


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure of a bird, possibly a toucan, with its wings spread. The bird is surrounded by a laurel wreath. Above the bird are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom.

MANEJO DA MURCHA DE ESCLERÓCIO (*Sclerotium rolfsii*  
Sacc) EM PIMENTÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE *Capsicum*  
sp. RESISTENTES.

JOÃO VITOR CAMARGO SOARES

Manaus  
2013

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C172m Camargo Soares, João Vitor  
MANEJO DA MURCHA DE ESCLERÓCIO (*Sclerotium rolfsii*  
Sacc) EM PIMENTÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE *Capsicum*  
sp. RESISTENTES. / João Vitor Camargo Soares. 2013  
61 f.: il.; A4 cm.

Orientadora: Jânia Lília da Silva Bentes  
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade  
Federal do Amazonas.

1. Resistência. 2. *Capsicum* sp.. 3. Manejo. 4. Murcha de  
esclerócio. 5. Agressividade. I. Bentes, Jânia Lília da Silva II.  
Universidade Federal do Amazonas III. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
TROPICAL

JOÃO VITOR CAMARGO SOARES

MANEJO DA MURCHA DE ESCLERÓCIO (*Sclerotium rolfsii*  
Sacc) EM PIMENTÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE *Capsicum*  
sp. RESISTENTES.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Jânia Lília da Silva Bentes

MANAUS  
2013

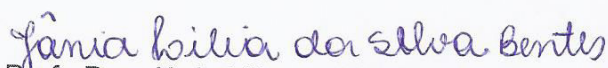
JOÃO VITOR CAMARGO SOARES

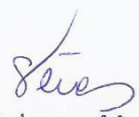
MANEJO DA MURCHA DE ESCLERÓCIO (*Sclerotium rolfsii* Sacc) EM  
PIMENTÃO E SELEÇÃO DE ACESSOS DE *Capsicum* sp.  
RESISTENTES.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovado em 09 de Abril de 2013

BANCA EXAMINADORA

  
Prof<sup>a</sup> Dra. Jânia Lília da Silva Bentes  
Universidade Federal do Amazonas

  
Prof<sup>a</sup> Dra. Solange Melo Vêras  
Universidade Federal do Amazonas

  
Prof<sup>o</sup> Dr. Ernesto Oliveira Serra Pinto  
Universidade Federal do Amazonas

*“O caminho da sabedoria é não ter medo de errar”*

*Paulo Coelho.*

*Dedico este trabalho,*

*Primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria possível.*

*Aos meus pais, Albano Soares Filho e Nina Marikú Camargo Soares que sempre me demonstraram que as conquistas estão fundamentadas no princípio de uma boa educação.*

*Aos meus irmãos e irmãs pelo incentivo durante toda a caminhada.*

## *Agradecimentos*

*Principalmente a Deus, meu melhor amigo que está sempre presente em todos os momentos.*

*À toda minha família, principalmente meus pais, por todo amor, carinho, conselhos e apoio.*

*Ào Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas.*

*Àos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, pelos valiosos ensinamentos.*

*À Professora Dra. Jânia Líbia da Silva Bentes pela confiança depositada em mim desde a Iniciação Científica, abrindo as portas do seu laboratório, pela honra de ser seu orientando, pela sua amizade e pelos ensinamentos.*

*À equipe do laboratório de Fecundologia da Universidade Federal do Amazonas, pela colaboração constante.*

*Àos amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.*

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
1 REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1 Gênero <i>Capsicum</i> sp.	3
1.2 Murcha de Esclerócio	5
1.3 Resistência de Plantas à Doenças	8
1.4 Silício na planta	9
1.5 Glifosato	10
1.6 Extratos vegetais no controle de fitopatógenos	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
CAPITULO I Avaliação de acessos de <i>Capsicum</i> sp. como fontes de resistência à murcha de esclerócio.	15
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Obtenção dos isolados de <i>Sclerotium rolfsii</i> e teste de agressividade	19
3.2 Obtenção dos acessos de <i>Capsicum</i> sp. e avaliação de fontes de resistência	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23



4.1	Agressividade dos isolados de <i>S. rolfsii</i>	23
4.2	Avaliação de fontes de resistência contra a murcha de esclerócio em acessos de <i>Capsicum sp.</i>	26
5	CONCLUSÕES	29
	CAPITULO II Métodos alternativos para o manejo da murcha de esclerócio em pimentão ( <i>Capsicum annum</i> )	30
	RESUMO	30
	ABSTRACT	31
	INTRODUÇÃO	32
6	MATERIAL E MÉTODOS	34
6.1	Ensaio <i>in vitro</i>	34
6.2	Ensaio em casa de vegetação	36
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
7.1	Avaliação do efeito de diferentes doses de silício, glifosato e extrato de urtiga sobre <i>Sclerotium rolfsii in vitro</i>	38
7.2	Avaliação do efeito de diferentes doses de silício, glifosato e extrato de urtiga sobre <i>Sclerotium rolfsii</i> em cada de vegetação	42
8	CONCLUSÕES	52
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Isolados de <i>Sclerotium rolfsii</i> usados no ensaio de agressividade e respectivas procedências.....	19
Tabela 2	Acessos de <i>Capsicum</i> sp. avaliados quanto a manifestação de resistência à murcha de esclerócio ( <i>Sclerotium rolfsii</i> ) e respectivas procedências.....	21
Tabela 3	Análise química de solo utilizado como substrato no experimento.....	22
Tabela 4	Agressividade média de dez isolados de <i>Sclerotium rolfsii</i> em cultivares de pimentão ( <i>Capsicum annum</i> ).....	23
Tabela 5	Índice de infecção da murcha de esclerócio ( <i>Sclerotium rolfsii</i> ) em acessos de <i>Capsicum</i> sp. e reação à doença.....	26
Tabela 6	Índice de Crescimento Micelial (ICM) de <i>Sclerotium rolfsii</i> em meio de cultura contendo silicato de potássio, glifosato e do extrato de urtiga.	38
Tabela 7	Médias do efeito de três fontes e volumes sobre <i>S. rolfsii</i> em cultivares de pimentão em casa de vegetação.....	43
Tabela 8	Índice de infecção e classes de reação à murcha de esclerócio ( <i>Sclerotium rolfsii</i> ) de cultivares de pimentão Nathalie e Thibérios tratadas com Silicato de Potássio, Glifosato e Extrato de urtiga.....	44

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Curva de Progresso da Murcha de esclerócio em plantas de pimentão cv. Nathalie. A) plantas tratadas com Silicato de potássio. B) plantas tratadas com Glifosato. C) Plantas tratadas com Extrato de urtiga..... 45
- Figura 2 Curva de Progresso da Murcha de esclerócio em plantas de pimentão cv. Tibérius. A) planta tratadas com Silicato de potássio. B) plantas tratadas com Glifosato. C) Plantas tratadas com Extrato de urtiga..... 46

## Manejo da murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii* Sacc) em pimentão e seleção de acessos de *Capsicum* sp. Resistentes

### RESUMO

A murcha de esclerócio, causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* Sacc. é uma doença de difícil controle, ocasionando elevadas perdas em cultivos de pimentas e pimentão no Estado do Amazonas, sendo fundamental o conhecimento do patógeno, visando o estabelecimento de estratégias de manejo da doença e fornecer subsídios para estudos de resistência. Este trabalho objetivou-se em avaliar a resistência de 20 genótipos de *Capsicum* sp ao isolado, sendo realizado um pré teste de agressividade com dez isolados provenientes de diferentes localidades. Avaliou-se também o efeito de Silício, Glifosato e Extrato de urtiga sobre o crescimento micelial do patógeno *in vitro* e *in vivo*. Para avaliar agressividade utilizou-se o isolado IRB02 e delineamento experimental em blocos ao acaso em fatorial 1x20 com três repetições, contendo uma planta inoculada com três discos de micélio do patógeno e as testemunhas contendo cada genótipo ausente de patógeno. Na avaliação do efeito de Si, Gliz e Extrato o delineamento foi inteiramente casualizado em fatorial 1x3x3, avaliando-se o Índice de crescimento micelial *in vitro* com dez repetições, sendo cada placa uma unidade experimental, e a testemunha contendo apenas meio BDA para o crescimento do patógeno. Para a avaliação do efeito de Si, Gliz e Extrato em casa de vegetação, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x3x4 com cinco repetições, constituída por uma planta cada e as testemunhas contendo plantas sem aplicação dos produtos, sendo avaliadas incidência e severidade da doença durante 30 dias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.6 Beta. O isolado IRO2 apresentou maior agressividade média, sendo selecionado para as demais etapas do estudo. Os genótipos BC16; MA34; ATN01; ATN02; MA03; LA02; TBT01; MA18; MA43; BC01; ATN04; MA31; IRB02 apresentaram maior resistência ao patógeno em estudo. As fontes de Si 15,0 e 24,0 g / L<sup>-1</sup>, Gliz 4,0 mL / L<sup>-1</sup> e Extrato de urtiga 10%, 20% e 50% utilizadas no experimento apresentaram-se eficientes no controle do patógeno *in vitro*. Estas mesmas fontes foram eficientes sobre o patógeno na cultivar Nathalie e Tibérius em todos volumes utilizados, comparados a testemunha. Diante aos resultados obtidos, o isolado IRB02 pode ser utilizado para avaliar a resistência de genótipos de *Capsicum* sp. Os genótipos que demonstraram resistência ao patógeno apresentam-se com potencial para estudos de melhoramento genético de pimentas e pimentão quanto à resistência ao patógeno em estudo e os produtos utilizados podem ser melhor avaliados em relação ao volume a ser utilizado, para possível controle da doença em cultivos de pimentas e pimentão.

**Palavras - chave:** *Capsicum* sp.; *S. rolfsii*; Resistência.

## Management of wilt sclerotia (*Sclerotium rolfsii* Sacc) in chili and selection of access *capsicum* sp. resistant

### ABSTRACT

The sclerotium wilt, caused by the fungus *Sclerotium rolfsii* Sacc. is a difficult disease to control, causing high losses in crops and chili peppers in the State of Amazonas and fundamental knowledge of the pathogen, for the establishment of disease management strategies and provide support for studies of resistance. This work aimed at evaluating the resistance of 20 genotypes of *Capsicum* sp to isolate, and performed a pretest aggressively ten isolates from different localities. We also evaluated the effect of Silicon, Glyphosate and nettle extract on the mycelial growth of the pathogen *in vitro* and *in vivo*. To assess aggression used the isolated IRB02 and experimental design in factorial randomized block with three replicates 1x20, containing a plant inoculated with three disks of mycelium of the pathogen witnesses absent from each genotype containing pathogen. In evaluating the effect of Si, Gliz and extract the design was completely randomized in a factorial 1x3x3, evaluating the Index mycelial growth *in vitro* with ten replicates, acada board an experimental unit, and a control containing only PDA medium for growth pathogen. To evaluate the effect of Si, and Gliz Extract in greenhouse was used in a completely randomized factorial 2x3x4 with five replicates, each constituted by a plant and the witnesses containing plants without application of products and evaluated the incidence and severity of disease for 30 days. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability using the program ASSISTAT 7.6 Beta. The isolated IR02 showed more aggressiveness average, being selected for the remaining stages of the study. Genotypes BC16, MA34; ATN01; ATN02; MA03; LA02; TBT01; MA18, MA43; BC01; ATN04; MA31; IRB02 showed greater resistance to the pathogen under study. The sources of Si 15.0 and 24.0 g / L-1, Gliz 4.0 mL / L-1 and Nettle Extract 10%, 20% and 50% used in the experiment had to be efficient in controlling the pathogen *in vitro*. These same sources were effective against the pathogen in the farming and Nathalie Tiberius in all volumes used, compared to the control. Given the results obtained, the isolated IRB02 can be used to assess the genotype resistance of *Capsicum* sp. The genotypes showed that resistance to the pathogen present with potential for studies of breeding and chili peppers for resistance to the pathogen under study and the products used can be better evaluated in relation to the volume to be used for possible disease control crops of peppers and chili.

**Words - Key:** *Capsicum* sp.; *S. rolfsii*; Resistance.

## INTRODUÇÃO

As pimentas e pimentões pertencem ao gênero *Capsicum* e fazem parte de um grupo de hortaliças tipicamente de clima tropical, e representa parte valiosa da biodiversidade brasileira, possuindo elevado valor comercial e muito apreciadas no Brasil. São cultivadas em todo o território nacional, sendo uma das dez hortaliças de maior importância econômica no mercado hortigranjeiro, podendo ser consumida sob a forma de frutos verdes, maduros e condimento (COSTA et al., 2008).

O crescimento da produção e manutenção desta atividade agrícola dependem da obtenção de cultivares com maior produtividade, melhor qualidade e da adaptação às diferentes condições climáticas e de serem resistentes às principais pragas e doenças que afetam a cultura. Apesar dos avanços tecnológicos incorporados ao sistema de produção, as doenças de distintas origens continuam sendo uma limitação à produção seja em cultivo aberto ou protegido (LOPES e ÁVILA, 2005).

Uma das principais causas da baixa produtividade de *Capsicum* no Amazonas, pode estar diretamente relacionada com os tratos culturais, ocasionando diversos problemas além dos índices de precipitação e temperatura os quais favorecem a incidência de fitopatógenos. Dentre as diversas doenças de importância que afetam os cultivos de pimentas e pimentões no

Amazonas, destaca-se a murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii* Sacc), que tem sido relatada com frequência por produtores locais, tanto em cultivo aberto como em cultivo protegido, causando elevadas perdas de produtividade em cultivos de pimentão, com morte de plantas jovens e adultas, além de outras espécies olerícolas cultivadas em subsequencia.

É uma doença de difícil controle devido ao longo período de sobrevivência do fungo no solo, ampla gama de hospedeiros e da não existência de cultivar resistente, assim como do produto químico recomendado e eficiente (COELHO NETTO et al., 2004; LOPES e ÁVILA, 2005). Estudos em busca de estratégias de manejo da doença são de grande interesse, visando o incremento da produção e a redução de custos aos agricultores da região.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 O gênero *Capsicum* sp.

As pimentas e pimentões são *Solanaceas* que pertencem ao gênero *Capsicum*, ao qual tem como principais espécies cultivadas *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., e *C. frutescens* L., apresentando um total de mais de 150 variedades (FILGUEIRA, 2008; DUTRA et al., 2010).

As pimenteiras são nativas da América Central, sendo a Amazônia um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum* sp., expandindo-se com grande velocidade para outras partes do mundo a partir do século XVI, quando o relacionamento entre as populações europeias e os povos indígenas foi intensificado (GUIDOLIN, 2005).

O cultivo é realizado por pequenos, médios e grandes produtores individuais, sendo uma atividade de importância socioeconômica, com opção de integração do pequeno agricultor com a agroindústria, além de serem consumidas frescas podem ser industrializadas e utilizadas em diversas linhas de produtos alimentícios.

Segundo Reifschneider (2000), este gênero possui de 20 a 25 espécies, classificadas de acordo com o nível de domesticação, semidomesticação e silvestre.



Apresentam altura e forma de crescimento de acordo com a espécie e condições de cultivo. Possuem sistema radicular pivotante, número elevado de ramificações laterais, podendo atingir a profundidades de até 120 cm. As folhas possuem tamanho, pilosidade variáveis e formato com coloração tipicamente verde, sendo comum a existência de folhas violetas e variegadas, com formato ovalado, lanceolado à deltoide (FILGUEIRA, 2008).

O fruto é tipo baga com estrutura oca em forma de cápsula, com ampla variabilidade morfológica e múltiplas formas, colorações, tamanhos, e variação no grau de pungência, sendo o último, atribuído a um alcalóide denominado capsaicina, que se acumula na superfície da placenta (FILGUEIRA, 2008).

O sistema de ramificação é dicotômico, as flores são hermafroditas, sendo mesma flor produzindo gametas masculino e feminino, possuem cálice com cinco sépalas e corola com cinco pétalas, com níveis de polinização cruzada variando entre e dentro das espécies (0,5 a 70%), possibilitando colocá-las em grupo intermediário entre alógamas e autógamas. Nas espécies domesticadas, o estigma se encontra no nível das anteras, com maior possibilidade de autopolinização, e nas selvagens o estigma está acima das anteras, o que facilita a fecundação cruzada (FILGUEIRA, 2008).

Em 2009, a produção mundial de *Capsicum* foi de 31,44 milhões de toneladas em 3,71 milhões de hectares, com produtividades médias de 16,63 t / ha<sup>-1</sup>. A maior diversidade de dados é originária do continente asiático, devido à importância econômica da cadeia produtiva naquele continente. A Ásia obtém a maior produção mundial, com 20,97 milhões de toneladas em 2,36 milhões de hectares e produtividade média de 16,99 t / ha<sup>-1</sup>. A Índia destaca-se como grande produtora e também consumidora, pois emprega cerca de 90% do que produz. (FAOSTAT, 2013).

O Brasil apresenta produtividade média de 10 a 30 t / ha, onde a região Sudeste contribuiu com 48,5% da produção (IBGE, 2010). No Amazonas, a área plantada de pimentas e pimentão está em torno de 230.33 ha, com produção média de área plantada equivalente a 4.432,28 toneladas / ano, sendo os municípios de Iranduba-AM e Presidente Figueiredo-AM os maiores produtores (IDAM, 2010).

O mercado brasileiro para as pimentas é considerado secundário em relação às demais hortaliças, devido ao baixo consumo e pequeno volume comercializado, estando atualmente em mudanças, pela exploração de novos tipos de pimentas e o desenvolvimento de novos subprodutos na agroindústria como condimentos, extratos concentrados denominados oleoresinas, em pó, corantes, na composição de medicamentos, na indústria bélica, na confecção de “*pepper spray*” a partir da oleoresina (SANTOS et al., 2008).

## 1.2 Murcha de esclerócio

A murcha de esclerócio, causada pelo fungo *Sclerotium Rolfsii* Sacc ocasiona elevadas perdas de produção nas plantas infectadas (BENDENDO, 2011).

O patógeno apresenta corpos de frutificação assexuados e esporos ausentes, formando escleródios brancos na fase inicial e quando amadurecem tornam-se pardos escuros, marrom ou preto globosos ou irregulares e compactos, com micélio septado branco e melanizado, sobre os quais se visualiza os escleródios. Sua fase sexuada (*Athellia rolfsii* Curzi) raramente aparece no campo, e quando ocorre produz himênio com basídios clavados e hialinos, com basidiósporos piriformes medindo 1,0 a 1,7 por 6 a 12  $\mu\text{m}$  (INDEX FUNGORUM, 2010; NCBI, 2010).

A sobrevivência ocorre principalmente através dos escleródios em restos de cultura, mesmo de plantas não hospedeiras e frutos em decomposição, apresentando longevidade

superior a cinco anos, na superfície do solo sobrevivemr mais tempo que aqueles enterrados profundamente ( KIMATI et al., 2011).

É predominante de clima tropical e subtropical, onde temperatura e umidade elevadas favorecem seu desenvolvimento e sobrevivência, não ocasionando prejuízos elevados no Sudeste do país (ALVES e DEL PONTE, 2007). O Amazonas apresenta todas as condições favoráveis para seu desenvolvimento.

Os sintomas ocorrem em reboleiras ou plantas isoladas, tanto em mudas (plântulas), como plantas adultas, sendo as mudas mais suscetíveis, morrendo logo após início da infecção ( BENDENDO, 2011).

Os sintomas surgem na região do colo da planta, apresentando lesões marrons aquosas, e o tecido necrosado decoloração marrom claro, escurecendo com o desenvolvimento da doença causando destruição do córtex e da raiz principal. Com o avanço, ocorre estrangulamento do colo e surgimento de micélio branco de aspecto cotonoso, com ou sem escleródios circundando o caule ou qualquer haste da planta (LOPES e ÁVILA, 2005 BENDENDO, 2011).

A lesão do colo impede o fluxo da seiva, ocasionando amarelecimento e murcha da parte aérea do ramo ou planta toda causando sua morte. As folhas adquirem coloração marrom-escura e podem cair prematuramente, e a presença de escleródios em plantas com sintomas de murcha é suficiente para um diagnóstico seguro (LOPES e ÁVILA, 2005; BENDENDO, 2011).

É uma doença de difícil controle devido ampla gama de hospedeiros, competição saprofítica, crescimento prolífero do fungo e produção de estruturas de resistência

denominadas escleródios, podendo sobreviver por um longo período, sob condições de alta umidade e temperatura ( DUARTE et al., 2006; KIMATI et al., 2011).

O *S. rolfsii* é altamente exigente em oxigênio e luz, apresenta germinação limitada no interior de solos pesados, com desenvolvimento em solos com boa aeração, e plantas com ferimentos favorecendo a doença devido à produção de ácido oxálico e enzimas degradadoras da parede celular ( AGRIOS, 2005; PASCHOLATI, 2011).

A disseminação de um campo para outro pode ocorrer através do transporte de materiais contaminados pelo homem, implementos agrícolas, vento, água e animais (PÁDUA et al., 2007).

Práticas fitotécnicas podem auxiliar no controle da murcha de esclerócio, uma vez que o fungo está amplamente disseminado e não existem variedades comerciais resistentes. Estas práticas devem ser realizadas no sentido de diminuir ou impedir o aumento do inóculo inicial, pois a severidade da doença está diretamente correlacionada com o número de escleródios presentes no solo e as condições que afetam a sobrevivência dos mesmos ( SANTOS et al., 2009; KIMATI et al., 2011).

Práticas como destruir plantas doentes, rotação de culturas que não sirvam como fonte de inóculo por no mínimo três anos, eliminar os restos de cultura, não acumular matéria orgânica ao colo da planta, aração do solo e calagem são recomendadas para o controle (AGRIOS, 2005).

### 1.3 Resistência de plantas a doenças

Dentro do contexto da fisiologia do parasitismo, a resistência de um hospedeiro pode ser definida como “a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e subsequente

atividade de um patógeno em seus tecidos”, por mecanismos de defesa pré-formados e pós-formados (TAIZ e ZEIGER, 2009; PASCHOLATTI, 2011).

A resistência está associada a um conjunto de respostas de defesa ativadas pelo hospedeiro após o contato com agentes patogênicos, dependente da capacidade do hospedeiro reconhecer a presença de patógenos através de mecanismos de percepção e transdução de sinais, com ativação de fatores de transcrição no núcleo da célula vegetal e expressão subsequente de genes de defesa (GUZZO, 2004).

Mecanismos de defesa, representados por cera, cutícula, adaptações em estômatos, parede celular espessa, tricomas, fibras vasculares, substâncias químicas pré-formadas (fenóis, alcalóides, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos, os glicosídeos cianogênicos, fototoxinas, inibidores protéicos e enzimas hidrolíticas), e mecanismos de resistência produzidos ou ativados em resposta à presença dos patógenos, denominados pós-formados, ausentes ou em baixo nível antes da infecção, produzidos ou ativados quando expostos e/ou entrarem em contato com o patógeno (AGRIOS, 2005; PASCHOLATTI, 2011).

Os mecanismos envolvem a formação de papilas, halos, lignificação, formação de camada de cortiça, formação de tiloses, composição de goma e compostos como fitoalexinas e proteínas relacionadas à patogênese (PRP's) (AGRIOS, 2005; PASCHOLATTI, 2011). OS mecanismos de defesa das plantas podem ser ativados por tratamento com agentes bióticos e/ou abióticos denominados elicitores, de origem microbiana (elicitor exógeno) ou da própria planta (elicitor endógeno) (PASCHOLATTI, 2011).

#### 1.4 Silício na planta

O silício (Si) no manejo de doenças de plantas tem sido estudado para reduzir a severidade de importantes doenças, aumentar o teor de clorofila e tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos, reforçando a parede celular (EPSTEIN, 2001).

Considerado essencial para vegetais superiores, sua absorção pode ocasionar efeitos benéficos para algumas culturas como resistência a doenças e pragas, tolerância à toxicidade, tolerância a estresses hídricos e salinos, com evapotranspiração, promoção de crescimento, nodulação em leguminosas, efeito na atividade de enzimas e na composição mineral, melhor arquitetura da planta, reduz acamamento e aumento da taxa fotossintética (CUNHA, 2008).

O acúmulo de Si no tecido vegetal varia entre 0,1 e 10% da matéria seca, atribuída a absorção e transporte de Si pelas plantas, sendo a absorção de Si na maioria das espécies por difusão passiva, com chegada do Si ao xilema e alcançando a parte aérea acompanhando o fluxo de transpiração (MA e YAMAJIN, 2006; CURRIE e PERRY, 2007).

Quando absorvido pelas raízes, é transportado para a parte aérea e depositado intra ou extracelularmente como sílica amorfa hidratada ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{NH}_2\text{O}$ ) (CURRIE e PERRY, 2007). Pode ser encontrada abaixo da cutícula uma densa camada formada pela deposição de sílica, sendo fundamental em condições de estresse biótico e abiótico, reduzindo a perda de água por transpiração, servindo como barreira mecânica à penetração de patógenos (NWUGO e HUERTA, 2008).

Em seu movimento ascendente via apoplasto desde as raízes até as folhas, o Si polimeriza-se nos espaços extracelulares, acumulando-se nas paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos do xilema (CUNHA, 2008).

O acúmulo e deposição de Si nas células da camada epidérmica agem como barreiras físicas efetivas contra penetração da hifa. Assim, o Si incorporado à parede celular é análogo

ao da lignina, que é componente estrutural resistente à compressão (MARSHNER, 1995; EPSTEIN, 2001).

### 1.5 Glifosato

Entre os herbicidas mais utilizados no mundo, o glifosato, de ação total, sistêmico, não seletivo às culturas, pertence ao grupo dos derivados de glicina (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

Absorvido pelas regiões clorofiladas das plantas principalmente folhas e outros tecidos verdes (GALLI e MONTEZUMA, 2005; FERREIRA et al., 2005; RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

Caracterizado por inibir a ação da enzima EPSPs (Enol piruvil shiquimato fosfato sintase) por competição pela PEP (fosfoenolpiruvato) impedindo a transformação de chiquimato em corismato, que é precursor de fenilalanina, tirosina e triptofano. A EPSPs é sintetizada no citoplasma e transportada para o cloroplasto, local de sua atuação. O glifosato reduz a síntese de fitoalexinas, promove aumento da concentração em níveis tóxicos de nitrato, etileno e outros compostos que aceleram a morte das plantas. Assim, aplicado de forma inadequada e entrar em contato com a cultura, expressará sua atividade herbicida e causará danos, dependendo das doses e suscetibilidade (GALLI e MONTEZUMA, 2005; FERREIRA et al., 2005; e RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

Rosa et al. (2010) verificando a ação dos herbicidas Glifosato, Halosulfuron, Benomyl e Setoxidim sobre o comportamento de crescimento dos fitopatógenos (*Rhizoctonia solani*; *Ceratocystis fimbriata*; *Cryphonectria cubensis*; *Phytophthora capsici*; *Macrophomina phaseolina*; *Sclerotium rolfsii*; *Fusarium oxysporum* f. sp. *licopersici* - R. 2; *Mirothecium roridum*), observaram forte interferência destes produtos sobre os microorganismos, com

redução significativa no crescimento de todos os fitopatógenos, quando na presença dos herbicidas glifosato e halosulfuron.

No crescimento dos fitopatógenos perante o herbicida glifosato, observou que todos os organismos testados tiveram redução significativa no crescimento, fato observado para outros microrganismos como micorrizas e bactérias saprofíticas e também *S. rolfsii* (WESTERHUIS et al., 2007).

O efeito redutor no crescimento micelial pelo glifosato está relacionado com interferência deste na enzima EPSPs, na produção dos aminoácidos aromáticos, dependente da rota do ácido chiquimico, sendo essenciais para o crescimento micelial, agindo desta forma como molécula fungistática, ou em alguns casos, fungicida (DICK e QUINN, 1995).

Os efeitos dos herbicidas sobre doenças e agentes causais ainda são desconhecidos, porém em alguns casos são benéficos ao diminuir a severidade da doença ou negativos ao causar vazios biológicos em solos (CHIARI et al., 2008; ROSA et al., 2010), sendo necessário estudos do efeito destes produtos sobre fitopatógenos.

#### 1.6 Extratos vegetais no controle de fitopatógenos

O uso contínuo de defensivos químicos vem provocando danos e graves consequências ambientais e sociais, em função dos benefícios imediatos da aplicação, como aumento da lucratividade e paralização ou eliminação dos sintomas das doenças, principalmente das incidem a parte aérea da planta. Diante destes fatores, é crescente a demanda de medidas de controle que minimizem a contaminação ambiental, visando sistemas autossustentáveis, com base no manejo adequado dos recursos naturais, reduzindo a utilização de produtos químicos e estimular o uso de substâncias naturais (BENCHIMOL et al., 2008).



A utilização de substâncias extraídas de plantas medicinais e/ou silvestres como fungicidas tem inúmeras vantagens, comparando aos sintéticos, pois os naturais são obtidos de recursos renováveis rapidamente degradáveis (SALES et al., 2010).

A utilização de extrato bruto ou óleo essencial, obtidos de plantas da flora nativa da Amazônia indicam potencial no controle de alguns fitopatógenos, tanto por ação fungitóxica direta, inibindo crescimento micelial e germinação de esporos, quanto indução de fitoalexinas, indicando presença de compostos elicitores (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000).

O fracionamento de metabólitos secundários e determinação da atividade biológica das suas moléculas, com atividade elicitora ou antimicrobiana, poderão contribuir para utilização de novos métodos de controle de doenças em plantas (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000).

Dentre as diversas plantas utilizadas como controle de fitopatógenos, destaca-se a urtiga (*Laportea aestuans* L.), apresentando numerosas aplicações, tanto medicinais como industriais. É uma planta herbácea, perene, rizomas lenhosos, caule simples ou pouco ramificado com 40-100 cm de altura. O caule, o pecíolo e as folhas são cobertos densamente ou escassamente, com pelos, as folhas são ovais e às vezes lanceoladas (LIMA et al., 2008).

Possui componentes pertencentes a várias classes químicas como ácidos graxos, ácidos triterpênicos, cumarinas, fenilpropanóides, lignanas, ceramidas e flavonóides glicosilados. Apresenta ação antifúngica *in vitro* sobre várias espécies, incluindo *Fusarium oxysporum* Snyder e Hans., *F. solani* Mart., *Aspergillus flavus* Link., *Ceratocystis ulmi* Moreau., *Phoma exigua* Hans., *Phytophthora carotovora* Smith., (LIMA et al., 2008).

Segundo Carvalho (2010), os extratos de urtiga (*U. dioica* L.) e nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) foram responsáveis por acentuadas deformações no tubo germinativo dos conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do cajueiro, as quais se intensificavam com o aumento da concentração, onstatando nos tubos germinativos, reduções no comprimento, aumento de diâmetro, alteração de formato e inibição da formação do apressórios.

As folhas da urtiga contem grandes quantidades de ácido clorogênico e 2-ocaffeoylmalico que representam 71,5 e 76,5% do total de compostos fenólicos presentes, com atividade antifúngica (PINELLI et al., 2008).

De acordo com Bezerra et al., (2007), foram testados no controle de *Sclerotium rolfsii* extratos de *Piper aduncum* L. (pimenta de macaco), urtiga e nim, sendo que o extrato de urtiga reduziu significativamente o crescimento micelial deste fungo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Avaliar o extrato de urtiga, o glifosato e o silicato de potássio como métodos alternativos para o manejo da murcha de esclerócio e estudar a reação de acessos de *Capsicum* sp. nativos e comerciais à doença.

### 2.2. Objetivos específicos

Avaliar a agressividade de isolados de *Sclerotium rolfsii* de diferentes procedências em cultivar de pimentão;

Avaliar 19 acessos de *Capsicum* sp. nativos e um comercial quanto à manifestação de resistência à murcha de esclerócio;

Avaliar o efeito da aplicação de silicato de potássio, de glifosato e de extrato de urtiga na incidência da doença.

## AVALIAÇÃO DE ACESSOS DE *capsicum* sp. COMO FONTES DE RESISTÊNCIA À MURCHA DE ESCLERÓCIO

**RESUMO:** O Brasil é um importante centro de origem e diversidade do gênero *Capsicum*, e pouco se sabe sobre as espécies nativas, especialmente as encontradas na Amazônia. Estas são potenciais portadoras de genes de resistência a doenças e de adaptação às condições climáticas da região, as quais necessitam de caracterização quanto ao seu desempenho agrônomico e avaliação quanto à resistência a doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de 19 acessos de *Capsicum* quanto à resistência à murcha de esclerócio. O experimento foi conduzido no setor de produção da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, em condições de casa de vegetação, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições e as testemunhas foram plantas de cada genótipo tratadas com água destilada. A avaliação foi realizada através de escala de notas conforme Abawie Pastor- Corrales, (1987). Na avaliação da resistência dos genótipos pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade, para todas as características, os genótipos mais resistentes foram BC16; MA34; ATN01; ATN02; MA03; LA02; TBT01; MA18; MA43; BC01; ATN04; MA31; IRB02. Diante aos resultados obtidos, estes genótipos apresentam potencial para estudos de melhoramento genético de pimentas e pimentão quanto à resistência ao patógeno em estudo.

**Palavras - chave:** Resistência, *Sclerotium rolfsii*, pimentão.

## EVALUATION OF *capsicum* sp. AS SOURCES OF RESISTANCE TO WILT SCLEROTIA

**ABSTRACT:** Brazil presents itself as an important center of origin and diversity of the genus *Capsicum* sp., little is known about the native species, especially those found in the Amazon. These are potential carriers of genes for disease resistance and adaptation to climatic conditions of the region, they require characterization as to their agronomic performance and evaluation for resistance to diseases. The objective of this study was to evaluate the reaction of 19 *Capsicum* access for resistance to sclerotium wilt. The experiment was conducted in the production sector of the Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Amazonas, in greenhouse conditions, the experimental design was a randomized block with three replications and. For the evaluation of genotype resistance testing was significant ( $p < 0.05$ ) by the Scott-Knott test at 5% probability for all traits among factors, and genotypes were more resistant BC16, MA34; ATN01; ATN02 , MA03; LA02; TBT01; MA18, MA43; BC01; ATN04; MA31; IRB02. Given our results, these genotypes present with potential for studies of breeding and chili peppers for resistance to the pathogen under study.

**Words - Key:** Resistance, *Sclerotium rolfsii*, Chili.

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta-se como importante centro de origem e diversidade do gênero *Capsicum*, e pouco se sabe sobre as espécies nativas, especialmente as encontradas na Amazônia. Estas são potenciais portadores de genes de resistência a doenças e adaptadas às condições climáticas da região, as quais necessitam de caracterização quanto ao desempenho agrônomico e avaliação quanto a resistência à doenças (GELETA et al., 2005).

No Amazonas a produção de pimentas e pimentões está em torno de 1.789,36 ton./ano (IDAM, 2010), sendo equivalente a 0,25% da produção nacional, sendo baixos comparados com a produção de outros estados do país, a cidade de Manaus apresenta-se como um grande centro urbano consumidor, com população superior a 1.800.000 habitantes (IBGE, 2010), o que demanda maior produtividade na região para suprir este mercado.

Apesar de avanços tecnológicos incorporados ao sistema de produção da cultura, doenças de distintas origens continuam sendo entrave à produção em cultivo aberto ou protegido (LOPES e ÁVILA, 2005).

A baixa produtividade de pimentas e pimentão em nossa região pode estar relacionada diretamente com fatores fitossanitários, devido a falta de manejo adequado por produtores locais. Uma das principais doenças que afetam os cultivos de pimentões em nossa região é a

murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii* Sacc), que tem sido relatada com frequência por produtores, tanto em cultivo aberto como em cultivo protegido, com uma incidência bastante elevada.

É uma doença de difícil controle devido ao longo período de sobrevivência do fungo no solo, ampla gama de hospedeiros e da não existência de material resistente e produto químico recomendado não eficiente ( LOPES e ÁVILA, 2005).

Espécies silvestres afins às plantas cultivadas representam verdadeiros reservatórios de genes que podem ser devidamente explorados, se transferidos para espécies cultivadas. No entanto, o desenvolvimento de cultivares depende da disponibilidade de variabilidade e diversidade genética, somente possível por meio da coleta, caracterização e conservação de germoplasma de plantas de interesse (BORÉM, 2005).

Diante destas informações, o presente estudo teve como objetivo avaliar a agressividade de isolados de *Sclerotium rolfsii* de diferentes procedências em cultivares de pimentão e avaliar 19 acessos de *Capsicum* sp. nativos e um comercial quanto à manifestação de resistência à murcha de esclerócio.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção dos isolados de *Sclerotium rolfsii* e teste de agressividade

Foi realizado um ensaio visando avaliar a agressividade de isolados do patógeno e selecionar o mais agressivo para os ensaios posteriores. Foi estabelecida uma coleção de dez isolados obtidos a partir de plantas de pimentão com sintomas típicos da doença, coletados de diferentes propriedades de Manaus e região metropolitana (Tabela 1).

Isolados	Procedência
IRO1	Irاندوبا – AM
IR02	Irاندوبا – AM
IR03	Irاندوبا – AM
PR01	Manaus- AM
IN02	Manaus/INPA - AM
PF02	Presidente Figueiredo - AM
PF03	Presidente Figueiredo - AM
PF04	Presidente Figueiredo - AM
PF05	Presidente Figueiredo - AM
PF06	Presidente Figueiredo - AM

Tabela 1: Isolados de *Sclerotium rolfsii* usados no ensaio de agressividade e respectivas procedências.

Para o isolamento do fungo as plantas foram coletadas em sacos de papel e transportadas para o Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Faculdade de Ciências Agrárias/ UFAM, onde foi realizado o isolamento direto (MAFFIA e ALFENAS, 2003) em



placas de Petri, contendo o meio de cultura BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose, 20 g de ágar, 1 L de água destilada), acrescido do antibiótico cloranfenicol (250 mg. L<sup>-1</sup>).

As colônias obtidas foram mantidas em incubadora BOD a 26 °C na ausência de luz.

Para montagem dos experimentos os isolados foram repicados para placas de Petri contendo meio BDA, para o desenvolvimento de novas colônias do patógeno.

A agressividade dos isolados foi avaliada, em plantas de pimentão das cultivares comerciais Tibérius e Nathalie, semeadas em copos de plástico com capacidade para 400 mL, contendo substrato Bioplant<sup>®</sup>, e mantidas em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 10 sendo duas cultivares e dez isolados do fungo, com cinco repetições. Plantas não inoculadas com o patógeno e tratadas com água destilada esterilizada constituíram a testemunha do experimento.

O desenvolvimento dos sintomas foi avaliado através de escala de notas proposta por Pastor- Corrales e Abawi, (1987), variando de 1 a 9 onde: 1- Planta sem sintomas da doenças; 3- Planta com 10% de folhas murchas e pequenas lesões no colo; 5- planta com 50% de folhas murchas, cloroses e necroses; 9- Necrose seguida de desfolha precoce e mais de 75% de murcha ou planta morta.

Os valores foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

### 3.2 Obtenção dos acessos de *Capsicum* sp. e avaliação de fontes de resistência

Foram utilizados 19 genótipos de *Capsicum* nativos pertencentes à coleção da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, provenientes de diferentes localidades do estado do Amazonas (Tabela 2) e uma cultivar comercial de pimentão (Nathalie).

Acessos	Origem	Acessos	Origem
ATN01	Atalaia do Norte	MA03	Manaus
ATN02	Atalaia do Norte	MA34	Manaus
ATN04	Atalaia do Norte	MA37	Manaus
AN03	Anorí	MA35	Manaus
BC01	Benjamim Constant	MA19	Manaus
BC16	Benjamim Constant	MA31	Manaus
CDJ01	Codajás	MA18	Manaus
LA02	Lábrea	MA43	Manaus
Nathalie	Comercial	SGC 15	São Gabriel da Cachoeira
IRB02	Irاندuba	TBT01	Tabatinga

Tabela 2: Acessos de *Capsicum* sp. avaliados quanto a manifestação de resistência à murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*) e respectivas procedências.

A semeadura foi realizada diretamente em sacos de polietileno de 0,5 Kg, utilizando como substrato latossolo argiloso autoclavado. A correção da acidez foi realizada aplicando 2,87g de calcário/ Kg de substrato de acordo com a análise química do solo (Tabela 3) conforme Tedesco et al., (1995).

Aos 35 dias após a semeadura, as plantas foram inoculadas por meio da deposição de três discos de meio de cultura contendo a colônia do isolado mais agressivo do patógeno, selecionado no ensaio anterior, próximo ao colo da planta. Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida durante 48 horas e a avaliação foi realizada em dias alternados, durante 30 dias.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, e a testemunha constou de plantas de cada acesso não inoculadas com patógeno e tratadas com água destilada esterilizada.

O desenvolvimento dos sintomas foi avaliado através de escala de notas de Pastor-Corrales e Abawie, (1987) descrita acima.

Foi calculado o índice de doença de (ID) MacKinney, (1923) onde  $ID = (f \cdot v) / n \cdot x$  onde, f= nº de plantas em cada categoria, v= nota da escala, n= nº total de plantas e x= grau máximo de infecção. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

Com dados de ID foram determinadas as classes de reação (CR) da doença, onde: R = Resistente (ID= 0 – 33,33%); T = Tolerante (ID= 34,44 - 66,67); S = Suscetível (ID= 67,88 – 100%).

Amostra	pH	M.O	Al	H+Al	Ca	Mg	K	Na	P	V	CTC	m
	H <sub>2</sub> O	g/Kg	Cmol (c) / Kg				Mg/Kg			%	T	%
Solo	4.40	49.2	1.6	11.5	0.8	0.4	82	-	20	87,8	94,8	1,8

Tabela 3: Análise química de solo utilizado como substrato no experimento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Agressividade de isolados de *Sclerotium rolfii*.

Os dez isolados avaliados induziram o surgimento de sintomas quando inoculados nas cultivares Tibérius e Nathalie, 48h após a inoculação, variando quanto à agressividade (Tabela 4). Houve diferença significativa quanto a agressividade dos isolados avaliados pelo teste de Scott-Knott (5%).

Isolados	Agressividade Média
IR01	6.4A
IR02	6.6A
IR03	5.4A
PR01	5.0A
PF02	3.2B
PF03	5.4A
PF04	5.8A
PF05	3.0B
PF06	3.8B
IN02	3.8B
TEST	0.0C

Tabela 4: Agressividade média de dez isolados de *Sclerotium rolfii* em cultivares de pimentão (*Capsicum annum*). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os isolados IR01, IR02, IR03, PR01, PFO3, PF04, apresentaram maior agressividade nas cultivares avaliadas, não diferindo estatisticamente entre si. O isolado IR02 apresentou maior agressividade média, e foi selecionado para as inoculações seguintes do estudo.

Pizzinato et al., (2001) inocularam plantas de pupunheira com cinco isolados de cinco espécies de *Fusarium* e observaram variações na agressividade dos isolados, causando a morte de cerca de 53 % de plantas jovens. O mesmo efeito foi observado por Alves et al., (2006), avaliando a patogenicidade de isolados de *Fusarium* spp. e *Phytophthora palmivora* associados com a podridão do estipe da pupunheira, utilizando quatro isolados de *P. palmivora* e 15 de *Fusarium* spp. Pizzinato et al. (2002) e Santos et al. (2004), demonstraram a patogenicidade de *P. palmivora* à pupunheira verificando variações na agressividade dos isolados, sendo que somente 49 dias após a inoculação é que três isolados causaram a morte de todas as plantas. Pizzinato et al. (2002), verificaram aos 15 dias após a inoculação que em apenas 36 % das plantas inoculadas com *P. palmivora* houve evolução para a morte das plantas. Esse comportamento explica as variações na evolução dos sintomas face à agressividade de isolados.

Segundo McDonald e Linde (2002), a variabilidade patogênica encontrada nos isolados de um patógeno representa grande problema para traçar medidas eficazes no manejo da doença.

No presente estudo, as plantas foram inoculadas com 35 dias após a semeadura, apresentando plantas com sintomas da doença e maior índice de plantas mortas com sete dias após a inoculação. Estes resultados podem estar influenciados por fatores externos, tais como diferenças edafoclimáticas das regiões de coleta dos isolados, com diferente microclima do local de cultivo ou fatores internos como variabilidade patogênica e/ou genética, apesar de serem expostos em mesmas condições experimentais, porém alguns podem ter perdido sua viabilidade patogênica, sendo menos agressivos que outros.

As informações obtidas neste experimento serão úteis no sentido de otimizar os programas de melhoramento através da utilização dos isolados mais agressivos.

#### 4.2 Avaliação de fontes de resistência contra a murcha de esclerócio em acessos de *Capsicum* sp.

Dos 19 acessos nativos avaliados, quinze apresentaram sintomas da doença em diferentes níveis. Somente os acessos BC16, MA34, ATN01 e ATN02, receberam nota 1, de acordo com a escala de Pastor- Corrales e Abawie, (1987) usada para avaliar a doença e que corresponde a planta sem sintoma, não diferindo da testemunha. (Tabela 5).

Acessos	Nota	Índice de Infecção (ID*)	Classe de Reação
AN03	7,6 <sup>a</sup>	86.18	S
MA31	3,0 <sup>b</sup>	33.33	R
MA19	7,6 <sup>a</sup>	86.18	S
MA03	1,6 <sup>b</sup>	18.51	R
BC16	1,0 <sup>b</sup>	11.11	R
LA02	1,6 <sup>b</sup>	18.51	R
TBT01	2,3 <sup>b</sup>	25.92	R
MA18	2,3 <sup>b</sup>	25.92	R
MA34	1,0 <sup>b</sup>	11.11	R
MA43	2,3 <sup>b</sup>	25.92	R
BC01	2,3 <sup>b</sup>	25.92	R
ATN01	1,0 <sup>b</sup>	11.11	R
IRB02	3,0 <sup>b</sup>	33.33	R
ATN02	1,0 <sup>b</sup>	11.11	R
ATN04	2,3 <sup>b</sup>	25.92	R
CDJ01	3,6 <sup>b</sup>	40.74	T
MA35	4,3 <sup>b</sup>	48.14	T
MA37	3,6 <sup>b</sup>	40.74	T
SGC15	3,6 <sup>b</sup>	40.74	T
Nathalie	5,0 <sup>a</sup>	55.55	T
Test	1,0 <sup>b</sup>	11.11	R

Tabela 5. Índice de infecção da murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*) em acessos de *Capsicum* sp. e reação à doença. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\*Índice de infecção de MacKinney (1923):  $ID = (f \cdot v) / n \cdot x$  onde,  $f = n^\circ$  de plantas em cada categoria,  $v =$  nota da escala,  $n = n^\circ$  total de plantas e  $x =$  grau máximo de infecção. CR = Classe de Reação; R = Resistente (ID= 0 – 33,33%); T = Tolerante (ID= 34,44 - 66,67); S = Suscetível (ID= 67,88 – 100%).

De acordo com o índice de infecção de Mckinney (1923), calculado com base nas notas da avaliação, foram obtidas três classes de reação à doença entre os acessos avaliados: Resistentes, correspondem aos acessos MA31, MA03, BC16, LA02, TBT01, MA18, MA34,

MA43, BC01, ATN01, IRB02, ATN02 e ATN04: Tolerante, acessos CDJ01, MA35, MA37 e SGC15; Suscetível, acessos AN03 e MA19.

A cultivar Nathalie, foi considerada tolerante de acordo com o índice de infecção, apesar de sabidamente esta cultivar apresentar suscetibilidade ao patógeno em campo. Não houve desenvolvimento de sintomas nas testemunhas,

Dos acessos considerados resistentes doze pertencem à espécie *C. chinense* Jacq., (MA31, BC16, LA02, TBT01, MA18, MA34, MA43, BC01, ATN01, IRB02, ATN02 e ATN04) e um *C. baccatum*. (MA03), demonstrando o grande potencial que a espécie *C. chinense* possui como fonte de genes de resistência a doenças, levando-se em conta que região amazônica é um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum*, estes acessos podem servir de subsídio para programas de melhoramento visando resistência à doença.

A reação de espécies do gênero *Capsicum* a doenças tem sido alvo de diversos estudos visando a busca por fontes de resistência. Lima (2002), testando a reação de 104 acessos de *Capsicum* spp. a oídio (*Oidiopsis taurica*), sob condições naturais de infecção, verificou que 68% dos acessos de *C. annuum* foram altamente suscetíveis. Em *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens* acessos com reações moderadamente suscetíveis e/ ou altamente suscetíveis não foram identificados, sendo a maioria altamente resistente. Lima (2002) também constatou o efeito da desfolha atribuindo o fato, além da hipersensibilidade, à característica fenológica da planta e variações de umidade e temperatura. Este tipo de mecanismo é válido, pois elimina a fonte de inóculo, reduzindo a epidemia.

Souza e Café Filho (2003), avaliando a resistência de *Capsicum* ao oídio (*Leveillula taurica*) identificaram oito acessos de *Capsicum* imunes ao oídio, sendo HV-12, 4638, CNPH 36, 38, 50, 52, 279 e 288. Em *C. annuum* 70% dos acessos foram moderadamente suscetíveis



enquanto *C. baccatum*, *C. frutescens* e *C. chinense* apresentaram alta ocorrência de acessos resistentes. O autor observou elevada redução de esporulação, e desta forma, há reduzido número de ciclos secundários da doença, ao contrário dos genótipos suscetíveis. Conseqüentemente, há limitação da severidade da epidemia. Outro fator determinante da severidade das epidemias de pimentão é a duração do período de latência que aumenta nos genótipos resistentes.

Blat et al. (2005), testou 156 acessos de *Capsicum* sp. quanto a resistência ao *Oidiopsis taurica*, sendo 53 considerados resistentes. Em *C. annuum* se obteve a menor proporção onde apenas cinco dos 99 acessos foram resistentes. Nas demais espécies o inverso ocorreu. Para *C. baccatum*, 31 entre os 37 acessos foram resistentes e, em *C. chinense* 17 dos 20 acessos foram resistentes, apresentando sintomas caracterizados por pequenas manchas necróticas sem esporulação visível, conhecidas na literatura como “fleck”. Esse sintoma e reação são resultantes da hipersensibilidade do hospedeiro ao patógeno, o qual constitui num possível e efetivo mecanismo de defesa. Há a infecção pelo patógeno, porém ocorre morte celular no local de penetração (STADNIK e RIVERA, 2001).

A alta ocorrência de suscetibilidade em alguns genótipos pode ser devido ao intenso processo de domesticação e seleção, com possível erosão genética e aumento da vulnerabilidade a doenças (REIFSCHNEIDER *et al*, 2000).

## 5. CONCLUSÕES

Houve diferença entre a agressividade dos isolados de *Sclerotium rolfsii* avaliados nas cultivares em estudo.

O isolado IR02 foi o mais agressivo.

Os acessos BC16, MA34, ATN01 e ATN02 foram resistentes à murcha de esclerócio e podem ser avaliados como fontes de resistência em programas de melhoramento genético.

---

## MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O MANEJO DA MURCHA DE ESCLERÓCIO EM PIMENTÃO (*Capsicum annum*)

**RESUMO:** O cultivo de pimentas e pimentões no Estado do Amazonas apresenta produtividade limitada em função de fatores edafoclimáticos que contribuem para elevada incidência de doenças, e a murcha de esclerócio vem sendo fator limitante para produção. Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de Silicato de potássio, de Glifosato e do Extrato de Urtiga, *in vitro* e em casa de vegetação, no controle de *Sclerotium rolfsii*. O delineamento *in vitro* foi ao acaso em esquema fatorial (3 x 4), com dez repetições, e em casa de vegetação o delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 x 4, com cinco repetições (cultivar, produto e doses, respectivamente. Sendo as testemunhas plantas sem patógeno). Para a avaliação do efeito das fontes e doses sobre o patógeno *in vitro*, foi avaliado o Índice de Crescimento Micelial em dias alternados, e em casa de vegetação, foram avaliadas a incidência e o desenvolvimento de sintomas por meio da escala de notas durante 30 dias. O Silício 15,0 e 24,0 g. L<sup>-1</sup>, o Glifosato 4,0 mL. L<sup>-1</sup> e o Extrato de urtiga 10%, 20% e 50% inibiram o crescimento micelial do patógeno *in vitro*. Nos ensaios em casa de vegetação os produtos não foram eficientes para controlar a doença, porém foi observado o atraso no desenvolvimento dos sintomas nas plantas tratadas. Estas fontes devem ser melhor avaliadas em relação a doses, para melhor efeito sobre o patógeno, para possível controle da doença em cultivos de pimentas e pimentão.

**Palavras - Chave:** Manejo, *Sclerotium rolfsii*, pimentão.

ALTERNATIVE METHODS FOR THE MANAGEMENT OF *sclerotium* wilt  
IN *pepper* (*Capsicum annum*)

**ABSTRACT:** The cultivation of peppers and chillies in the State of Amazonas has limited productivity due to edaphoclimatic factors that contribute to high incidence of plant diseases, and *sclerotium* wilt has been a limiting factor for production. This study aimed to evaluate the effect of potassium silicate, Glyphosate and Nettle Extract, *in vitro* and in the greenhouse, in control of *Sclerotium rolfsii*. The design was completely *in vitro* 3 x 4 with ten repetitions, and in the greenhouse design was completely randomized in a 2 x 3 x 4 with five replicates. To evaluate the effect of sources and levels of the pathogen *in vitro*, we evaluated the Mycelial Growth Index on alternate days, and in the greenhouse, were evaluated the incidence and development of symptoms through notes scale for 30 days. The Si 15.0 and 24.0 g. L<sup>-1</sup>, Gliz 4.0. mL. L<sup>-1</sup> and nettle extract 10%, 20% and 50% inhibit mycelial growth of the pathogen *in vitro*. In tests in greenhouse products were not effective in controlling the disease, but noted the delay in the development of symptoms in treated plants. These sources must be evaluated against the best dose for best effect on the pathogen for possible disease control in crops and chili peppers.

**words Key:** Cultivation; Disease; Production.

## INTRODUÇÃO

As plantas possuem defesas que podem ser ativamente expressadas em resposta a patógenos (VALLAD e GOODMAN, 2004). Em geral, as plantas respondem ao ataque de fitopatógenos mediante características estruturais que atuam como barreiras físicas e impedem que estes se propaguem, ou por meio de reações bioquímicas que produzem substâncias tóxicas para o patógeno ou criam condições que inibem seu desenvolvimento (AGRIOS, 2005).

Diversos estudos tem mostrado que o suprimento de Si, seja via solo, foliar ou solução nutritiva a várias espécies de mono e dicotiledôneas, tem contribuído de forma significativa para reduzir a intensidade de várias doenças de importância econômica (BÉLANGER et al., 2003; RODRIGUES e ALMEIDA, 2005; DATNOFF et al., 2007).

O efeito do herbicida glifosato tem sido relatado em diversos trabalhos (SANTOS et al. 2003; RODRIGUES e ALMEIDA, 2005; ROSA et al., 2010) como agente inibidor do crescimento micelial de fungos, possivelmente relacionado com a interferência deste na enzima EPSPs, importante na produção dos aminoácidos aromáticos, sendo esses aminoácidos essenciais para o crescimento micelial, agindo desta forma como uma molécula fungistática, ou em alguns casos, fungicida (DICK e QUINN, 1995). Desta forma é inevitável a avaliação do efeito deste sobre patógenos que afetam diretamente na produção.

A biodiversidade da flora brasileira é fonte de princípios fitoterápicos ou fitossanitários que podem ser analisados, sintetizados, desenvolvidos e aprimorados para o uso em uma agricultura natural, com obtenção de alimentos mais saudáveis.

Diversas espécies vegetais vêm sendo estudadas quanto a sua composição química e inibitória à ação de patógenos, dentre estas a urtiga (*Laportea aestuans* L.) é uma espécie que possui componentes pertencentes a várias classes químicas, tais como ácidos graxos, ácidos triterpênicos, cumarinas, fenilpropanóides, lignanas, ceramidas e flavonóides glicosilados. Possui ação antifúngica *in vitro* sobre várias espécies de fungos incluindo fitopatogênicas como *Fusarium oxysporum* Snyder e Hans., *F. solani* Mart., *Aspergillus flavus* Link., *Ceratocystis ulmi* Moreau., *Phoma exigua* Hans., *Phytophthora carotovora* Smith., (LIMA et al., 2008).

A murcha de esclerócio, causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* Sacc. é uma doença de difícil controle, ocasionando perdas em cultivos de pimentão no Estado do Amazonas. Em função da dificuldade de controle devido a ausência de cultivares resistentes ao patógeno, falta de produto químico registrado e eficiente, além do longo período de sobrevivência do fungo no solo, o estabelecimento de estratégias de manejo da doença é de grande interesse visando reduzir as perdas ocasionadas pela doença.

Diante destas informações, o presente estudo teve como objetivo Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de silicato de potássio, glifosato e extrato de urtiga (*Laportea aestuans* L.) na incidência da murcha de esclerócio *in vitro* e em casa de vegetação.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1 Ensaio *in vitro*

Foi avaliado o efeito do Silicato de potássio (Fertisilício<sup>®</sup>/ *Plant defender* do Brasil Ltda) nas doses de 0,0; 8,0; 15,0 e 24,0 g . L<sup>-1</sup>, Glifosato (*Roundup*<sup>®</sup>/ Monsanto do Brasil Ltda) nas doses de 0,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mL. L<sup>-1</sup> e do Extrato aquoso de urtiga (*Laportea aestuans* L.) nas doses de 0; 10; 20 e 50%, no crescimento micelial de *S. rolfsii*. As soluções de silicato de potássio e o glifosato foram esterilizados por filtração em filtro Milipore<sup>®</sup>, membrana com poros de 0,42 µm de diâmetro, e incorporadas ao meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) fundente (temperatura de 37 °C) e vertido em placas de Petri de 9 cm de diâmetro.

O extrato aquoso foi preparado usando 100 g de folhas secas e moídas, deixadas imersas em 1L de água destilada durante 24 horas em temperatura ambiente (± 25 °C). Após este período o extrato foi filtrado uma vez em gaze, três vezes em papel filtro e esterilizado por filtração a vácuo em filtro Milipore<sup>®</sup> 0,42 µm de diâmetro em sistema asséptico de esterilização, antes de ser adicionado ao meio de cultura BDA fundente (temperatura de 37 °C). O pH do meio foi verificado através de fitas específicas (VETEC).

Para a montagem dos ensaios foram utilizados discos de meio de cultura com 0,5 cm de diâmetro, a partir da colônia do isolado mais agressivo do fungo, com dez dias de cultivo e depositado no centro de cada placa de Petri contendo BDA acrescido dos tratamentos. As placas foram mantidas em incubadora BOD com temperatura de 27 °C na ausência de luz, durante todo o período de avaliação.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em fatorial 3X4 (três produtos e quatro doses) com dez repetições, sendo cada placa de Petri uma unidade experimental. A testemunha constou do cultivo do fungo em placas contendo somente o meio BDA básico. As avaliações foram realizadas em intervalos de 24 horas, por meio da medição do diâmetro das colônias em sentidos opostos, até que o crescimento da colônia de um dos tratamentos atingisse a borda da placa.

Com o diâmetro das colônias foi calculado o índice de crescimento micelial (ICM) de acordo com a fórmula proposta por Oliveira (1991).

$$\text{ICM} = \frac{C_1}{N_1} + \frac{C_2}{N_2} + \dots + \frac{C_N}{N_N}$$

Onde:

ICM = Índice de crescimento micelial.

C1, C2 e CN = Crescimento das colônias na primeira, segunda e até última avaliação.

N1, N2 e NN = Número de dias.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.6 Beta.



## 6.2 Ensaio em casa de vegetação

Foi avaliado o efeito do Silicato de potássio (Fertilício®/ Plant defender do Brasil Ltda), do Glifosato (Roundup®/ Monsanto do Brasil Ltda), e do Extrato aquoso de urtiga nas mesmas doses avaliadas *in vitro*, sobre a incidência da doença em plantas de pimentão da cultivar Nathalie e Tiberius em casa de vegetação, no Setor de Produção da FCA/UFAM.

A semeadura foi realizada diretamente em sacos de polietileno de 3 Kg, tendo como substrato latossolo argiloso autoclavado. A correção do solo foi feita em função da análise de solo, aplicando-se 2,87g de calcário / Kg<sup>-1</sup> de substrato.

A aplicação dos produtos foi realizada aos 33 dias após a semeadura, 48 horas antes da inoculação do patógeno, diretamente no colo das plantas, em forma de solução de 100 mL de cada produto, com auxílio de uma proveta. Após a inoculação, a aplicação foi repetida a cada 15 dias, até a observação da morte de plantas em um dos tratamentos.

A inoculação do patógeno foi realizada usando o isolado mais agressivo, selecionado anteriormente, por meio da deposição de três discos de meio de cultura contendo colônia do patógeno próximo ao colo da planta, as testemunhas foram inoculadas com o patógeno e sem aplicação dos produtos.

Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida durante 48 horas e a avaliação foi realizada em dias alternados, durante 30 dias.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 x 4 (dois cultivares, três produtos e quatro doses) com cinco repetições, com cada repetição um saco contendo duas plantas.

Foi avaliada a incidência da doença. O desenvolvimento dos sintomas foi avaliado através de escala de notas variando de 1 a 9, (1 planta sem sintomas da doenças; 3 Plantas com 10% de folhas murchas e pequenas lesões no colo; 5 Com 50% de folhas murchas, cloroses e necroses; 9 Necrose seguida de desfolha precoce e mais de 75% de murcha ou planta morta) descrita por Pastor- Corrales e Abawie (1987).

A partir das notas obtidas, foi calculado o índice de infecção de Mackinney (1923), segundo a fórmula  $ID = (f \cdot v) / n \cdot x$  onde,  $f = n^{\circ}$  de plantas em cada categoria,  $v =$  nota de escala,  $n = n^{\circ}$  total de plantas e  $x =$  grau máximo de infecção; posteriormente obtiveram-se as médias CR = Classe de Reação onde, R = Resistente (ID= 0 – 33,33%); I = Intermediária (ID= 34,44 - 66,67); S = Suscetível (ID= 67,88 – 100%), sendo atribuídas notas 1, 2 e 3, respectivamente para cada classe de reação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Avaliação do efeito de diferentes doses de silício, glifosato e extrato de urtiga sobre *Sclerotium rolfsii* *in vitro*.

O silicato de potássio apresentou efeito inibitório do crescimento micelial do fungo, nas doses de 15,0 e 24,0 g. L<sup>-1</sup>. O glifosato apresentou efeito inibidor sobre o crescimento micelial do patógeno na dose 4,0 mL. L<sup>-1</sup> do produto. O extrato de urtiga apresentou inibição do crescimento micelial nas três doses avaliadas. As doses de 10%, 20% e 50% de extrato de urtiga apresentaram redução de 90% sobre o crescimento do patógeno, não havendo diferença estatística entre as médias, demonstrando seu potencial fungitóxico *in vitro* (Tabela 6).

Produtos	Doses*			
	1	2	3	4
Silicato de Potássio	8.05A	9.71 <sup>a</sup>	1.14B	1.14B
Glifosato	8.05A	8.74 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>	5.28B
Extrato de urtiga	8.05A	1.44B	1.14B	1.33B

Tabela 6. Índice de Crescimento Micelial (ICM) de *Sclerotium rolfsii* em meio de cultura contendo silicato de potássio, glifosato e do extrato de urtiga. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%  
 \*Doses de Silicato de Potássio (g.L<sup>-1</sup>) 1= 0, 2= 8, 3= 15, 4= 24. Glifosato (mL. L<sup>-1</sup>) 1= 0, 2= 2, 3= 3, 4= 4. Extrato de Urtiga (%) 1= 0, 2= 10, 3= 20, 4= 50.

O efeito do silicato de potássio (Tabela 6) pode estar relacionado com o teor de potássio no meio, elevando o pH, que apresentava-se em torno de 11,5 proporcionando um

ambiente desfavorável para a colonização e crescimento do patógeno (SILVA et al., 2010). Na dose de 8 g. L<sup>-1</sup>, com pH do meio em torno de 10,5 não apresentou efeito sobre o patógeno em comparação com a testemunha, que apresentava pH igual a 7,0.

Silva et al., (2010) utilizando silicato de potássio em meio de cultura, obteve redução no crescimento micelial de *Quambalaria eucalypti*, agente etiológico do anelamento da haste e brotações e de manchas foliares em mudas de *Eucalyptus* spp. O autor descreve que a inibição pode ter sido decorrente do aumento do pH do meio de cultivo, uma vez que este produto é alcalino e tem bom poder tamponante. Os autores também observaram que o pH elevado teve maior efeito inibidor em *Botrytis cinerea* que em *Cylindrocladium* sp. no entanto, este efeito pode estar relacionado tanto ao pH quanto à maior concentração de K<sup>+</sup> no meio de cultura. *Botrytis cinerea* teve seu crescimento reduzido quando o pH foi superior a 10 e totalmente inibido acima de pH 12,5. Por outro lado, *Cylindrocladium* sp. não foi significativamente afetado até o pH 11; no entanto acima deste valor, foi completamente inibido.

Nojosa (2003) observou o efeito inibitório *in vitro* de silicato de potássio sobre os fungos *Hemileia vastatrix* e *Phoma* sp. sendo afetados diretamente em testes de germinação de esporos e crescimento micelial. Essa inibição pode ser devido às condições desfavoráveis ao fungo no ensaio *in vitro* pelo fato deste estar em contato direto com os indutores, efeito que possivelmente não seria observado em campo. A inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos também foi observada por KAISER et al. (2005), observando que o silício obteve atividade fungicida para *Phomopsis perniciosa*, *Pestalotiopsis maculans*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Glomerella cingulata* e *Collectotrichum gloeosporioides*, agindo diretamente sobre os patógenos através de enzimas específicas.

Amaral et al. (2008) relataram que o desenvolvimento do fungo *Cercospora coffeicola* foi afetado diretamente quando se utilizou silicato de potássio nas doses 0,75; 1,5; 3,0 e 6,0 mL. L<sup>-1</sup>, e sua eficiência contra o patógeno aumentou em função da dose, caracterizando um efeito fungitóxico devido ao aumento nas atividades de enzimas de defesa como as peroxidases, polifenoloxidasas e o maior acúmulo de lignina.

O efeito redutor no crescimento micelial pelo herbicida glifosato, possivelmente está relacionado com interferência deste na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), importante na produção dos aminoácidos aromáticos, dependente da rota do ácido chiquimico (DICK; QUINN, 1995), sendo esses aminoácidos essenciais para o crescimento micelial, agindo desta forma como uma molécula fungistática, ou em alguns casos, agindo como uma molécula fungicida.

O efeito fungistático da molécula do herbicida glifosato pode ser observado na aplicação da terceira dose (4,0 mL. L<sup>-1</sup>) que apresentou efeito inibidor, evidenciando a sensibilidade deste organismo. Porém efeito sobre o patógeno apresentou-se pouco significativa, com eficiência sobre o crescimento micelial do patógeno de aproximadamente 50% (Tabela 8). As doses 2,0 e 3,0 mL. L<sup>-1</sup> não apresentaram efeito sobre o patógeno, em comparação com a testemunha.

Westerhuis et al. (2007), observou redução significativa no crescimento micelial de *S. rolfsii in vitro*, utilizando o herbicida glifosato, devido sua sensibilidade a ação da EPSPs, enzima chave na síntese de aminoácidos aromáticos presentes em plantas, fungos e bactérias. O autor relata que alguns fungos e bactérias podem ser suscetíveis ao glifosato, se sensíveis à EPSPs.

Rosa et al., 2010 em experimento utilizando os herbicidas glifosato (3,5 g. L<sup>-1</sup>), halosulfuron (1,0 g. L<sup>-1</sup>), setoxidim (1,8 g. L<sup>-1</sup>) e benomyl (0,5 g. L<sup>-1</sup>) para inibir crescimento *in vitro* de patógenos, observaram que todos apresentaram ação fungistática na maioria dos agentes fitopatogênicos testados, e o herbicida glifosato indicou ação fungicida sobre *Phytophthora capsici* e *Macrophomina phaseolina*, possivelmente está relacionado com interferência deste na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), importante na produção dos aminoácidos aromáticos, dependente da rota do ácido chiquimi.

O extrato de urtiga foi capaz de inibir o crescimento do fungo demonstrando seu potencial fungitóxico *in vitro* em todos as doses utilizadas, comparadas à testemunha (Tabela 6) promovendo inibição no crescimento.

Essa espécie vegetal possui componentes pertencentes a várias classes químicas, embora pouco estudadas em relação a sua ação antifúngica, contém grandes quantidades de ácido clorogênico e 2-ocaffeoylmálico que representam, respectivamente 71,5 e 76,5% do total de compostos fenólicos (PINELLI et al., 2008; LIMA et al. 2008), manifestando assim efeito fungitóxico.

O efeito de extratos vegetais sobre fungos pode estar relacionado com a presença de fitoalexinas que podem ter efeito danoso às células fúngicas como a granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas fúngicas, que refletem na inibição da germinação, na redução ou inibição do crescimento micelial (LO et al., 1996)

Este efeito pode estar relacionado com compostos secundários fixos como saponinas e flavonóides, presentes nos extratos aquosos ou em óleos essenciais, que podem inibir ou estimular a esporulação e o crescimento micelial de fungos (BERGAMIN et al., 1995).

Faria, 2009 avaliou o efeito de extratos hidroetanólico e aquoso de melão-de-são-caetano, concluindo que ambos controlaram 100% as estruturas de resistência do fungo *S. rolfsii*, demonstrando que os extratos possuem potencial fungitóxico *in vitro*. deve-se à existência de algum princípio ou substância com ação fungitóxica extraída dos tecidos da planta.

Schwan-estrada et al., (2000), relatam que extratos obtidos a partir de plantas da flora nativa, tem indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos tanto por ação fungitóxica direta como pela indução de fitoalexinas e desta forma, o fracionamento dos metabolitos destas plantas e a determinação da atividade biológica dessas moléculas em relação a atividade elicitora ou antimicrobiana, poderão contribuir para a aquisição de maiores conhecimentos que reforcem sua possível utilização como um método alternativo no controle de doenças de plantas.

## 7.2 Avaliação do efeito de diferentes doses de silício, de glifosato e extrato de urtiga sobre a murcha de esclerócio em cada de vegetação

Não houve efeito significativo dos produtos e das doses avaliadas no controle da murcha de esclerócio *in vivo*.

Não houve diferença entre as cultivares avaliadas quanto a incidência da doença (Tabela 7).

Cultivar	Silicato Potássio (g. L <sup>-1</sup> )				Glifosato (mL. L <sup>-1</sup> )				Extrato de Urtiga (%)			
	0	8	15	24	0	2	3	4	0	10	20	50
Nathalie	9,00	7,40	6,60	5,00	9,00	5,00	4,60	4,20	9,00	3,40	5,80	5,80
	Aa	Ab	Ab	Ab	Aa	Ab	Ab	Ab	Aa	Ab	Ab	Ab
Tibérius	9,00	4,20	5,00	5,00	9,00	5,00	4,60	4,20	9,00	5,00	4,60	5,80
	Aa	Ab	Ab	Ab	Aa	Ab	Ab	Ab	Aa	Ab	Ab	Ab

Tabela 7: Médias do efeito de três fontes e doses sobre *S. rolfsii* em cultivares de pimentão em casa de vegetação. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Apesar de não ter sido observado diferença significativa entre os tratamentos e as doses avaliadas, houve redução no desenvolvimento da doença nas plantas, refletindo em diferentes classes de reação à doença, de acordo com o índice de infecção de Mackiney (1923) (Tabela 8)



Cultivar	Produtos / Dose	Índice de Infecção (ID%)	Classe de Reação
	Silicato de Potássio (g.L <sup>-1</sup> )		
Nathalie	0	100	S
Nathalie	8	82,2	S
Nathalie	15	73,3	S
Nathalie	24	55,5	T
	Glifosato (mL. L <sup>-1</sup> )		
Nathalie	0	100	S
Nathalie	2	55,5	T
Nathalie	3	51,0	T
Nathalie	4	46,6	T
	Extrato urtiga (%)		
Nathalie	0	100	S
Nathalie	10	37,71	T
Nathalie	20	64,40	T
Nathalie	50	64,40	T
	Silicato de Potássio (g.L <sup>-1</sup> )		
Thibérius	0	100	S
Thibérius	8	46,6	T
Thibérius	15	55,5	T
Thibérius	24	55,5	T
	Glifosato (mL. L <sup>-1</sup> )		
Thibérius	0	100	S
Thibérius	2	55,51	T
Thibérius	3	51,07	T
Thibérius	4	46,60	T
	Extrato urtiga (%)		
Thibérius	0	100	S
Thibérius	10	55,51	T
Thibérius	20	51,07	T
Thibérius	50	64,4	T

Tabela 8. Índice de infecção e classes de reação à murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*) de cultivares de pimentão Nathalie e Thibérius tratadas com Silicato de Potássio, Glifosato e Extrato de urtiga. Índice de doença de MacKinney (1923):  $ID = \frac{(f.v)}{n.x}$  onde,  $f$ =nº de plantas em cada categoria,  $v$ =nota da escala,  $n$ =nº total de plantas e  $x$ =grau máximo de infecção.

CR = Classe de Reação; R = Resistente (ID=0 – 33,33%); T = Tolerante (ID=34,44 - 66,67); S = Suscetível (ID=67,88 – 100%).

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV % =22,48

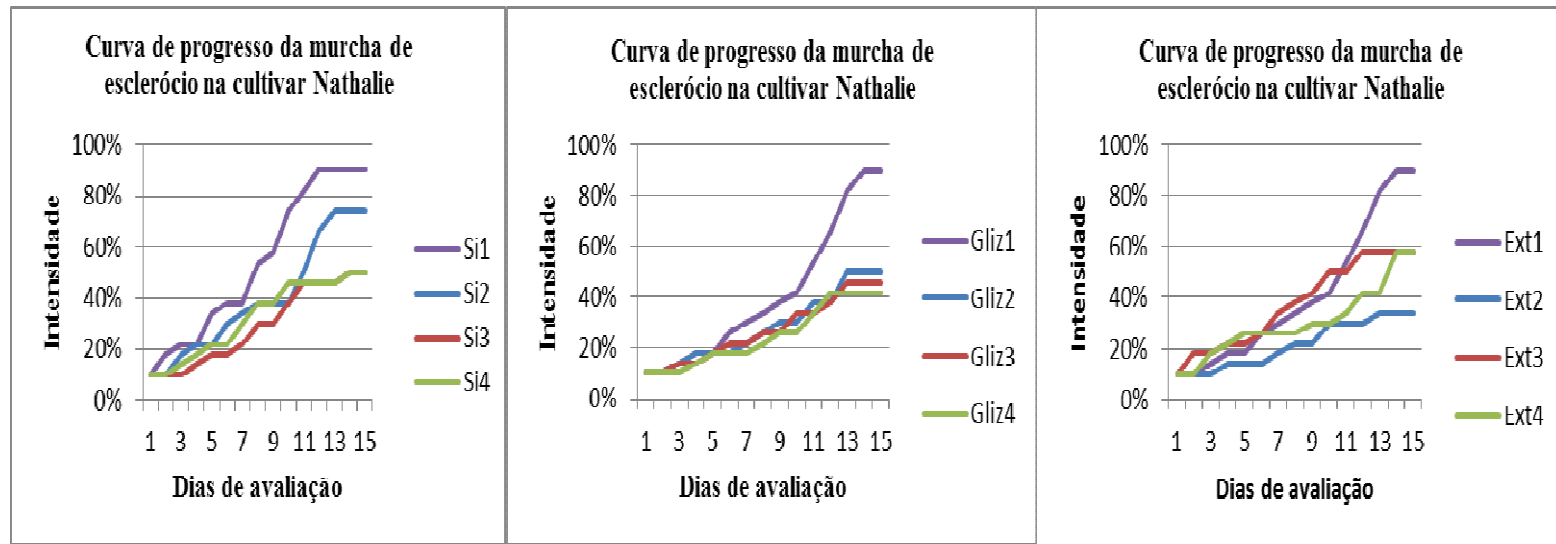


Figura 1: Curva de Progresso da Murcha de esclerócio em plantas de pimentão cv. Nathalie. A) planta tratadas com Silicato de potássio.

B) plantas tratadas com Glifosato. C) Plantas tratadas co Extrato de urtiga.

Si1= 0 g.L<sup>-1</sup> (testemunha); Si2= 8 g.L<sup>-1</sup>; Si3= 15 g.L<sup>-1</sup>; Si4= 24 g.L<sup>-1</sup>

Gliz1= 0 mL.L<sup>-1</sup> (testemunha); Gliz2= 2 mL.L<sup>-1</sup>; Gliz3= 3mL.L<sup>-1</sup>; Gliz4= 4 mL.L<sup>-1</sup>

Ext1= Sem extrato de urtiga (testemunha); Ext2= extrato de urtiga a 10%;

Ext3= extrato de urtiga a 20%; Ext4= extrato de urtiga 50%.

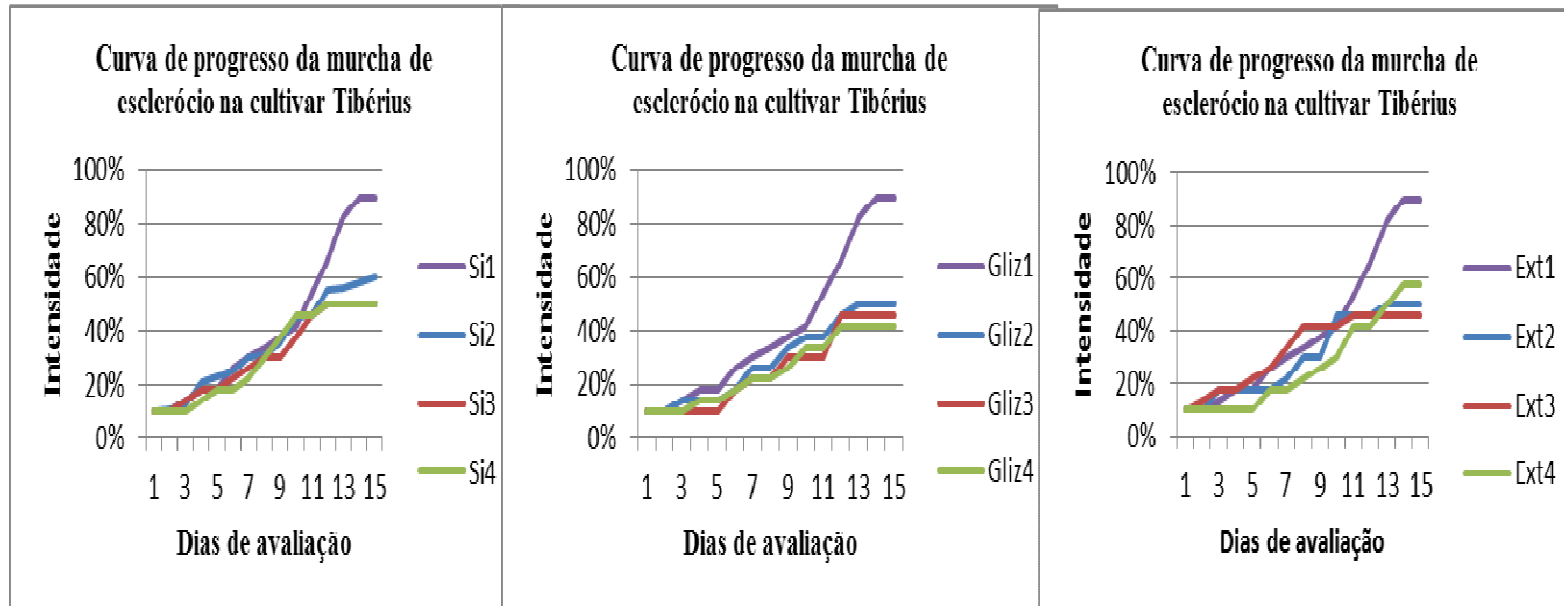


Figura 2 . Curva de Progresso da Murcha de esclerócio em plantas de pimentão cv. Thibérius. A) planta tratadas com Silicato de potássio.

B) plantas tratadas com Glifosato. C) Plantas tratadas co Extrato de urtiga.

Si1= 0 g.L<sup>-1</sup>(testemunha); Si2= 8 g.L<sup>-1</sup>; Si3= 15 g.L<sup>-1</sup>; Si4= 24 g.L<sup>-1</sup>

Gliz1= 0 mL.L<sup>-1</sup> (testemunha); Gliz2= 2 mL.L<sup>-1</sup>; Gliz3= 3mL.L<sup>-1</sup>;Gliz4= 4 mL.L<sup>-1</sup>

Ext1= Sem extrato de urtiga (testemunha); Ext2= extrato de urtiga a 10%;

Ext3= extrato de urtiga a 20%; Ext4= extrato de urtiga 50%.

Nos tratamentos com glifosato e extrato de urtiga nas três doses testadas as plantas se comportaram como tolerantes à doença. No tratamento com silicato de potássio, somente na maior dose avaliada as plantas foram tolerantes.

É possível que o pH da calda dos produtos aplicados tenha interferido diretamente sobre o patógeno, uma vez que o pH favorável ao desenvolvimento do fungo está em torno de 2,6 a 7,7 (BIANCHINI et al.,1997), e o das caldas estavam em torno de 5,5 a 12., resultando no menor desenvolvimento da doença nas cultivares avaliadas.

Outra possibilidade para o comportamento das plantas como tolerantes seria a ativação de respostas de defesa induzidas pelos produtos aplicados, resultando em resistência sistêmica induzida.

Existem diversos relatos na literatura demonstrando o efeito do silicato de potássio e de extratos vegetais como indutores de resistência a doenças em plantas (DIOGO e WYDRA, 2007).

Amaral et al., (2008), avaliando o efeito de doses de silicato de potássio em condições de casa de vegetação e campo, na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola* constatou que o silicato de potássio em casa de vegetação proporcionou maior proteção de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola* para a dose de 1,5 mL.L<sup>-1</sup> de água. Em condições de campo, observou-se que a dose de 1,5 mL.L<sup>-1</sup> de água, selecionada no teste em casa de vegetação, conferiu proteção a plantas de café contra *C. coffeicola*. O que explica parte do efeito do silício na proteção de cafeeiro contra *C. coffeicola* é o aumento nos níveis de peroxidase, polifenoloxidase e lignina observado em plantas de café pulverizado com silicato de potássio e inoculado com *C. coffeicola*.

Avaliando a atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, Celoto et al., (2008) verificaram com a utilização da metodologia de esterilização por meio de autoclavagem, que dos vinte extratos aquosos testados, apenas cinco deles (bucha, espirradeira, eucalipto, mentrasto e unha de vaca), proporcionaram percentagem de inibição significativamente superiores aos extratos filtrados. Demonstrando a importância de se conhecer a metodologia que proporcione os compostos secundários das plantas maiores fungitoxidade, contribuindo em técnicas a serem utilizadas no controle de doenças *in vivo*.

A silicificação das células epidérmicas, observada em plantas tratadas com silício, via foliar ou pela incorporação ao solo, constitui uma barreira física à penetração de patógenos e tem sido apontada como um dos possíveis mecanismos de ação do Si na proteção de plantas contra doenças, podendo ainda ativar nas plantas mecanismos de defesa bioquímicos em resposta ao ataque de patógenos, como o aumento na síntese de compostos fenólicos e das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, quitinase e beta-glicosidase (FAUTEUX et al., 2005). Vários autores têm demonstrado que a barreira física proporcionada pelo silício nas células epidérmicas não é o único mecanismo de combate à penetração das hifas de fungos ou ao ataque de outros patógenos e insetos. Estudos demonstraram que em plantas de pepineiro (*Cucumis sativus* L.), o Si age no tecido hospedeiro afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando em uma ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa da planta (CHÉRIF et al., 1994).

Estes efeitos foram observados nos genótipos de tomateiro King Kong 2 e Hawaii 7998, e a redução da incidência da doença em plantas tratadas com Si, em análises imunohistoquímicas sugeriram uma indução de resistência basal em nível de parede celular após tratamento com Si envolvendo mudanças na estrutura de polissacarídeos pécticos (DIOGO e WYDRA, 2007).

Muitos produtos envolvidos na defesa da planta, tais como lignina, tanino e fitoalexinas têm origem bioquímica na rota do ácido chiquímico, que é bloqueada pelo glifosato. As fitoalexinas são componente importante no arsenal de defesa vegetal e o comprometimento da sua síntese pode favorecer a incidência de doenças. Concentrações extremamente pequenas de glifosato podem comprometer a síntese de fitoalexinas (YAMADA e CASTRO, 2007). Tal efeito poderia explicar o comportamento da cultivares avaliadas como tolerantes e não como resistentes à murcha de esclerócio.

Yamada e Castro (2007), relatam que em dose extremamente baixa e não tóxica de glifosato afeta o processo de produção da fitoalexina gliceolina encontrada na soja responsável por impedir o crescimento fúngico de *Phytophthora megasperma* em hipocótilos de soja. Em contra partida, Rosa et al., (2010), verificou a ação do glifosato no agente causal da mancha de mirotécio (*Mirothecium roridum*) em plantas em casa de vegetação, com redução de 20,6% da severidade da doença. O mesmo resultado foi observado para a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. e P. Syd.), em que as plantas tratadas com glifosato apresentaram uma redução de 80,7% na severidade da doença, fator relacionado a utilização de plantas transgênicas no experimento, promovendo ação específica do produto sobre o patógeno e devido a evolução de alguns fungos, tornando-os mais vulneráveis a ação do glifosato (JUDELSON, 2007; BARROS et al., 2008).

Estes resultados demonstram que melhores estudos devem ser conduzidos sobre a ação deste produto sobre fitopatógenos, a fim de se entender quantos e quais os processos biológicos são interferidos no sistema patógeno-hospedeiro, visando compreender e utilizar novas interações surgidas nesse sistema.

A utilização de extratos de vegetais no controle de doenças de plantas não é uma novidade na literatura. A prospecção de extratos vegetais com capacidade de controlar fitopatógenos tem sido realizada tanto por sua atividade antimicrobiana direta quanto indiretamente, por indução de resistência (MOTOYAMA, 2003).

Faria et al., (2009), avaliando a atividade fungitóxica da planta *Momordica charantia* (melão-de-são-caetano), com potencial futuro para ser estudado no controle de *S. rolfsii*. *in vitro* e *in vivo* verificou que os extratos hidroetanólico e aquoso, *in vitro*, de forma semelhante, controlaram 100% os escleródios, num período de 0 a 7 dias. No ensaio *in vivo*, o extrato hidroetanólico, aplicado tanto em 6 ou 3 dias, antes do plantio, de forma preventiva, diminuiu a severidade da doença em 74%. Demonstrando que há atividade fungitóxica na parte aérea da planta de melão-de-são-caetano, com potencial futuro de estudo para controlar *S. rolfsii*, preferencialmente, de maneira preventiva.

Os resultados observados com o uso do extrato aquoso de urtiga em casa de vegetação demonstram seu potencial para uso no manejo da doença. Conforme foi observado nos ensaios *in vitro*, este produto reduziu significativamente o crescimento micelial do fungo, e pode ter inibido o patógeno nos ensaios *in vivo*, apesar de não ter manifestado uma reação de resistência nas plantas, resultou em atraso no desenvolvimento da doença, conforme a avaliação pela escala de notas utilizada e a curva de progresso da doença (Figuras 1 e 2). A utilização deste produto em conjunto com outras técnicas de manejo, como manejo adequando da irrigação, adubação equilibrada e aração profunda do solo (LOPES e ÁVILA 2005), podem reduzir a intensidade da doença no campo.

A complexidade e diversidade dos patossistemas envolvendo fungos de solo requerem, acima de qualquer outro, que os conhecimentos até o presente gerados pela pesquisa sejam integrados ao sistema produtivo, de forma gradativa, considerando-se que não existem

medidas de controle isoladas de alta eficácia. Somente os manejos racionais e integrados destes conhecimentos permitirão ao produtor, se não eliminar, pelo menos manter as populações destes patógenos em níveis que não comprometam a rentabilidade da cultura (FANCELLI e DOURADO-NETO 2001).

Estudos complementares ainda são necessários para avaliar o efeito do extrato de urtiga em condições de campo e em diferentes dosagens e sobre diferentes isolados do patógeno, antes de recomendar seu uso para agricultores.



## 8. CONCLUSÕES

O extrato de urtiga, o silicato de potássio e o glifosato inibiram o crescimento micelial do *Sclerotium rolfsii in vitro*.

O extrato de urtiga foi mais eficiente em inibir o crescimento do fungo.

O extrato de urtiga, o silicato de potássio e o glifosato não foram eficientes em controlar a murcha de esclerocio em casa de vegetação, porém foi observado o atraso dos sintomas da doença.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. Plant Pathology. 5 ed. Elsevier Academic Press. 922 p, 2005.

ALVES, S.A; SANTOS, A.F; TESSMANN, D.J; VIDA, J.B. Patogenicidade de Isolados de *Fusarium* spp. e *Phytophthora palmivora* associados com a Podridão do Estipe da Pupunheira no Paraná Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 52, p. 133-140 jan./jun. 2006.

ALVES, R. C.; Del PONTE, E. M. Requeima da batata. In: Del Ponte, E. M. Fitopatologia.net - herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/fitossan/herbariovirtual/ficha.php?id=101>>. Acessado em: 15 de Novembro de 2011.

AMARAL, D.R.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; BOREL, J.C. MAC LEOD, R.E.O.; PÁDUA, M.A. Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. Tropical Plant Pathology, Brasília, DF, v. 63, n. 6, p. 425- 431. 2008.

BLAT, S.F.; COSTA, C.P.; VENCOVSKY, R.; SALA, F.C. Reação de acessos de pimentão e pimentas ao oídio (*Oidiopsis taurica*). Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.1, p.72-75, jan.-mar. 2005.

BARROS, H. M.; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, n. 2, p. 239-245, 2008.

BÉLANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*). Phytopathology, Sant Paul, v. 93, p 402 - 412, 2003.

BENCHIMOI, R. L.; Da SILVA, C. M.; VERZIGNASSI, J. R.. Utilização de substâncias naturais para o controle de doenças de plantas na região amazônica; Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 346 p. ISSN 1517- 2201, Outubro, 2008.

BENDENDO, I. P. Podridões de raiz e colo. Manual de fitopatologia. Princípios e conceitos. VI, 4ª ed/ Ceres, cap. 23, p 443 - 449, 2011.

BENDENDO, I. P. Classificação de doenças. Manual de fitopatologia. Princípios e conceitos. v1, 4ª ed/ Ceres, cap. 20, p 423 - 426, 2011.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. Manual de fitopatologia. v.1: Princípios e conceitos. 3ed., São Paulo: Agronômica Ceres. 919p, 1995.

BEZERRA, de J. da S. B.; BENTES, J. L. S.; SALES, R. S. de A. Efeito *in vitro*” de extratos vegetais no crescimento micelial de *Scletrotium rolfsii*. In: Fitopatologia Brasileira, v. 32. Resumos do XI Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Brasília: SBF 367 p. p 131, 2007

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. MM. T. P. G. Doenças do feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). Manual de fitopatologia. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. p. 376-379. (Doenças das plantas cultivadas, v. 2)., 1997.

BORÉM, A. A história da biotecnologia. In: Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento. Ed. KL3, nº 34, p 10 - 12, 2005.

SOUZA, V.L.; CAFÉ-FILHO, A.C. Resistance to *Leveillula taurica* in genus *Capsicum* Plant Pathology, v.52, p.613-619, 2003.

CARVALHO, P. R. S.; Extratos Vegetais: Potencial elicitor de fitoalexinas e atividade antifúngica em antracnose do cajueiro. Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtencao do titulo de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 64 p. Abril de 2010.

CELOTO, M. I. B; PAPA, M. F. S; SACRAMENTO, L.V.S E CELOTO, F. J Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides* Acta Acta Scientiarum Agronomy. Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

COELHO NETTO, R.A.; PEREIRA, B. G.; NODA, H; BOHER, B. Bacterial wilt in Amazonas State, Brazil. Fitopatologia Brasileira, 29: 21-27, 2004.

COSTA, L. V.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; ALVES, S. R. M. Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq. Acta Amazônica, Manaus, v. 38, n°2, p. 361 - 364, junho, 2008.

CUNHA, K. P. V. Disponibilidade, acúmulo e toxicidade de Cádmio e Zinco em Milho (*Zea mays* L.) cultivado em solo contaminado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 32, p 1319 - 1328, 2008.

CURRIE, H. A.; PERRY, C. Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies. Annals of Botany, London, v. 1, n° 7, p 7, 2007.

CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; HOFFMANN CAMPO, C. B.; RÚVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; TOLEDO, T. C. S. O. A.; LOPES, T. S. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Roundup Ready™ cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CHÉRIF, M., ASSELIN, A. & BÉLANGER, R.R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. Phytopathology 84:236-242. 1994.

DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. Mineral nutrition and plant disease. St Paul: The American Phytopathological Society Press, p 233 - 246, 2007.

DICK, R. E.; QUINN, J. P. Glyphosate-degrading isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 43, n° 3, p 545 - 550, 1995.

DIOGO, R. V. C.; WYDRA, K. Silicon-induced basal resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure. Physiological and Molecular Plant Pathology, London, v. 70, p 120 - 129, 2007.

DUARTE, M. L. R.; LIMA, W. G.; CHU, E. Y.; KONAGANI, M.; ALBUQUERQUE, F. A. B. Controle da podridão das raízes da pimenteira-do-reino com diferentes bokashi. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, n° 168, 41 p 2006.

DUTRA, F. L. A.; BRANCO I. G.; MADRONA G. S.; HAMINIUK C. W. I. Avaliação sensorial e influência do tratamento térmico no teor de ácido ascórbico de sorvete de pimenta. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v 04, n° 02, p 243 - 251, 2010.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (ed). Silicon in agriculture. Amsterdam: Elsevier Science, p 1 - 15, 2001.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <http://faostat.fao.org> Acesso em 25 de Fevereiro de 2013.

FANCELLI, A.L. e D. DOURADO-NETO. Sistemas de produção de feijão irrigado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 120 p., 2001.

FARIA, F. A.; BUENO, C. J.; PAPA, M. de F. S. Atividade fungitóxica de momordica charantia L. no controle de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Acta Scientiarum Agronomy. Maringá, v.31, p. 383-389, 2009

FAUTEUX, F.; RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J.G.; BÉLANGER, R.R. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. FEMS Microbiology Letters, v.249, p.1-6, 2005.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. V Congresso Brasileiro de Algodão. p 4, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa/ UFV, 421p, 2008.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. Glifosato: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 6 p. Jan. 2005.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T.; VILJOEN, C. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. Biodiversity and Conservation, v.14, n. 10, p. 2361- 2375 2005.

GUZZO, S. D. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência sistêmica adquirida em cafeeiro contra *Hemileia vastatrix*. Piracicaba/ Tese de doutorado. Centro de energia nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo. 236 p, 2004.

GUIDOLIN, F. R. Resposta Técnica, 2005. Disponível: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbr.pdf>. Acesso em: Nov. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010: IBGE Cidades@. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em maio de 2011.

IDAM- AM - Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. Relatório de Acompanhamento Anual. Cultura do pimentão/ Jan - Dez 2010. Consulta local, 2012.

ÍNDIX FUNGORUM. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/Names/> Names Record, 2 p, 2010. Acesso em: Abril, 2012.

JUDELSON, H. S. Genomics of the plant pathogenic oomycete *Phytophthora*: insights into biology and evolution. *Advances in Genetics*, v. 57, n. 2, p. 97-141, 2007.

KIMATI, H. (in memoriam). Controle químico. Manual de Fitopatologia. Ed. Agronômica Ceres, v.1, 4ª ed, cap 16, p 343 - 365, 2011.

KIMATI, H.(in memoriam); AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. Manual de Fitopatologia. Ed. Agronômica Ceres, v.1, 4ª ed, cap 14, p 307 - 323, 2011.

KAISER, C.; van der MERWE, R.; BEKKER, T. F.; LABUSCHAGNE, N. In-vitro inhibition of mycelial growth of several phytopathogenic fungi, including *Phytophthora cinnamomi* by soluble silicon. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, Tzaneen, v. 28, p 70 - 74, 2005.

LIMA, M.L.P Resistência genética e aspectos epidemiológicos, fisiológicos e anatômicos da infecção de *Oidiopsis taurica* em *Capsicum* spp. (Tese mestrado) – UnB, Inst. Biociências, Brasília. 130 p., 2002.

LIMA, N. G. P.; CABRAL, A. G. S.; FURTADO, F. F.; LIMA, I. P. B.; MACEDO, R. O. *Urtica dioica*: uma revisão dos estudos das suas propriedades farmacológicas, *Revista Brasileira de Farmacologia*, v 89, nº 3, p 199 - 206, 2008.

LO, S.C et al. Phytoalexin accumulation in sorghum: identification of a methyl ether of luteolinidin. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.49, n.1, p.21-31, 1996.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. Murcha de esclerócio (*S. rolfsii*) In: LOPES, C. A. Doenças do tomateiro. Brasília. Embrapa Hortaliças, p 39 - 4, 2005.

MA, J. F.; YAMAJIN. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Trends Plant Science. Oxford, v. 11, p 392 - 397, 2006.

MAFIA, R., ALFENAS, A. C., MAFFIA, L. A., VENTURA, G. e SANFUENTES, E.A. Encapsulamento de *Trichoderma inhamatum* para o controle biológico de *Rhizoctonia solani* na propagação clonal de *Eucalyptus*. Fitopatologia brasileira, 28(1):101-105, 2003.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. New York: Academic Press, 887 p, 1995

MCDONALD, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potencial, and durable resistance. Annual Review of Phytopathology 40:349-379, 2002

MCKINNEY, H.H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research, Washington, v.26, p.195-217, Nov. 1923.

MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. Doenças causadas por fungos e bactérias em pimentão e pimenta. in: ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO do VALE, F. X.; COSTA, H. (ed). Controle de doenças de plantas – hortaliças. v. 2. UFV – Viçosa. p 637 - 664, 2000.

MOTOYAMA, M. M. et al. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. Acta Scientiarum Agronomy., Maringá, v. 25, p. 491-496, 2003.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION, U.S. National Library of Medicine. 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, 20894USA NCBI-<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy/browser/wwwtax.cgi>. p 516-517, 2010. Acesso: jan, 2012.

NOJOSA, G. B. A. Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. e *Phoma costarricensis* Echandi. 2003. 102 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

NWUGO, C. C.; HUERTA, A. J. Effects of silicon nutrition on cadmium uptake, growth and photosynthesis of rice plants exposed to low-level cadmium. Plant and Soil, v 311, nº 1 - 2, p 73 - 86, 2008.

PÁDUA, R. R.; ALVARENGA, D. O.; QUEIROZ, P. R.; MELLO, S. C. M. Avaliação e caracterização de potenciais antagonistas de *Sclerotium rolfsii* pertencentes ao gênero *Trichoderma*. Boletim de pesquisas e desenvolvimento, Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nº 165. 23 p, 2007.

PASCHOLATI, S. F. Fisiologia do parasitismo. Como os patógenos atacam as plantas. Manual de Fitopatologia. Ed. Agronômica Ceres, v.1, 4ª ed, cap 34, p 543 - 591, 2011.

PASCHOLATI, S. F. Fisiologia do parasitismo. Como as plantas se defendem dos patógenos. Manual de Fitopatologia. Ed. Agronômica Ceres, v.1, 4ª ed, cap 35, p 593 - 636, 2011.

PASTOR-CORRALES MA, ABAWI GS. Reactions of selected bean germplasms to infection by *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Plant Disease 71:990-993., 1987.

PIZZINATO, M. A.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; BINOTTI, C. S. Patogenicidade de cinco espécies de *Fusarium* a plantas de pupunheira (*Bactris gasipaes*). Summa Phytopathologica, v. 27, n. 2, p. 263-268, 2001.

PIZZINATO, M. A.; BOVI, M. L. A.; FEICHTENBERGER, E.; SPIERING, S. H. Ocorrência da podridão do estipe da pupunheira, causada por *Phytophthora palmivora*, no Estado de São Paulo. Summa Phytopathologica, v. 28, n. 4, p. 363-365, 2002.

PINELLI, P.; IERI, F.; VIGNOLINI, P.; BACCI, L.; BARONTI, S.; ROMANI, A. Extraction and HPLC analysis of phenolic compounds in leaves, Stalks, and Textile Fibers of *Urtica dioica* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.56, p 9127 - 9132, 2008.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília, Embrapa – Hortaliças. 113 p, 2000.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de Herbicidas. 5ª ed. Londrina. 592 p, 2005.

ROSA, D. D.; BASSETO, M. A.; CAVARIANI, C.; FURTADO, E. L.; Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. Acta Scientiarum Agronomy. Maringá, v. 32, nº 3, p 379 - 383, 2010.

SALES, R. S. A.; BEZERRA, E. J. S.; BENTES, J. L. S.; CHEVREUIL, L. R.; GONCALVES, J. F. C.; PANDO, S. C. Efeito do extrato foliar de *Urtica dioica* sobre o crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* e detecção de inibidores de serinoproteinasas. In: 62 Reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Universidade Federal do Rio Grande do Norte-Natal, 2010.



SANTOS, J.B.; PROCÓPIO, S.O.; JACQUES, R.J.S.; KASUYA, M.C.M.; SILVA, A.A. Comportamento de estirpes de *Bradyrhizobium* sp. sob efeito de componentes do glyphosate potássico. Revista Ciência Agronômica, v. 34, n. 2, p. 201-206, 2003.

SANTOS, A. F. dos; LUZ, E. D. M. N.; FINATO, P. D.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B. Primeiro relato da podridão da estipe da pupunheira, causada por *Phytophthora palmivora*, no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira, v. 29, n. 6, p. 680-682, 2004.

SANTOS, I.; TOMAZELI, V. N.; MORALES, R. G. F. Resíduos orgânicos e solarização para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p 209 - 223, 2009.

SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, L. C. Avaliação dos Capsaicinóides em Pimentas Malagueta. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira - FJAV. Ano I, n° 2, ISSN, p 1983 - 1285, 2008.

SILVA, J. C.; KNYCHALA, I. B.; COELHO, L.; FERNANDES, J. J. Crescimento micelial e esporulação do fungo *Quambalaria eucalypti* em diferentes meios e doses de silício. In: VII CISAGRO - Ciclo de Seminários da Agronomia, 2010, Uberlândia. Anais. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. p. 31., 2010.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogenicos. n° 30, p 129 - 137, 2000.

STADNIK, M.J.; RIVERA, M.C. Ódios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 484p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal; Tradução: SANTAREM et al., 4ª Ed., Porto Alegre: Artmed, 820 p, 2009.

VALLAD, G. E.; GOODMAN, R. M. Systemic acquired resistance and Induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Science Society of America, Madison, v 4, p 1920 - 1934, 2004.

WESTERHUIS, D.; VAWDREY, L. L.; PIPER, R. An *in vitro* study into the effect of glyphosate on *Sclerotium rolfsii*. Australasian Plant Disease Notes, v. 2, n° 1, p 23 - 24, 2007.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Glifosato, herbicida com singular modo de ação: efeitos secundários e implicações fisiológicas e agronômicas. In: POTAFOS. 45 p, 2007.