

Carlos Antônio dos Santos
Organizador



Produção e Manejo de Culturas Agrícolas de Importância Econômica

UNIEDUSUL
EDITORA

2019

CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS

Organizador

**PRODUÇÃO E MANEJO DE CULTURAS AGRÍCOLAS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA**

Maringá – Paraná

2019

2019 Uniedusul Editora

Copyright da Uniedusul Editora
Editor Chefe: Prof^o Me. Wellington Junior Jorge
Diagramação e Edição de Arte: André Oliveira Vaz
Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Alexandra Fante Nishiyama – Faculdade Maringá
Aline Rodrigues Alves Rocha – Pesquisadora
Ana Lúcia da Silva – UEM
André Dias Martins – Faculdade Cidade Verde
Brenda Zarelli Gatti – Pesquisadora
Carlos Antonio dos Santos – Pesquisador
Cleverson Gonçalves dos Santos – UTFPR
Constanza Pujals – Uningá
Delton Aparecido Felipe – UEM
Fabio Branches Xavier – Uningá
Fábio Oliveira Vaz – Unifatecie
Gilmara Belmiro da Silva – UNESPAR
João Paulo Baliscei – UEM
Kelly Jackelini Jorge – UNIOESTE
Larissa Ciupa – Uningá
Marcio Antonio Jorge da Silva – UEL
Márcio de Oliveira – UFAM
Pâmela Vicentini Faeti – UNIR/RM
Ricardo Bortolo Vieira – UFPR
Rodrigo Gaspar de Almeida – Pesquisador
Sâmilo Takara – UNIR/RM

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 Produção e manejo de culturas agrícolas de importância econômica [recurso eletrônico] / Organizador Carlos Antônio dos Santos. – Maringá, PR: Uniedusul, 2019. 87 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-80277-20-9

1. Agricultura – Brasil. 2. Economia agrícola. 3. Produção agrícola. I. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

doi.org/10.29327/53723

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Permitido fazer download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.uniedusul.com.br

APRESENTAÇÃO

A idealização desta obra “Produção e Manejo de Culturas Agrícolas de Importância Econômica” surgiu da necessidade de se compilar os novos desdobramentos resultantes da pesquisa na área de Agronomia (Produção Vegetal). Dessa forma, devido à abrangência desse campo de atuação, foram selecionados trabalhos com abordagens inovadoras e que, ao mesmo tempo, atendessem a estes diferentes segmentos. A consolidação da obra não seria possível sem os esforços conjuntos de profissionais vinculados a 9 diferentes instituições de ensino, pesquisa, e extensão, que se empenharam em apresentar, em sua melhor forma, os avanços alcançados pelos seus respectivos grupos de trabalho.

Os trabalhos aqui divulgados vão ao encontro das demandas vigentes da agricultura brasileira que, mesmo grandiosa e reconhecida mundialmente, também apresenta deficiências, entraves e desafios que necessitam ser superados por meio do desenvolvimento e adoção de novas tecnologias e práticas agrícolas. Portanto, o aperfeiçoamento desses sistemas produtivos se faz necessário com a busca de uma agricultura de excelência, que seja mais eficiente, rentável, inovadora, e que também seja capaz de manter-se sustentável e com menor impacto possível.

Diante disso, esta obra foi estruturada em 8 capítulos que permeiam assuntos agronômicos como fitossanidade, propagação vegetal, fertilidade do solo, erosão, desenvolvimento sustentável e segurança dos alimentos. No capítulo I, são apresentados os novos desafios e perspectivas para o manejo do declínio na goiabeira, uma doença complexa e limitante ao cultivo dessa espécie. Enquanto que no Capítulo II, é tratado de três grandes patologias que acometem a cultura da soja, um dos principais produtos do agronegócio brasileiro na atualidade.

Os capítulos III e IV trazem informações sobre a propagação vegetativa de plantas com ênfase em reguladores vegetais e uso da estaquia. No Capítulo V, são apresentados resultados e benefícios da calagem no plantio de espécies arbóreas. Em seguida, nos capítulos VI e VII, são levantados questionamentos acerca de processos erosivos em áreas de produção de café e sobre desenvolvimento sustentável. Finalmente, no Capítulo VIII, são expostas informações sobre diretrizes para ensaios toxicológicos.

Os autores e organizador desta obra têm a expectativa de ter cooperado com informações importantes para o desenvolvimento da área de produção vegetal. Os resultados desses trabalhos estão agora à disposição dos leitores que desejarem se atualizar quanto aos novos desdobramentos e perspectivas da produção agrícola brasileira.

O organizador

SOBRE O ORGANIZADOR

Carlos Antônio dos Santos: Engenheiro-agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal, SP; Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Olericultura, Cultivos Orgânicos, Manejo de Doenças de Plantas, Tomaticultura e Produção de Brássicas. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....7

O DECLÍNIO DA GOIABEIRA: DESAFIOS E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O MANEJO

Arêssa de Oliveira Correia

Márcia Varela da Silva

Patricia Alvarez Cabanez

Fabio Ramos Alves

Adilson Vidal Costa

Vagner Tebaldi de Queiroz

André da Silva Xavier

Dilson da Cunha Costa

DOI 10.29327/53723-1

CAPÍTULO II18

INCIDÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PATOLOGIAS DE SOJA (GLYCINE MAX (L.) MERRILL) EM PARAGOMINAS-PA

Marcela Oliveira Mattos

Gustavo Antonio Ruffeil Alves

Luciana da Silva Borges

Luana Keslley Nascimento Casais

Núbia de Fátima Alves dos Santos

Marcio Roberto da Silva Melo

Luis de Souza Freitas

Jade Cristynne Franco Bezerra

DOI 10.29327/53723-2

CAPÍTULO III.....28

REGULADORES VEGETAIS UTILIZADOS NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA

Patricia Alvarez Cabanez

Ruimário Inácio Coelho

José Augusto Teixeira do Amaral

DOI 10.29327/53723-3

CAPÍTULO IV34

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA JABUTICABEIRA POR ESTACAS

Patricia Alvarez Cabanez

Ruimário Inácio Coelho

José Augusto Teixeira do Amaral

DOI 10.29327/53723-4

CAPÍTULO V	44
INFLUÊNCIA DA CALAGEM NO PLANTIO DE ESPÉCIES ARBÓREAS	
Alessandra de Lima Machado	
Thamara Peixoto Mendonça	
Jorge Jacob Neto	
DOI 10.29327/53723-5	
CAPÍTULO VI	55
LEVANTAMENTO DA PERDA DE SOLO POR EROÇÃO HÍDRICA DOS CULTIVOS DE CAFÉ DO MUNICÍPIO DE CASTELO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese	
Herbert Torres	
Jander Abrita de Carvalho	
Paloma Osório Carvalho	
Isabelly Marvila Leonardo Ribeiro	
Jefferson Gonçalves Batista	
Gabriel Gonçalves Batista	
Antônio Marcos da Silva Batista	
DOI 10.29327/53723-6	
CAPÍTULO VII	65
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ATUALIDADE	
Diego da Silva	
DOI 10.29327/53723-7	
CAPÍTULO VIII	73
DIRETRIZES PARA ENSAIOS TOXICOLÓGICOS IN VIVO: UMA REVISÃO	
Luane Aparecida do Amaral	
Rodrigo Juliano Oliveira	
Elisvânia Freitas dos Santos	
DOI 10.29327/53723-8	

O DECLÍNIO DA GOIABEIRA: DESAFIOS E NOVAS PERSPECTIVAS PARA O MANEJO



Arêssa de Oliveira Correia
UFES

Márcia Varela da Silva
INCAPER

Patricia Alvarez Cabanez
UFES

Fabio Ramos Alves
UFES

Adilson Vidal Costa
UFES

Vagner Tebaldi de Queiroz
UFES

André da Silva Xavier
UFES

Dilson da Cunha Costa
EMBRAPA

RESUMO: O declínio da goiabeira é uma doença complexa causada por *Meloidogyne enteroilobii* que predispõe as raízes ao ataque de *Fusarium solani*, o que culmina, como resultado dessa interação sinérgica, em intensa podridão radicular e, conseqüentemente, em morte das plantas. Geralmente, o método mais amplamente utilizado para o manejo de fungos e nematoides é pelo emprego de fungicidas e nematicidas, produtos muitas vezes caros e com potencial de poluir o ambiente, por isso, em todo o mundo, têm-se pesquisado medidas alternativas de manejo, como a utilização de triazóis, produtos derivados de processamento do biodiesel que apresentam elevada fungitoxidade, moléculas nematicidas com baixa toxicidade, como o

Fluensulfone, nematicidas biológicos à base de fungos e resistência genética. Alguns resultados de pesquisas recentes desenvolvidos ‘*in vitro*’ e em campo para o manejo do declínio da goiabeira com enfoque no emprego de novas moléculas como os triazóis, Fluensulfone, e agentes de controle biológico e controle genético (porta-enxerto resistente), serão apresentados nessa revisão.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel; fungo; crescimento micelial; esporulação.

ABSTRACT: Guava decline is a complex disease that causes root rhythm enlargement due to the synergistic action between the fungus *Fusarium solani* and the nematode *Meloidogyne enteroilobii*. Generally, the most widely used method for the management of fungi and nematodes is the use of fungicides and nematicides, the products are often expensive and have the potential to pollute the environment. Alternative management measures have been researched around the world, such as the use of triazoles, high fungitoxicity-derived biodiesel processing products, low-toxicity nematicidal molecules such as Fluensulfone, fungal-based biological nematicides and genetic resistance. Some results from recent “*in vitro*” and in field research on the management of guava decline focusing on the use of new molecules such as triazoles, Fluensulfone, and biological control and genetic control agents (resistant rootstock), will be presented in this review.

KEYWORDS: Biodiesel; fungus; mycelial growth; sporulation.

1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta pertencente à família Myrtaceae, originária das regiões tropicais americanas e está amplamente distribuída em todo o mundo. Apresenta excelentes condições para exploração em escala comercial, em função de seus frutos atingirem bons preços no mercado e serem muito apreciados pelas suas características tanto para o consumo de mesa como para a fabricação de produtos industrializados (POMMER et al., 2013).

A área de produção de goiaba registrada no Brasil em 2017 foi de aproximadamente 78.981,870 ha, com produção anual de 460.515 toneladas de frutas, sendo o rendimento médio de 20.294 kg/ha. O setor de exportação de frutas frescas no ano de 2017 arrecadou 319.627,357 milhões de reais na produção de goiaba (IBGE, 2019).

O declínio da goiabeira se instalou no Brasil há alguns anos e tem sido responsável pela erradicação de inúmeros pomares (GOMES et al., 2011). Segundo os autores, os sintomas do declínio são atribuídos à ação sinérgica entre *Meloidogyne enterolobii* Yang and Eisenback, 1983, e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., sendo que o parasitismo inicial do nematoide predispõe as plantas à degeneração radicular subsequente pelo fungo, tornando assim o manejo da doença complexo.

Essa doença, até o momento, já foi responsável pela erradicação de mais de 5.000 ha de pomares de goiabeira em âmbito nacional, o que resultou em perda econômica aos produtores de aproximadamente US\$ 70 milhões de dólares (GOMES et al. 2011; GOMES et al., 2012; POMMER et al., 2013; IBGE, 2019).

Várias medidas de manejo do declínio da goiabeira têm sido pesquisadas, porém sem resultados satisfatórios, como por exemplo, a utilização de nematicidas convencionais, plantas resistentes, microrganismos antagonistas, rizobacterias e adição de materiais orgânicos ao solo (CARNEIRO et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011; CRUZ, 2014).

O método mais utilizado para o manejo de fungos e nematoides a através da aplicação de fungicidas e nematicidas, produtos geralmente caros e danosos à saúde do homem e animais (JESUS JUNIOR; ZAMBOLIM, 2007). Por isso, faz-se necessário a busca por alternativas que evitem a resistência dos fitopatógenos aos produtos químicos registrados pelos órgãos governamentais, como a descoberta e a implementação de novas moléculas com ação fungicida/nematicida tóxicas aos fungos e, com baixo impacto ambiental, e o controle biológico e a resistência genética (ZAMBOLIM, 2008a, CORREIA, 2014; ALVES, 2016).

2. DECLÍNIO DA GOIABEIRA

A gravidade do declínio da goiabeira e sua podridão radicular associada desencadeou uma investigação sobre a possibilidade de outro patógeno de solo, além do nematoide *M. enterolobii*, estar envolvidos neste patossistema. Gomes et al. (2011), chegaram à conclusão que o chamado “declínio da goiabeira” constitui doença complexa devido ao efeito sinérgico de *M. enterolobii* e *F. solani*, mostrando que o nematoide, devido ao parasitismo inicial, predispõe as plantas à intensa degeneração

radicular subsequente pelo fungo. Em estudo posterior, Gomes (2012), demonstrou que *F. solani* é o agente que define a extensão dos danos causados ao sistema radicular das plantas.

Após a penetração de *M. enterolobii*, começam a ocorrer modificações bioquímicas e fisiológicas no sistema radicular e, a partir de então, provavelmente começam a serem produzidas substâncias atrativas benéficas ao desenvolvimento de *F. solani* nas raízes. Posteriormente, os sintomas do declínio da goiabeira começam a surgir, são eles: clorose, necrose das bordas foliares, forte bronzeamento das folhas, murcha e queda de folhas; deficiência nutricional, galhas e apodrecimento radiculares (Figura 1) e, alguns meses após a manifestação dos primeiros sintomas, desfolhamento generalizado (AMORIM et al, 2011).



Figura 1. Sintomas do declínio da goiabeira. (A e B) Sistema radicular infectado por *M. enterolobii* e *F. solani*. (C e D) Bronzeamento do limbo foliar de *P. guajava*. Fotos: Fábio Ramos Alves.

Além disso, os frutos atingem sua maturidade fisiológica prematuramente com tamanho reduzido e abaixo do padrão de comercialização (MOREIRA; HENRIQUE NETO, 2001).

Os sintomas de degeneração do sistema radicular têm início com o escurecimento das raízes mais novas, que progredem para as mais velhas. No final do processo, as raízes atacadas apresentam coloração marrom escura ou totalmente negra. Os sintomas de escurecimento são acompanhados pelo processo de decomposição, com morte rápida do tecido atacado, devido à produção de toxinas e enzimas (AMORIM et al., 2011), o que culmina com a morte das plantas no campo (Figura 2).



Figura 2. Plantas com sintomas do declínio da goiabeira sendo arrancadas e destruídas em um campo de cultivo comercial em Pedro Canário, ES. Foto: Fábio Ramos Alves.

2.1 *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

Fusarium solani foi descrito por Snyder e Hansen em 1941 como um fitopatógeno pertencente à família Tuberculariaceae (Hyphomycetes). O fungo apresenta variação em sua morfologia, fisiologia e patogenicidade. A tradicional classificação e identificação de espécies no gênero *Fusarium* é baseada em características morfológicas, tais como: morfologia da colônia de cultura monospórica de isolados em meios de cultura específicos, pigmentação e taxa de crescimento, especificidade de hospedeiros e perfil de metabólitos secundários. Portanto, podem ser parasitos facultativos, principalmente em solos, e são responsáveis por doenças como o tombamento de várias espécies de plantas e apodrecimento de raízes, caules, frutas e legumes (LESLIE; SUMMERELL, 2006; LUGINBUHL, 2010).

O fungo possui hifas extensas, felpudas e septadas que formam micélio que variam entre as cores rosa, roxo, amarelo a branco-acinzentado, variando de esparso a denso. O fungo possui ainda dois tipos de esporos assexuados, denominado de microconídios e macroconídios (AMORIM et al., 2011).

Em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento *F. solani* produz estruturas de resistência chamadas clamidósporos, que são constituídos por uma única célula que condensa seu citoplasma devido ao acúmulo de reservas nutritivas, formando-se nas hifas de maneira intercalar ou terminal (MICHEREFF et al., 2005).

Fusarium solani é comum em ambientes agrícolas devido às diversas espécies botânicas às quais se associa. No entanto, também possui origem nativa em diferentes ambientes com presença de vegetais (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

2.2 *Meloidogyne enterolibii* Yang & Einsenback

No Brasil, o nematoide *Meloidogyne enterolibii* Yang & Einsenback (sin. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann) foi relatado pela primeira vez causando danos severos em plantios comerciais de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Petrolina-PE, Curaçá e Maniçoba, no estado da Bahia (CARNEIRO et al., 2001; MARQUES et al., 2012). Posteriormente, foi registrado causando danos em pomares comerciais de goiabeira, em diversas regiões do País, como: Rio de Janeiro, Ceará, Piauí, Paraná, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Maranhão (LIMA et al., 2003; TORRES et al., 2005; SILVA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2006; ASMUS et al., 2007; LIMA et al., 2007; SILVA et al., 2008). Até então não se sabia que era a interação entre o nematoide e *F. solani* que provocam o declínio da goiabeira

2.3 Desafios no manejo do declínio da goiabeira

Cruz (2014), afirma que muitas tentativas de manejo do declínio da goiabeira não têm se mostrado eficientes e destaca que talvez esse insucesso de manejo se deva ao fato da comunidade científica desconhecer, até poucos anos atrás, que o declínio da goiabeira não é causado simplesmente pelo parasitismo de *M. enterolibii* sobre as plantas, mas que se trata uma doença complexa na qual

o parasitismo desse nematoide predispõe a planta à podridão radicular causada pelo fungo *Fusarium solani* (GOMES et al., 2008; AMORIM et al., 2011).

Esse novo conhecimento muda o foco do manejo, pois a partir dessa descoberta o alvo passa a ser não apenas o nematoide, mas também o fungo. Isso ressalta a importância de se estudar a eficiência do manejo não apenas contra *M. enterolobii*, mas também contra *F. solani* (CRUZ, 2014).

2.4 Controle químico

As doenças de plantas sempre foram motivo de grande preocupação em todo o mundo por reduzirem a produção de alimentos. Inúmeras culturas dependem do controle químico para que sua produtividade e qualidade sejam mantidas. Nesse sentido, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) diz que o controle químico, principalmente com o uso de fungicidas, é importante e imprescindível para a produção mundial de alimentos, pois, além da função de manutenção do potencial produtivo das culturas também contribuem para a germinação e o vigor das sementes e para o prolongamento de vida dos frutos em pós-colheita (JESUS JUNIOR; ZAMBOLIM, 2007).

Poucos são os defensivos agrícolas registrados para a cultura da goiabeira, tanto inseticidas quanto fungicidas e nematicidas. Em contrapartida há uma grande quantidade de doenças e pragas que atingem a cultura. Isso reforça a necessidade de se buscar novas moléculas, como os triazóis e o princípio ativo Fluensulfone com ação nematicida (PHILLION et al., 1999).

2.4.1 Triazóis

Os triazóis são anéis de cinco membros contendo três átomos de nitrogênio. Existem dois tipos de anéis triazólicos: os 1,2,3-triazóis e os 1,2,4-triazóis (Figura 3).

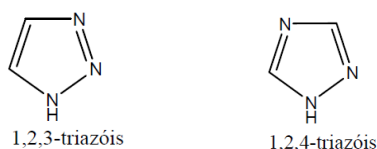


Figura 3. Estrutura básica do triazol 1,2,3-triazol e 1,2,4-triazol. Fonte: Bortolotto, (2009).

Estes compostos são de origem sintética e não há indicações de que estes heterocíclicos possam ser encontrados na natureza. Os triazóis são fungicidas orgânicos, na maioria de ação sistêmica acropetal, formados pela adição de diferentes radicais à sua molécula. Apresentam elevada fugitoxidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais (ZAMBOLIM, 2008b).

Os triazóis mais modernos atuam na inibição da biossíntese do ergosterol, que é o principal

lipídio da membrana plasmática de fungos, cujo precursor é o lanosterol (Figura 4).

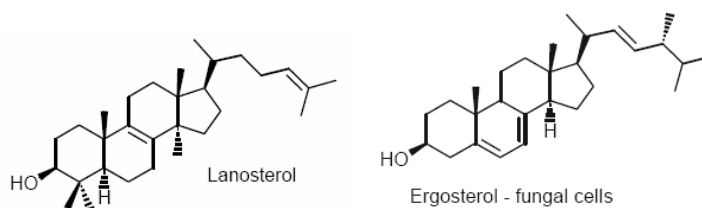


Figura 4. Fórmula estrutural das moléculas de lanosterol e ergosterol. Fonte: ZAMBOLIM, 2008b.

A ausência desta camada de proteção celular dos fungos, leva ao colapso da célula fúngica (micélio) e à interrupção do crescimento micelial (corpo fúngico). Com a inibição da biossíntese do ergosterol, o funcionamento da enzima demetilase a nível do carbono 14 (C14) é interrompida totalmente, não havendo a síntese de ergosterol (ZAMBOLIM, 2008b).

Deste modo, as células fúngicas, ao entrarem em contato com fungicidas do grupo dos triazóis, promovem o acúmulo de esteróis como o 4,4-dimetil e o 4 α -metil, ambos com radical 1,4 α -metil, promovendo a inativação do processo de demetilação do lanosterol até compostos intermediários, precursores do ergosterol. Esse processo deve-se à ocupação pelo fungicida de sítios ativos destinados à ligação da enzima 14 α -demetilase ao citocromo P-450, catalizador da reação de oxidação de 1,4 α -metil até 1,4 α -hidroximetil, primeiro passo no processo de demetilação (Figura 5) (RICHARDSON; WARNOCK, 1993; ZAMBOLIM, 2008b).

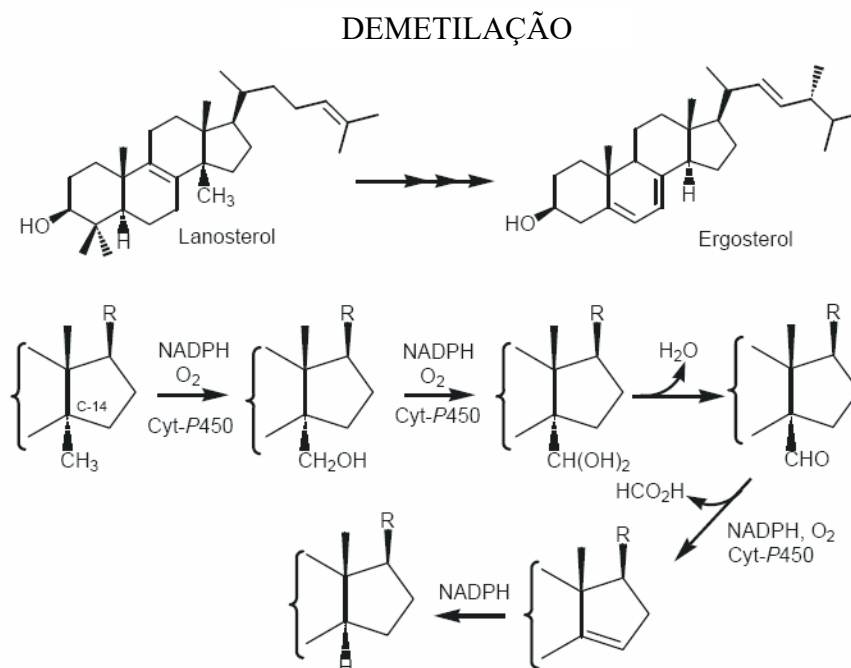


Figura 5. Modelo esquemático da demetilação do C-14 no ciclo do ergosterol a partir da molécula de lanosterol. Fonte: ZAMBOLIM, 2008b.

Portanto, na ausência dos esteróis ocorre a desorganização da estrutura celular, ocasionando o rompimento da membrana e o extravasamento de solutos iônicos. Com isso, há prejuízo na captação dos nutrientes, o que se traduz na inibição do crescimento fúngico, originando alterações morfológicas que resultam em necrose e morte celular (ZAMBOLIM, 2008b; RICHARDSON; WARNOCK, 2012).

Correia (2014), avaliaram a atividade fungicida de novos triazóis derivados do glicerol, sobre o crescimento micelial e número de esporos de *F. solani*. Para isso, foram sintetizadas dezessete novos triazóis (T1 a T17) pertencentes ao grupo químico dos triazóis. Os testes foram realizados empregando-se as concentrações de 1, 10, 100, 500 e 1.000 ppm. O triazol T12 a 1000 ppm mostrou-se como o mais promissor por inibir totalmente o crescimento micelial, assim como eliminar completamente os esporos de *Fusarium solani*. Vale ainda destacar o efeito de outros triazóis nas duas maiores concentrações que também apresentaram efeito satisfatório em ambas as características avaliadas, são eles: T9, T10, T11, T12, T14, T15, T16 e T17, pois demonstraram possuir efeito fungistático para *F. solani*.

2.4.2 Fluensulfone + Controle biológico

O Fluensulfone, ou MCW-2, (5-cloro-2-(3,4,4-trifluorobut-3-enilsulfonil)-1,3-tiazole) é um membro do grupo tioéter fluoroalquilo. Esse ingrediente ativo tem ação nematocida, além da baixa toxicidade para os organismos não-alvo (PHILLION et al., 2009).

Alguns autores já demonstraram que o Fluensulfone tem efeito sobre *Meloidogyne javanica* (KEARN et al., 2014), *M. incognita* e *M. arenaria* (CSINOS et al., 2010), *Pratylenchus jaehni* e *Tylenchulus semipenetrans* em citros (SILVA; BENETTI, 2015) e *P. zae* em cana-de-açúcar (NOVARETTI et al., 2015).

Entre os agentes bio-controladores de nematoides de plantas, os fungos e as bactérias são os organismos que apresentam o maior número de características desejáveis (FREITAS et al., 2009; ALVES; FREITAS, 2014; ALVES; SOUZA, 2015).

Os fungos mais utilizados em pesquisas científicas, considerados bio-controladores de fitonematoides são *Trichoderma* sp. e *Pochonia* sp. (ALVES; FREITAS, 2014). O primeiro compreende fungos de vida livre, que se reproduzem assexuadamente, presentes com mais frequência em solos de regiões de clima temperado e tropical (EAPEN et al., 2005; FERREIRA et al., 2008). O segundo é um parasita facultativo de ovos e fêmeas de *Meloidogyne* spp. e de *Heterodera avenae* amplamente distribuído em todo o mundo (KERRY et al., 1982). Uma das vantagens desses antagonistas é a produção de clamidósporos, estruturas de resistência e sobrevivência preferencialmente utilizadas como inóculo, podendo ser adicionados ao solo em suspensão aquosa sem fonte adicional de nutrientes (GIARETTA et al., 2011).

De maneira geral, o modo de ação de *Trichoderma* spp. é por parasitismo, antibiose e competição, sendo que esses organismos atuam na proteção preventiva das plantas, na restauração da comunidade microbiana e na recuperação da estrutura de solos debilitados pela prática agrícola intensiva. Além disso, o antagonista libera metabólitos secundários que estimulam o crescimento das

plantas (SPIEGEL; CHET, 1998; EAPEN et al., 2005).

Segundo Baños et al. (2010), a ação de agentes biológicos reduz gradativamente a população de *Meloidogyne* spp. com o passar do tempo. Borges et al. (2013), concluíram que *Trichoderma* sp., aplicado ao solo, exerceu efeito significativo na redução populacional de *Meloidogyne* sp., impedindo que juvenis do nematoide penetrassem nas radículas e fêmeas estabelecessem a formação de células gigantes em raízes de feijoeiro.

São diversos os produtos biológicos já registrados e comercializados em diversas partes do mundo, entre os quais, Antagon WP® (*T. harzianum* DSM 14944), Binab® (*T. harzianum* e *T. polysporum*), Bio Fit® (*T. harzianum* e *T. virens*), Bioderma® H (*T. harzianum*), BioFungo® WP, (*T. harzianum* ATCC 52443) e Quality WG® (*Trichoderma* sp.) (BETTIOL et al., 2012).

No Brasil, merece destaque o produto Trichodermil® (*T. harzianum* - cepas ESALQ-1306 e ESALQ-1303), embora existam outros bionematicidas registrados e/ou comercializados à base de *Trichoderma* spp. como, Quality WG® (*T. asperellum*), Biotrich® (*Trichoderma* sp.), TrichodermaxEC (*T. harzianum*, Trichodel® (*Trichoderma* sp.), Trichonat EF® (*Trichoderma* sp.), Trichoplus JCO® (Mix de isolados de *Trichoderma* spp. e *T. harzianum*).

O fungo *P. chlamydosporia* também é considerado promissor no controle biológico por parasitar ovos e fêmeas de *Meloidogyne* spp. (EAPEN et al., 2008). Uma característica de extrema importância desse fungo é sua inocuidade para os seres humanos e animais, não prejudicando o meio ambiente e outros organismos benéficos presentes no solo, além disso, é facilmente cultivado “*in vitro*” (ZINGER, 2015).

No Brasil, existem dois produtos à base de *P. chlamydosporia*, são eles: Rizotec® e Rizomax® (BETTIOL et al., 2014). Esses produtos são indicados, principalmente, para culturas de característica perene, a exemplo da cultura do café, acerola, laranja, uva, banana, goiaba, entre outras.

Alves (2016) conduziram experimentos ‘*in vitro*’ para: a) selecionar a dosagem de Fluensulfone capaz de causar mortalidade de *Meloidogyne enterolobii*; b) verificar o efeito da Fluensulfone sobre *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma harzianum* e c) avaliar o efeito de *P. chlamydosporia* e *T. harzianum* em doses puras e em associação com Fluensulfone na mortalidade de *M. enterolobii*. A autora relatou que o Fluensulfone na dose de 2L/ha não teve efeito sobre os fungos. As doses associadas e puras dos tratamentos tiveram efeito significativo na mortalidade do nematoide. Um experimento de campo também foi realizado em um pomar de goiaba com ocorrência de declínio. Os seguintes tratamentos foram testados: Fluensulfone (2L/ha); *P. chlamydosporia*; *P. chlamydosporia* + Fluensulfone; *T. harzianum*; *T. harzianum* + Fluensulfone; Carbofurano e a testemunha. Todos os tratamentos reduziram a população de *M. enterolobii*, uma vez que a eficiência relativa foi superior a 80%. O fluensulfone utilizado isoladamente ou em combinação com nematicidas biológicos proporcionou aumento na produtividade de goiaba.

2.5. Controle genético

O uso de porta-enxertos resistentes pode ser um método promissor para controlar *M. enterolobii*, desde que seja compatível com genótipos de goiabeira. Essa compatibilidade deve ser avaliada em relação ao sucesso do enxerto e, posteriormente, deve-se considerar também o crescimento e desenvolvimento dessas plantas no campo (ROBAINAI et al., 2015).

O híbrido resultante do cruzamento entre *P. guajava* x *P. guineense* resultou na ausência ou galhas reduzidas no sistema radicular e fator de reprodução do nematoide próximo a zero cinco anos após o transplante em áreas com ocorrência natural do declínio da goiabeira. A compatibilidade vegetativa como porta-enxerto de ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’ permitiu a produção de 40 t/ha de frutos na terceira colheita comparada com as 4,5 t/ha de frutos de ‘Paluma’ cultivada sem o porta-enxerto híbrido (SANTOS et al., 2016). Segundo os autores, essa é a melhor opção para enfrentar a crise provocada pela devastação dos pomares de goiabeira e que esforços deverão ser efetuados para a sua disponibilização aos produtores, considerando os aspectos exigidos pela legislação brasileira.

3. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M.; GOMES, V. M.; SOUZA, R. M. Avaliação estufa e campo de rizobactérias para controlar o declínio de goiaba. **Bragantina**, v. 70, n. 4, p. 837-842, 2011.
- ALVES, C. S. **Eficiência de nematicidas biológicos e químicos no manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira**. 2016. 48 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre.
- ALVES, F. R.; FREITAS, L. G. Controle biológico de fitonematoides. O essencial da fitopatologia, controle de doenças de plantas. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 235-264, 2014.
- ALVES G. C. S.; SANTOS J. M.; SOARES, P. L. M.; DE JESUS, F. G.; ALMEIDA E. J.; THULER, R. T. Avaliação *in vitro* do efeito de rizobactérias sobre *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zaei*, **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.4, p.557-564, 2011.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4ª ed. Agronômica Ceres, Piracicaba, 2011. 704 p.
- ASMUS, G. L.; VICENTINI, E. M.; CARNEIRO, R. M. D. G. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Mato Grosso do Sul. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 112, 2007.
- BAÑOS, Y. S.; CONCEPCIÓN, A. B.; LAZO, R. C.; GONZÁLEZ, I. A.; MOREJÓN, L. P. Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 224-233, 2010.
- BETTIOL W.; MORANDI M. A. B.; PINTO Z. V.; JÚNIOR T. G. P.; CORRÊA E. B.; MOURA A. B.; LUCON C. M. M.; COSTA J. C. B.; BEZERRA J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas Jaguariúna**. SP: Embrapa Meio Ambiente, 2012.
- BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P. Control biológico de enfermedades de plantas en Brasil. In: BETTIOL, W.; RIVERA, M.C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE A.; JAIME, R.; COLMENÁREZ, Y.C. **Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe**, 2014. 404 p.
- BORGES, F. G.; BATTISTUS, A. G.; MÜLLER, M. A.; MIORANZA, T. M.; KUHN, O. G., Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, p. 425-433, 2013.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**. v. 25, n. 2, p. 223-228, 2001.

- CARNEIRO, R.G. et al. Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e em plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 293-298, 2006.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; et al. Efeito de fungos nematófagos sobre a reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em goiaba (*Psidium guajava*) plantas. **Nematologia Brasileira**, v. 13, n. 6, p. 721-728. 2011.
- CORREIA, A. O. **Atividade fungicida de novos triazóis sobre *Fusarium solani*, um dos agentes causais do declínio da goiabeira**. 2014. 45 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- COSTA, A. V. et al. **Síntese de derivados 1,2,3-triazólicos a partir do glicerol via “click chemistry”**. In: 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Natal, 2014.
- CRUZ, T. P. et al. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowit (citronela) contra *Fusarium solani*. **Bioscience Journal**, 2014.
- CSINOS, A.; WHITEHEAD, J.; HICKMAN, L. L.; LAHUE S. S.; Evaluation of fluensulfone for root knot nematode on tobacco, **Phytopathology**, v. 100, S28–S28, 2010.
- EAPEN, A. J.; BEENA, B.; RAMANA, K. V. Evaluation of fungal bioagents for management of root-knot nematodes in ginger and turmeric fields. **Journal of spices and aromatics crops**, v. 17 p. 122-127, 2008.
- EAPEN, S. J.; BEENA, B.; RAMANA, K. V. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 88, p. 218-225, 2005.
- FERREIRA, P. A.; FERRAZ, S.; LOPES, E. A.; FREITAS, L. G. Parasitismo de ovos de *Meloidogyne exigua* por fungos nematófagos e estudo da compatibilidade entre os isolados fúngicos. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, n. 3, p. 15-21, 2008.
- FUDO, C. H.; SILVA, F. M. L.; BENETTI, E. Avaliação da eficácia do nematicida nimitztm (Fluensulfone 480 EC) no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura do pimentão. **Anais... XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia**, Sociedade de nematologia brasileira Londrina Paraná, p. 99, 2015.
- GIARETTA, R. D.; FREITAS L. G.; CAIXETA L. B.; XAVIER D. M.; FERRAZ S.; FABRY, C. F. S. Produção de clamidósporos de *Pochonia chlamydosporia* em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 2, 2011.
- GOMES, V. M., SOUZA R. M., SILVA M. M., DOLINSKI C. Caracterização do estado nutricional de goiabeiras em declínio parasitadas por *Meloidogyne enterolobii*. **Nematologia Brasileira**, v. 32, p. 154–160, 2008.
- GOMES, V. M. et al. Declínio da goiabeira: doença complexa envolvendo *Meloidogyne enterolobii* e *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, v. 159, p. 45-50, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)**, 2019. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em 03 de agosto de 2019.
- JESUS JUNIOR, W.; ZAMBOLIM, L. C. **Controle químico de doenças de plantas: benefícios, riscos, resistência de fungos a fungicidas e potencial impacto das mudanças climáticas globais**. JESUS JUNIOR, W. C. et al. In: Novas tecnologias em ciências agrárias. UFES, Centro de Ciências Agrárias, Alegre, 2007. 264 p.
- KEARN, J.; LUDLOW, E.; DILLON O’CONNOR, V.; HOLDEN-DYE, L. Fluensulfone is a nematicide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, p. 44-57, 2014.
- KERRY, B. R.; CRUMP, D. H.; MULLEN, L. A. Studies of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals, 1975-1978. II. Fungal parasitism of nematode females and eggs. **Annals of Applied Biology**, v. 100, p. 489-499, 1982.
- LESLIE, J. F. SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* laboratory manual**. Wiley, 2006. 388 p.
- LIMA, I. M.; DOLINSKI, C. M.; SOUZA, R. M. Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabas de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 257-258, 2003.

- LIMA, I. M. et al. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira ‘Paluma’ no do Estado do Espírito Santo. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 133, 2007.
- LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum. Nova Odessa, São Paulo, 2005.
- LUGINBUHL, S. A class Project for PP728 soil borne pathogens, Fall 2010. Disponível em: <http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Fusarium%20solani/Fusarium_solani.htm>. Acesso em 28 de abril de 2019.
- MARQUES, M. L. S. et al. Host suitability of different plant species to *Meloidogyne enterolobii* in the state of Rio de Janeiro. **Nematropica**, v. 42, n. 2, 2012.
- MICHEREFF. et al. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE, Imprensa Universitária, Recife, 2005. 398 p.
- MOREIRA W. A. et al. Desenvolvimento populacional de *Meloidogyne* spp. Em mudas de goiabeira estaqueadas e enxertadas tratadas com nematicidas. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 125-126, 2001.
- NOVARETTI, W.R.T.; SILVA, F.M.L.; FUDO, C.H.; BENETTI, E. Eficiência do fluensulfone no controle de *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar. **Anais... XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia**, Sociedade de nematologia brasileira Londrina Paraná, p. 99, 2015.
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JR., M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Suma, 1986. 142p.
- PHILLION, D. P.; RUMINSKI, P.G.; YALAMANCHILI, G. **Fluoroalkenyl compounds and their use as pest control agents**. 968-916, USA, 1999.
- POMMER, C. V.; OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, C. A. F. **Goiaba**: recursos genéticos e melhoramento. Edufersa, Mossoró, 2013, 126 p.
- RAMPERSAD, S. N.; TEELUCKSINGH, L. D. Differential responses of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum* isolates from different hosts to multiple fungicides based on two assays. **Plant Disease**, vol. 96, n. 10, 2012.
- RICHARDSON, M. D.; WARNOCK, D. W. **Fungal infection: diagnosis and management**. Wiley-Blackwell, 4ª ed., London, 2012. p. 476.
- ROBAINAL, R. R.; CAMPOS, G. S.; MARINHO, C. S.; SOUZA, R. M.; BREMENKAMP, C. A. Grafting guava on cattley guava resistant to *Meloidogyne enterolobii*. **Ciência Rural**, v.45, n.9, p.1579-1584, 2015.
- SANTOS, C. A. F.; COSTA, S. R.; SOUZA, R. R. C.; FLORI, J. E.; CASTRO, J. M. C. Híbridos de *Psidium*: compatibilidade de cruzamentos e aspectos genéticos para controle de *Meloidogyne enterolobii*. In: 33º Congresso Brasileiro de Petrolina, Embrapa Semiárido, 2016.
- SILVA, F. M. L.; BENETTI, E. Fluensulfone efficiency in control of *Tylenchulus semipenetrans* in citrus. **Anais... XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia**, Sociedade de nematologia brasileira Londrina Paraná, p. 44, 2015.
- SILVA, G. S.; PEREIRA, A. L.; ARAÚJO, J. R. G.; CARNEIRO, R. M. D. G. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Estado do Maranhão. **Nematologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 242-243, 2008.
- SOARES-SILVA, L. H.; PROENÇA, C. E. B. A new species of *Psidium* L. (Myrtaceae) from southern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, p. 51-54. 2008.
- SOBRAL, M. et al. Myrtaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB24034>>. Acesso em: 28 Maio 2014.
- ZAMBOLIM, L. **Penetração e translocação de fungicidas sistêmicos nos tecidos das plantas**. In: ZAMBOLIM, L. et al. Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas). UFV/DFP, Viçosa, 2008a. 652 p.
- ZINGER F. D. **Estratégias de manejo de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cafeeiro conilon**. 2015. 66 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Alegre.