacos de 25 kg ha⁻¹ para análises.



Figura 13. Arranquio mecanizado e colheita manual realizada na área experimental de amendoim, SP. Jaboticabal-SP, 2016.

6.2.5 Análise de dados

Os dados obtidos foram avaliados mediante a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% e 5% de probabilidade empregando-se o programa SASM – Agri (Canteri et al., 2001).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Eficiência do oxicloreto de cobre em suspensão concentrada na inibição da germinação de conídios de *Cercosporidium personatum*

O fungicida chlorothalonil é registrado pelo MAPA (nº 00898898) com dosagem comercial correspondente a 2,0 L ha⁻¹, em condições normais de cultivo. O seu uso no controle das doenças foliares do amendoim se dá de diferentes formas, com a sua aplicação de forma isolada ou preventivamente, quando ainda da ausência de sintomas, ou nas aplicações subsequentes, de forma combinada e sequencialmente com fungicidas dos grupos do triazóis e estrobilurinas, ou, ainda, de forma alternada, porém sempre combinado com fungicidas dos grupos químicos mencionados.

Não há na literatura, no contexto de pesquisas, informações específicas acerca

das razões do sucesso técnico e comercial do emprego de chlorothalonil no controle das doenças foliares da cultura, mesmo representando um grande marco no controle das doenças do amendoim. Trata-se do fungicida mais antigo utilizado na cultura, com bons resultados no controle das cercosporioses.

Na década de 80, Godoy (1981) verificou que o chlorothalonil, quando aplicado isoladamente, em três ou quatro momentos durante o ciclo da cultura, mostrou-se eficiente no controle de todas as doenças foliares do amendoim. Moraes (1994) cita que o tratamento com chlorothalonil contribuiu para aumentos médios de 15% a 44% na produção, quando comparado a áreas não pulverizadas.

De acordo com nossas experiências, sob condições naturais de cultivo, pressupomos que o fungicida chlorothalonil apresenta grande vantagem no controle de doenças foliares, especialmente em amendoim, por ser pouco lavável e, aparentemente, resistir física e quimicamente aos efeitos do meio ambiente, incluindo a luz e calor. Além da evidente eficiência no controle preventivos dos patógenos, também se mostra inócuo às plantas, não causando fitotoxicidade. Além disso, mostra-se compatível com outros fungicidas, inseticidas e acaricidas, mesmo sendo um dos primeiros fungicidas a ser empregado na cultura do amendoim. Por suas propriedades protetoras e grande eficiência contra as cercosporioses, este fungicida continua sendo muito utilizado até os dias atuais, com muito sucesso, fato esse corroborado por Moraes (1994).

Os fungicidas cúpricos, por outro lado, vêm sendo utilizados no controle de doenças fúngicas e bacterianas há muitos anos, em várias culturas, e em diferentes partes do mundo. Por ser um produto inorgânico, quando utilizado apropriadamente o seu uso se estende inclusive à agricultura orgânica (Kimati, 2011a).

No Brasil, para a cultura do amendoim, o oxiclreto de cobre SC é registrado nas dosagens de 0,5 a 1,5 L ha⁻¹, (ADAPAR, 2018). Comparativamente, no entanto, há o predomínio do uso de chlorothalonil, independente das regiões produtoras no Brasil.

Normalmente, os fungicidas cúpricos, em meio alcalino, não são solúveis. Porém, em pH ácido, ocorre a sua solubilidade, sendo liberado íons Cu⁺², os quais podem ser absorvidos pelos tecidos foliares possibilitando sua absorção, o que normalmente resulta em sintomas de fitotoxicidade, sendo o pH 5, ideal para sua a

sua aplicação (Campo & Negócios, 2016).

No estudo, foi constatado que o fungicida oxicloreto de cobre, na formulação SC, foi altamente eficiente no controle de *C. personatum*, *in vitro*. Tal fungicida proporcionou inibição máxima de germinação dos conídios a partir de 0,82 L ha⁻¹. Nas concentrações mais baixas, de 0,21 L ha⁻¹ e 0,42 L ha⁻¹, a inibição mínima foi de 93 e 99%, respectivamente (Figura 14).

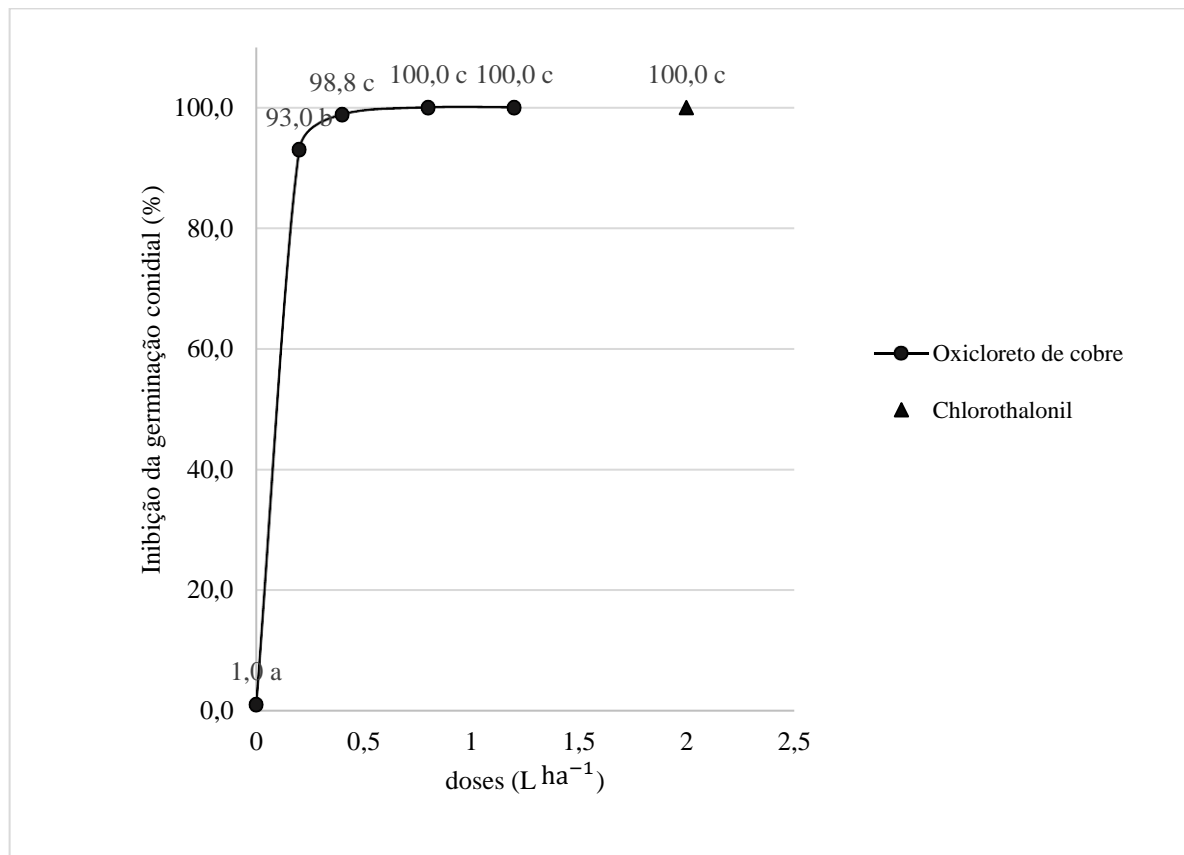


Figura 14. Porcentagem de inibição da germinação conidiana de *Cercosporidium personatum* em diferentes doses de oxicloreto de cobre SC comparado com chlorothalonil. FCAV, Jaboticabal-SP, 2018.

Nas doses de registro e recomendação para a cultura de 0,82 e 1,2 L ha⁻¹, a eficiência de oxicloreto de cobre é muito elevada, inibindo entre 99 e 100% da germinação conidial. Este excelente desempenho assemelha-se àquela obtido com o fungicida chlorothalonil, a 2,0 L ha⁻¹, cuja dosagem é a preconizada para a cultura em sua bula (MAPA, 2018). Resultado similar demonstrando a eficiência do chlorothalonil sobre o *Colletotrichum acutatum*, agente etiológico da antracnose em morangueiro,

foi encontrado por Kososki et al. (2001).

Bisonardi et al. (2013) estimaram a ED50 (dose letal) de *C. personatum* em condições *in vitro*. Os quatro fungicidas testados demonstraram alta eficácia para inibir o processo germinativo de conídios. O ED50 deles foram: 0,008, 0,02; 0,02; 0,07 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ para piraclostrobina em combinação com epoxiconazol, piraclostrobina, tebuconazol e carbendazim respectivamente. Os baixos valores obtidos indicariam que, em condições *in vitro*, o isolamento estudado de *C. personatum* mostrou alta sensibilidade ingredientes ativos testados.

As avaliações *in vitro* são alternativas para um prognóstico quanto às potencialidades de um determinado princípio ativo, quando submetidos a ensaios a campo. Necessariamente, entretanto, não se pode afirmar a existência de uma relação absoluta entre as concentrações *in vitro* e *in vivo*. Normalmente, *in vitro*, pelas razões intrínsecas dos testes, as concentrações para efetividade dos ingredientes ativos são menores. Dentre vários fatores que podem interferir na ausência de correspondência de concentrações *in vivo* incluem-se a dificuldade de se obter perfeita cobertura das plantas, quando das pulverizações a campo. Além dos benefícios técnicos e científicos obtidos quando dos ensaios para o prognóstico da eficiência dos fungicidas *in vitro*, essa metodologia permite que o estudo se estenda também para um universo de isolados obtidos de diferentes agroecossistemas que, eventualmente, possam representar grandes áreas de produção. Além disso, o monitoramento dos níveis de sensibilidade dos patógenos alvos, especialmente quando realizados para os fungicidas potencialmente vulneráveis, em termos de pressão seletiva e resistência, poderá contribuir para ações e decisões técnicas mais assertivas.

A eficiência de oxiclóreto de cobre quanto à inibição de *C. personatum*, *in vitro*, constitui-se em prognóstico e comprovação da sua viabilidade no controle do complexo das cercosporioses na cultura. O fungo mostra-se muito refratário para o isolamento *in vitro*.

Este tipo de trabalho pode ser estendido a um maior número de isolamentos para estimar o padrão de distribuição das populações presentes em cada região. Isso permitirá monitorar a evolução da resistência do patógeno, contribuindo para um uso mais racional dos fungicidas disponíveis no mercado, mantendo a sua eficiência por

mais tempo, principalmente no caso de fungicidas não multissítios.

7.2 Eficiência do oxiclreto de cobre em suspensão concentrada como medida complementar ao controle das cercosporioses sob condições de campo

As cercosporioses foram avaliadas de acordo com a escala diagramática de severidade da doença proposta neste trabalho, baseada na escala proposta por Barreto (2007b). Contrariamente à escala anterior, cujas avaliações são pautadas em amostras de dez hastes principais coletadas ao acaso nas plantas centrais da parcela, no presente caso é estimada a severidade para o universo dos sintomas existente na totalidade de plantas das parcelas. Para tal, os níveis de sintomas nas plantas foram reavaliados e enquadrados em padrões, levando-se em conta os tipos de doenças. Previamente às avaliações foram realizadas simulações para treinamento. Todas as avaliações foram realizadas por um único avaliador.

Os sintomas iniciais da *C. personatum* e da *C. arachidicola* foram verificados por volta dos 40 dias após a sementeira, a partir desse momento a primeira aplicação dos fungicidas ocorreu, uma vez que a doença foi confirmada por meio de pré-avaliações realizadas em intervalos de sete dias desde a emergência da cultura. Neste momento, a severidade variou de 1,07 a 1,59% entre os blocos do experimento (Tabela 6), sendo insignificante.

Observa-se que desde a primeira avaliação, realizada em 07/12/2015, os níveis de severidade de sintomas na testemunha foram consistentemente os mais elevados, cujos níveis de sintomas foram superiores aos demais tratamentos. Por outro lado, os tratamentos T.2 (padrão produtor) e T.5 (oxiclreto de cobre SC associado ao padrão produtor) foram os mais eficientes.

Tabela 6. Severidade dos sintomas de mancha-preta e mancha-castanha, expressa em porcentagem, e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em plantas de amendoim da cultivar IAC OL-3. FCAV, Jaboticabal-SP, 2016.

Tratamentos	Av ² 1	Av 2	Av 3	Av 4	Av 5	Av 6	AACPD ¹
	% Severidade ¹						
Testemunha	1,59 a	10,06 a	28,59 a	36,89 a	33,32 a	66,79 a	2470,56 a
Tratamento 2	1,07 b	4,31 b	8,71 c	9,31 c	9,59 c	16,42 c	684,58 c
Tratamento 3	1,12 b	5,34 b	15,82 b	17,9 b	19,39 b	31,56 b	1268,31 b
Tratamento 4	1,31 b	5,62 b	14,04 b	16,71 b	14,64 b	25,32 b	1078,22 b
Tratamento 5	1,26 b	4,31 b	8,73 c	9,32 c	8,45 c	14,34 c	641,26 c
Tratamento 6	1,50 a	4,92 b	14,34 b	16,12 b	16,12 b	24,73 b	1078,00 b
Coeficiente de variação (%)	10,54	8,95	8,25	9,71	19,41	11,13	11,26

¹ Dados não transformados. ² Abreviação de avaliação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 1 % de probabilidade.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que reflete o desempenho de cada tratamento avaliado durante todo o período de execução do experimento, permitiu verificar as melhores opções de controle das cercosporioses ao longo das avaliações (Tabela 6). Todos os tratamentos avaliados proporcionaram diminuição no incremento da doença em campo, expressos pela AACPD, e consequente aumento na produtividade em relação à testemunha. Os tratamentos que apresentaram os maiores valores de AACPD, além da testemunha, foram T.3 (quatro primeiras aplicações somente com oxiclreto de cobre), T.4 (oxiclreto de cobre substituindo o chlorothalonil) e T.6 (associação do silício ao oxiclreto de cobre) diferindo significativamente dos demais tratamentos e proporcionando baixa eficiência no controle do patógeno. Os tratamentos T.2 e T.5 apresentaram os menores valores de AACPD, diferindo em relação à testemunha, e aos tratamentos T.3, T.4 e T.6. Este resultado confere a estes dois tratamentos a indicação de um controle mais eficiente das cercosporioses.

De acordo com ilustrado na Figura 15, observa-se, para o tratamento testemunha, o progresso de sintomas da doença, entre a primeira (Av 1) e a sexta avaliação (Av 6), realizadas respectivamente em 07/12/2015 e 15/02/2016. Neste tratamento, o maior nível de severidade foi observado nesta 6ª avaliação, atingindo próximo de 70%. Entretanto, o maior progresso foi observado entre a 5ª e 6ª avaliação,

resultante, certamente, da maior quantidade de inóculo, maior disponibilidade de tecidos suscetíveis e ambiente muito favorável. Para os demais tratamentos, ainda que com incrementos positivos, estes foram menos acentuados que os observados pelo tratamento testemunha.

No transcorrer das avaliações, as condições climáticas mostraram-se altamente favoráveis ao desenvolvimento de sintomas da doença, notadamente em razão das chuvas frequentes. A quantidade de chuvas acumuladas nos 40 dias que antecederam ao aparecimento dos sintomas iniciais superou os 450 mm. Subsequentemente, até a última avaliação, foram registradas várias precipitações que, obviamente, contribuíram para maior expressão da doença. A severidade das cercosporioses é diretamente afetada pelo período de molhamento das plantas, alta umidade relativa e temperaturas entre 16 °C a 25 °C são condições ideais para o desenvolvimento da mancha-castanha. A mancha-preta requer longos períodos de molhamento foliar, de pelo menos 10 horas, e temperaturas de 20 °C a 26 °C (Barreto, 2007b).

A maior quantidade de chuva foi registrada quando da 4ª avaliação, com aproximadamente 400 mm acumulados entre a 3ª e a 4ª avaliação (14 dias). Entre a 4ª e 5ª avaliação, foram observados um decréscimo na severidade dos sintomas, especialmente no tratamento testemunha e com exceção do tratamento T.3. Tal fato deveu-se, certamente, à queda de folhas infectadas que, por conta da grande quantidade de chuva, propiciam a abscisão foliar. Esta justificativa encontra amparo pelo registro dos incrementos de sintomas observado na avaliação subsequente, entre a 5ª e 6ª avaliações. O T.3, que de forma contrária aos outros tratamentos, expressou um aumento no nível da severidade dos sintomas foi o único que não recebeu nenhuma aplicação de fungicida sistêmico até a quinta avaliação.

Culbreath et al. (2001) relatou que as combinações de tebuconazole e chlorothalonil proporcionavam melhor controle das doenças foliares de amendoim que quando comparado à aplicação isolada de chlorothalonil ou tebuconazole. Sendo assim, embora a utilização de fungicidas protetores possa ser eficiente em determinadas circunstâncias de controle da mancha-preta e mancha-castanha do amendoim, fica evidenciada a importância do uso de fungicidas sistêmicos, principalmente em épocas de alta probabilidade de chuvas, uma vez que os fungicidas

protetores têm sua eficácia prejudicada, sendo lavados em períodos de alta precipitação.

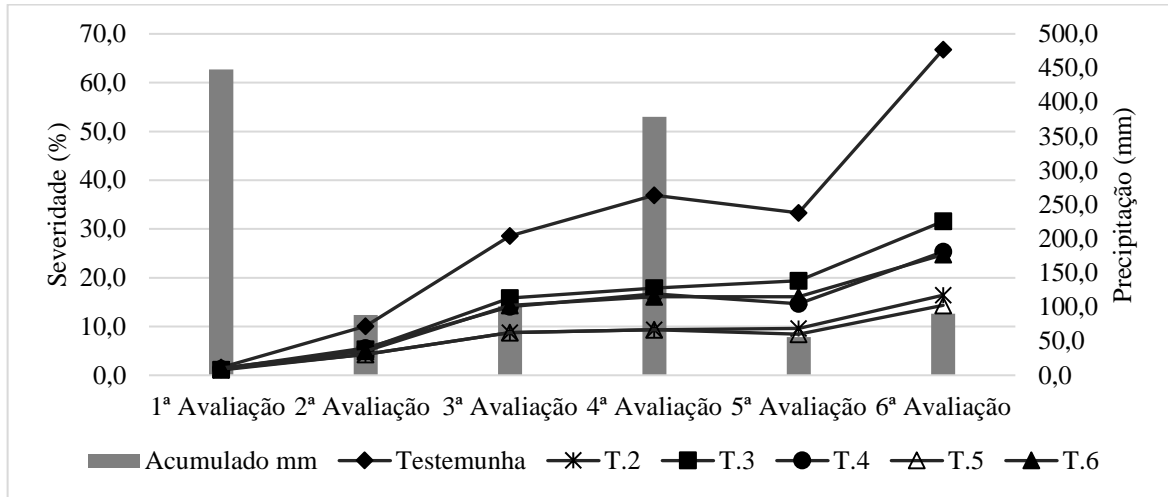
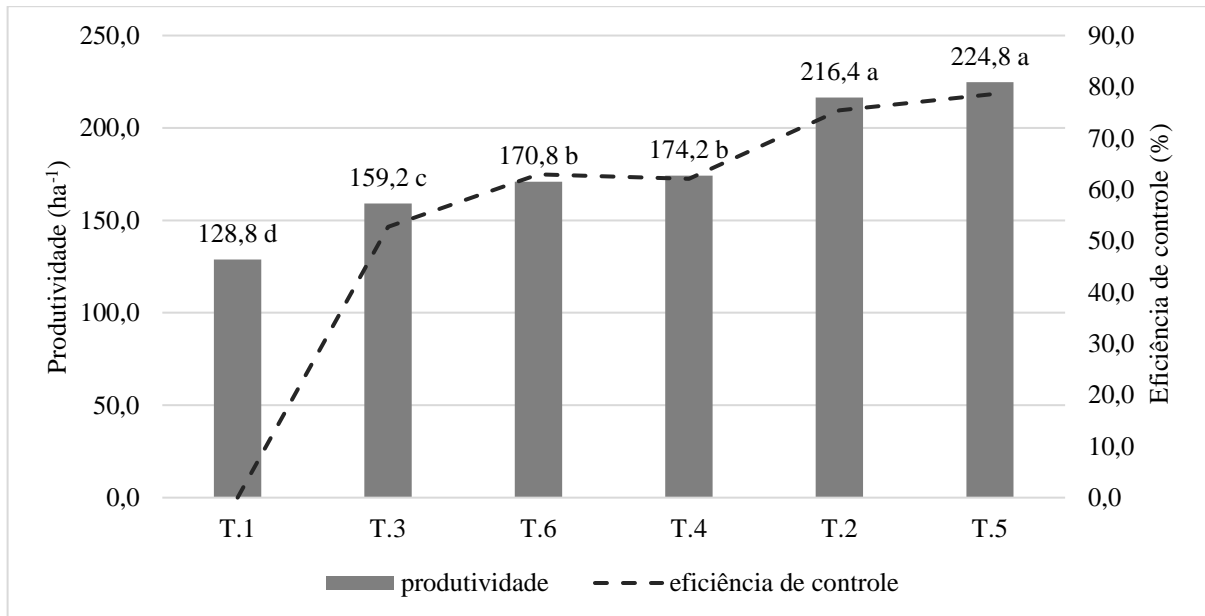


Figura 15. Severidade (porcentagem) de mancha-preta e mancha-castanha do amendoim em função das avaliações e valor acumulado de precipitações pluviais, em milímetros, durante a execução do experimento, em Jaboticabal-SP, 2016.

A eficiência de controle dos tratamentos variou, com exceção da testemunha, de 52,74 a 78,52%, sendo T.3 o de menor eficiência após a testemunha e T.5 e T.2 o de maior eficiência no controle da mancha-preta e mancha-castanha (Figura 16). O tratamento mais utilizado pelos produtores de amendoim e, portanto, considerado padrão para o controle das cercosporioses (T.2), mostrou uma eficiência de controle de 75,41% quando comparado a testemunha. No entanto, quando associado o oxiclureto de cobre a este tratamento, tem-se um aumento na eficiência do controle, passando para 78,52%. Este incremento no controle, quando expresso em produtividade, torna-se além de atrativo ao produtor, um atributo a ser considerado na condução de uma lavoura com menor fonte inicial de inóculo.

A relativa e baixa eficiência de oxiclureto de cobre quando aplicado isoladamente, e que pode se estender para chlorothalonil, nas etapas iniciais do cultivo, deve-se certamente aos aspectos extrínsecos do produto, com ação exclusivamente protetora, e também por uma possível lavagem dos ingredientes ativos, especialmente em cenários de chuvas frequentes, e às vezes com alta intensidade, como observado no presente estudo. Dessa forma, tratamentos

exclusivos com fungicidas desta natureza, num contexto de cultivares suscetíveis, alta fonte de inóculo e ambiente favorável, sua contribuição resume como medida complementar ao controle do complexo de doenças foliares, além de se constituir em medida imprescindível ao manejo da resistência dos fungos fitopatogênicos associados à cultura.



¹ Dados não transformados.

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade

Legenda
T. 1 - Testemunha
T. 2 - Padrão Produtor
T. 3 - Quatro primeiras aplicações com Oxicloreto de Cobre
T. 4 - Cobre substituindo Chlorothalonil
T. 5 - Associação do cobre ao padrão produtor
T. 6 - t.4 + silício

Figura 16. Produtividade de amendoim da cultivar IAC OL-3 e eficiência de controle em função dos tratamentos. FCAV, Jaboticabal-SP, 2016.

Barreto et al. (2015) em seu estudo com a cultivar IAC 505, cultivar com resistência moderada a mancha-preta, durante a safra 2014/2015, avaliando a eficiência do controle das cercosporioses mediante emprego de oxicloreto de cobre SC (protetor), e tebuconazol + trifloxistrobina (sistêmico) em aplicações isoladas,

concluíram que o fungicida cúprico nas doses testadas foi eficiente no controle de *C. personatum* do amendoim. Não foi observado efeito fitotóxico dos produtos utilizados.

Fonseca et al. (2014) no ano agrícola 2012/2013, no município de Jaboticabal-SP utilizaram a cultivar Runner IAC 886 para avaliar a eficiência do fungicida cúprico hidróxido de cobre em mistura com o fungicida chlorothalonil no controle da mancha-preta na cultura do amendoim. Os tratamentos compararam controle da doença somente utilizando chlorothalonil, controle convencional com sete aplicações, sendo três aplicações de chlorothalonil e quatro aplicações de chlorothalonil mais o hidróxido de cobre em intervalo de 14 dias. Também utilizarem sete aplicações dos fungicidas chlorothalonil mais o hidróxido de cobre em associação a cada 14 dias. Os autores concluíram que o tratamento com chlorothalonil + hidróxido de cobre em associação mostrou-se o mais eficiente no controle de mancha-preta do amendoim obtendo a maior produtividade.

Resultados semelhantes foram também apontados por Culbreath et al. (2001) no sudeste dos EUA, onde objetivaram o manejo da mancha-preta e mancha-castanha. O experimento de campo ocorreu durante os anos de 1997 a 2000, compararam a eficácia de misturas de hidróxido de cobre e oxicloreto de cobre em tratamentos com doses reduzidas de chlorothalonil; doses cheias de chlorothalonil aplicado sozinho e associado ao fungicida sistêmico propiconazol. Os resultados mostraram que o oxicloreto de cobre a $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$ associado ao chlorothalonil nesta mesma dose foram suficientes para controlar as cercosporioses, sendo similares ao controle das mesmas quando utilizado chlorothalonil a $0,84 \text{ kg ha}^{-1}$ associado ao propiconazole a $0,063 \text{ kg ha}^{-1}$.

Com a crescente demanda por pesquisas em de controles alternativos ao uso dos defensivos e, uma vez já ocorrendo em grande parte nas lavouras comerciais o uso silício, mesmo existindo trabalhos que não viabilizem o seu uso em grande escala, não proporcionando controle eficaz e lucro ao produtor, o silício em aplicações foliares é utilizado.

No tratamento 6, o uso do silício tem por objetivo sanar a dúvida de um possível posicionamento associado a uma tecnologia já existente, o oxicloreto de cobre, potencializando o resultado no controle fúngico.

Santos et al. (2003) estudaram os mecanismos de resistência a certos

patógenos, mediados pelo Si, apresentados por algumas espécies de plantas. Na cultura do arroz o aumento na resistência à brusone, patossistema é considerado modelo nos estudos com Si, foi relacionado à densidade de células silicificadas na epiderme. Foi identificado que, para o controle de brusone na folha e na panícula de arroz, a dose de 100 kg ha⁻¹ de Si foi tão eficiente quanto as doses completas dos fungicidas edifendos e tricyclazole. A aplicação do Si juntamente com 10% a 25% da dose cheia dos fungicidas foi tão efetiva no controle da brusone quanto as doses cheias dos fungicidas. Além disso, o efeito residual do Si no solo também contribuiu para o controle da brusone na folha e no “pescoço” da panícula do arroz, na safra seguinte.

Um exemplo é o controle do míldio pulverulento (*Blumeria graminis f. sp. tritici*) no trigo, através da aplicação de silicato no solo. O suprimento de Si também reduziu a severidade da mancha salpicada (*Mycosphaerella graminicola*) e da podridão do colmo (*Fusarium* spp.) na cultura do trigo (Rodgersgray e Shaw, 2000).

No milho, a aplicação de Si também apresentou eficiência na redução da incidência da podridão de plântulas causada por *Pythium aphanidermatum* e *Fusarium moniliforme* (Sun et al., 1994).

Na videira, a redução da intensidade do oídio (*Uncinula necator*) foi diferenciada em plantas pulverizadas com silicato de potássio comparado à testemunha. Utilizando microscopia eletrônica, observou-se a formação de uma espessa camada de silício na superfície das folhas pulverizadas, impedindo o crescimento da hifa do patógeno. Essa barreira física foi responsável pela redução da severidade do oídio na videira e diversos autores concluíram que a translocação do Si e seu depósito nos sítios de penetração do fungo estão envolvidos na resistência contra a penetração do patógeno (Bowen et al., 1992).

Souza et al. (2016) avaliaram diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes manejos do tripses, ausência de controle do inseto, pulverizações com silício e pulverizações com inseticidas. O resultado do trabalho concluiu que a aplicação do silício proporcionou pequenas reduções nas infestações e danos de tripses, sendo a aplicação de inseticidas sintéticos a forma mais eficiente de controle da praga, resultando uma maior produtividade para todos os genótipos testados.

No presente estudo, foi observado que o emprego de silício, como medida

complementar às cercosporioses, não resultou em melhorias no controle do complexo de doenças foliares. Conforme dados contidos na Tabela 6, o valor da AACPD, neste tratamento constituído pela combinação de silício, foi significativamente inferior, quando comparado com o melhor tratamento, representado por T.5. Este resultado corroborou com Silva et al. (2013), os quais testaram 3 doses de silício comparando-o com o chlorothalonil + sistêmico e concluíram que a aplicação não proporcionou controle adequado e tampouco aumento de produtividade do amendoizeiro.

A produção em sacas ha^{-1} , assim como a AACPD, foi significativa para todos os tratamentos em relação à testemunha (Figura 16). Os tratamentos T.2 e T.5 foram os que se destacaram em relação à produtividade, sendo o que no T.2 obteve-se 216,4 sacas ha^{-1} , enquanto que no tratamento T.5 foi observado um acréscimo de 4,1 % na produtividade, representando 224,8 sacas ha^{-1} .

Este acréscimo na produção, evidenciado no T.5, embora não detectado estatisticamente, representa para o produtor, considerando os custos relacionados ao incremento do oxiclreto de cobre em todas as aplicações e a saca de amendoim no valor de trinta e oito reais (R\$ 38,00), um lucro líquido de cento e cinquenta reais (R\$ 150,00) a mais por hectare. Somado a este benefício, e pensando no uso sustentável dos defensivos agrícolas, bem como, os impactos negativos ao meio ambiente e manejo da resistência dos patógenos decorrentes do uso do controle químico, no tratamento T.5 há a redução da aplicação de piraclostrobina associado ao epoxiconazol na primeira aplicação, 40 dias após o plantio, sendo utilizado somente o oxiclreto de cobre.

Os tratamentos T.3, T.4 e T.6, embora tenham diferido da testemunha, não demonstraram uma alternativa viável com base na produtividade, ficando restritos a uma produção média de 168 sacas ha^{-1} , ou seja, 30% inferior a média dos melhores tratamentos (218,5 sacas ha^{-1}).

A utilização de oxiclreto de cobre, como medida complementar, associado aos fungicidas chlorothalonil e piraclostrobina/epoxiconazol, mostrou-se altamente eficiente no controle das cercosporioses do amendoim, inclusive gerando aumentos na produtividade da lavoura.

8 CONCLUSÃO

O fungicida oxiclureto de cobre, na formulação SC, é eficiente na inibição da germinação de conídios de *C. personatum*, *in vitro*, cuja eficácia é comparável à dosagem empregada por chlorothalonil;

O emprego do fungicida oxiclureto de cobre, na formulação SC, associado a chlorothalonil, piraclostrobina e epoxiconazol, mostra-se eficiente como medida complementar ao controle do complexo de doenças foliares da cultura do amendoim;

O posicionamento do oxiclureto de cobre quando aplicado isoladamente, (tratamento 3) na dose estudada e sob condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo não apresentou controle mínimo satisfatório;

Não há viabilidade agronômica e melhorias nos níveis de controle das cercosporioses na cultura do amendoim quando do uso complementar de silício às caldas contendo fungicidas protetores e sistêmicos.

9 REFERÊNCIAS

- ADAPAR – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (2018) **Bula:** Difere. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Fungicidas/difere050218.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2018.
- Alleoni LRF, Beauclair EGF (1995) Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Scientia agrícola** 53:409–415.
- Andef – Associação Nacional de Defensivos Agrícolas (1987) **Defesa vegetal**. São Paulo: Andef, 19 p.
- Barreto M (2005) Doenças do amendoim. In: Kimati H, Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo IEA (Eds.) **Manual de Fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 4. ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, p. 65–77.
- Barreto M (2007b) **Manual de identificação e manejo das doenças do amendoim**. Jaboticabal: Funep, 33 p.
- Barreto M, Scaloppi EAG, Matrangolo Júnior E (2007a) Controle químico das doenças foliares do amendoim. **Fitopatologia Brasileira** 32:15.
- Barreto L, Barreto M, Souza MB, Fonseca AE (2015) Avaliação da eficiência de Difere no controle da mancha-preta na cultura do amendoim. In: XII ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, **Anais...** Jaboticabal: Funep. CD-ROM.
- Bélanger RR, Bowen PA, Ehret DL, Menzies JG (1995) Soluble silicon: its role in crop and disease management of greenhouse crops. In: Rodrigues FA, Oliveira LA, Korndörfer AP, Korndörfer GH Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas** 134:14–20.
- Beltrão NEM, Santos RC, Gondim TMS, Nogueira RJMC, Melo Filho PA (2009) Ecofisiologia e manejo cultural. In: Santos RC, Freire RMM, Suassuna TMF **Amendoim:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, p. 35–36.
- Bisonard EM, Cazón I, Oddino C, Edwards Molina J, March G, Rago A (2013) **Sensibilidad *in vitro* de *cercosporidium personatum* frente a fungicidas utilizados para el control de la viruela del mani**. Disponível em: <<https://inta.gob.ar/documentos/sensibilidad-in-vitro-de-cercosporidium-personatum-frente-a-fungicidas-utilizados-para-el-control-de-la-viruela-del-mani>>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- Bolonhezi D (2005) Manejo cultural do amendoim. In: Pereira JCVNA, Godoy IJ, Gentilin Júnior O, Freitas SS (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa, 451 p.

Bolonhezi D (2013b) Colheita e pós-colheita do amendoim. In: Santos RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 241.

Bolonhezi D, Godoy IJ, Santos RC (2013a) Manejo Cultural do Amendoim. In: Santos, RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do Amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 208–209; 211–212.

Borges WL (2006) **Análise da variabilidade genética e avaliação da fixação biológica de nitrogênio entre acessos de amendoim (*Arachis hypogaea* L)**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Bowen P, Menzies J, Ehret D (1992) Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. In: Reis THP, Guimarães PTG, Figueiredo FC, Pozza AAA, Nogueira FD, Rodrigues CR (Eds.) **O silício na nutrição e defesa de plantas**. Belo Horizonte: Epamig, 119 p. (Boletim Técnico nº 82)

Brock J (2012) **Cercospora leaf spot**. *Cercospora arachidicola* S. Hori. University of Georgia, Bugwood.org. Disponível em: <<https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=9475>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

Campo & Negócios (2016) **PH ideal de calda para produtos fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/ph-ideal-de-calda-para-produtos-fitossanitarios/>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

Canteri MG, Althaus RA, Virgens Filho JS, Giglioti EA, Godoy CV (2001) SASM – Agri Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scot – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação** 1:18–24.

Chérif M, Benhamou N, Menzies JG, Bélanger RR (1992) Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 41:411–425.

Chiteka AZ, Gorbet WD, Shokes MF, Kucharek AT, Knauff AD (1988) Components of resistance to late leaf spot in peanut. I. levels and variability – Implications for selection. **Peanut Science** 1:25–30. doi: 10.3146/i0095-3679-15-1-8

Cole DL, Liddel C (1997) Web blotch. In: Kokalis-Burelle N, Portter DM, Rodrigues-Kábana R, Smith DH, Subrahmanyam P (Eds.) **Compendium of peanut diseases**. 2. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society – APS Press, p. 39–40.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento (2018) **Observatório agrícola: acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 5 – Safra 2017/18 – 11º levantamento. Brasília: Conab, 148 p.

Culbreath AK, Brenneman TB, Kemerait RS (2001) Applications of mixtures of copper fungicides and chlorothalonil for management of peanut leaf spot diseases. **Plant Health Progress** 2:1–8. doi: 10.1094/php-2001-1116-01-rs.

Exley C (1998) Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry** 69:139–144.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United States (2014) **Crops:** groundnuts, with Shell. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

Fonseca AE, Borba RS, Barros DF (2014) Evaluation of efficiency copper fungicide copper hydroxide mixture with fungicide chlorothalonil in control of black spots on culture of peanut. **Nucleus** 11:409–413. doi: 10.3738/1982.2278.957.

Frac Brasil – Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (2017) **Comunicado Frac:** ferrugem da soja. Disponível em: <http://docs.wixstatic.com/ugd/85b1d3_47e1623b6ebd4948adaf6da3b0ec6cae.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

Freitas SM, Martins SS, Nomi AK, Campos AF (2005) Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: Santos RC (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 451.

Godoy IJ (1981) **Avaliação de fungicidas protetores e sistêmicos no controle das doenças do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 53 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Godoy IJ, Moraes SA, Martins ALM, Pereira JCVA (1994) Resistência e tolerância de linhagens e cultivares de amendoim à ferrugem (*Puccinia arachidis*). **Fitopatologia Brasileira** 19:524–531.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. Cultivares (2014) **Amendoim**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/amendoim.php>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) **Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

Jackson CR, Bell DK (1968) *Leptosphaerulina crassiasca* (Sechet) comb. Nov., the cause of leaf scorch and pepper spot of peanut. **Oléagineux** 23:387–388, 1968.

Kimati H (2011a) Controle químico. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho, A (Eds.) **Manual de Fitopatologia:** princípios e conceitos. 4. ed. Piracicaba: Ceres, 2011. p. 343–344; 345; 348; 350; 352.

Kimati H, Bergamin Filho A, Amorim L (2011b) Princípios gerais de controle. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho, A (Eds.) **Manual de Fitopatologia:** princípios e conceitos. 4. ed. Piracicaba: Ceres, 2011. p. 307

Kosowski RM, Furlanetto C, Tomita CK (2001) Efeito de fungicidas em *Colletotrichum acutatum* e controle da antracnose do morangueiro. **Fitopatologia Brasileira** 26:662–666.

Labrinos JL, Nutter Jr. FN (1993) Effects of a protectant versus a systemic fungicide on disease components of peanut late leaf spot. **Plant Disease** 77:837–845.

Lorenzi H (1988) Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: IV SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, **Anais...** Piracicaba: Copersucar, p. 281–301.

Malavolta E (1980). **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 251 p.

Malavolta E (2006) **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 638 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 25 jun. 2018.

Martin OS (1985) **Amendoim: uma planta da história no futuro brasileiro**. São Paulo: Ícone, 68 p.

Martins R (2013) Amendoim: o mercado brasileiro no período de 2000 a 2011 In: Santos, RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do Amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 22–26.

Massafera R (2017) **Jaboticabal é reconhecida como “Capital do Amendoim no Estado de São Paulo”**. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/jaboticabal-e-reconhecida-comocapital-do-amendoimno-estado-de-sao-paulo.html#.Wm8rUKinHIU>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

Moraes ARA, Moraes SA, Lourenção AL, Godoy IJ, Martins ALM (2006) Efeito da aplicação de Thiamethoxam para o controle do tripses na redução da severidade da verrugose do amendoim. **Fitopatologia Brasileira** 31:164–170. doi: 10.1590/S0100-41582006000200007

Moraes SA (1994) Epidemiologia da mancha-preta (*Cercosporidium personatum*) em amendoim: resistência, controle químico e progresso da doença. **Fitopatologia Brasileira** 19:532–540.

Moraes SA (2006) Amendoim: principais doenças, manejo integrado e recomendações de controle. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2006_2/amendoim/Index.htm>. Acesso em: 20 dez. 2017.

Moraes SA, Godoy IJ (1997) Amendoim: controle de doenças. In: Zambolim L, Vale FXR (Eds.) **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: Suprema, 553 p.

Moraes SA, Godoy IJ (2001) Eficiência de fungicidas no controle da mancha-preta e verrugose do amendoim por método de monitoramento. **Fitopatologia Brasileira** 26:134–140. doi: 101590/S0100-41582001000200009.

Nogueira RJMC (2013) Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) In: Santos RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 73–75; 78.

Pio-Ribeiro G, Andrade GP, Moraes SA (2005) Principais doenças do amendoim e seu controle. In: Santos RC, Freire RM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 585 p.

Pio-Ribeiro G, Andrade GP, Moraes SA (2013) Principais doenças do amendoim e seu controle. In: Santos RC, Freire RM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 257–260; 264–265.

Porter DM (1997) Peanut diseases. In: Kokalis-Burelle N, Porter DM, Rodrigues-Kabana R, Smith DH, Subrahanmanyam P (Eds.) **Compendium of peanut diseases**. 2. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society – APS Press, p. 3–6.

Pozza AAA, ALVES E, Pozza EA, Carvalho JG, Montanari M, Guimarães PTG, Santos DM (2004) Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira** 29:185–188.

Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE (1992) **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 728p.

Reis EM, Reis AC, Carmona MA (2010) **Manual de Fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6. ed. Passo Fundo: UPF, p. 13–16; 22–23; 31–33; 34; 46; 70–74.

Reis GN, Furlani CEA, Silva RP, Gerlach JR, Cortez JW, Grotta DCC (2007) Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. **Engenharia Agrícola** 27:194–200.

Rosseto CJ, Ribeiro IJA, Pompeu AS, Igue T (1968) Interação entre tripes, a verrugose e variedades de amendoimzeiro. **Ciência e Cultura** 20:255.

Rodgersgray BS., Shaw MW (2000) Substantial reductions in winter wheat diseases caused by addition of rice straw but not manure to soil. In: Rodrigues FA, Oliveira LA, Korndörfer AP, Korndörfer GH Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas** 134:14–20.

Ruas AR (2014) **Número mínimo de aplicações de fungicidas no controle das cercosporioses da cultura do amendoim**. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos GR, Korndorfer GH, Peluzio JM, Didonet J (2003) Influência de fontes de silício sobre a incidência e severidade de doenças e produtividade do arroz irrigado. **Bioscience Journal** 19:65–72.

Santos RC, Godoy IJ, Fávero AP (2013) Melhoramento do amendoim e cultivares comerciais. In: Santos RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p 149–150.

Savant NK, Snyder GH, Datnoff LE (1997) Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy** 58:151–199.

Segato SV, Penariol AL (2007) A cultura do amendoim em áreas de reforma de canavial. In: Segato SV, Fernandes C, Pinto AS (Eds.) **Expansão e renovação de canavial**. Piracicaba: CP 2, p. 85–86.

Shokes FM, Culbreath AK (1997) Early and late leaf spots. In: Kokalis-Burelle N, Porter DM, Rodrigues-Kábana R, Smith DH, Subramanyan P (Eds.). **Compendium of peanut diseases**. 2. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society – APS Press, p. 17–20.

Silva PT, Souza MB, Senô KCA (2013) Uso do silício no controle das cercosporioses e seus reflexos na produtividade da cultura do amendoim, variedade Runner IAC886. In: VII WORKSHOP AGROENERGIA, **Anais...** Ribeirão Preto: Infobibos. Disponível em: <http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/Resumos/ResumoAgroenergia_2013_002.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Suassuna ND (2009) Doenças. In: Santos RC, Freire RMM, Suassuna TMF (Eds.) **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, p. 68

Suassuna TMF, Ferreira DS (2014) **Cultivares de amendoim registradas no Brasil**. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3803&p_r_p_-996514994_topicold=3448>. Acesso em: 5 jan. 2018.

Subrahmanyam P, McDonald D (1983) Rust disease of groundnut. New Delhi: Icrisat, 1983, 15 p. (Information Bulletin, 13).

Subrahmanyam P, Hildebrang GL, Taber RA, Coler DL, Smith DH, McDonald D (1994) Web blotch disease of groundnut. New Delhi: Icrisat, 15 p. (Information Bulletin, 43).

Souza TM, Michelotto MD, Lamana LEP, Santos JF, Miguel FB, Godoy JI (2016) Genótipos de amendoim e uso do silício como meios de controle do tripses-do-prateamento. In: XIII ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Unesp, p. 103–108.

Sun XH, Sun YJ, Zhang CS, Song ZH, Chen J, Bai JK, Cui YY, Zhang C (1994) The mechanism of corn stalk rot control by application of potassic fertilizers. **Acta Phytophylacica Sinica** 21:102–108.

Tasso Júnior LC, Marques MO, Nogueira GAA (2004) Histórico da cultura. In: _____ (Eds.) **A cultura do amendoim**. Jaboticabal: Funep, 220 p.

USDA – United States Department of Agriculture (2018) **Oilseeds**: world markets and trade. Foreign Agriculture Service. (Circular Series, FOP 08-18). Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>>. Acesso em: 22 ago. 2018

Valls JFM (2013) Recursos genéticos do gênero *Arachis*. In: Santos RC, Freire RMM, Lima LM (Eds.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 47.

Yoshida S (1965) Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. 1965. In: Rodrigues FA, Oliveira LA, Korndörfer AP, Korndörfer GH Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agrônomicas** 134:14–20.