

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**

ALEX OLIVEIRA ROCHA

**MANEJO DA PODRIDÃO DE RAIZ E COLO EM COENTRO (*Coriandrum sativum*
L.).**

RIO LARGO - AL
2017

ALEX OLIVEIRA ROCHA

**MANEJO DA PODRIDÃO DE RAIZ E COLO EM COENTRO (*Coriandrum sativum*
L.)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Brainer Martins

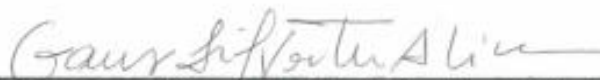
RIO LARGO - AL
2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: ALEX OLIVEIRA ROCHA

MANEJO DA PODRIDÃO DE RAIZ E COLO EM COENTRO (*Coriandrum sativum* L.)

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 18, agosto, 2017.




Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima (Orientador)

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Sami Jorge Michereff (Membro Titular externo)



Prof. Dr. Ricardo Brainer Martins (Membro interno)



Prof. Dr. Edna Peixoto da Rocha Amorim (Membro interno)

A Deus que criou todas as coisas.

*Que é meu refúgio, minha alegria,
minha persistência.*

*Que com sua grandeza nos deu a mais
bela natureza.*

*Que nos acalma, nos protege e nos traz
a luz de cada dia!*

A ti, todo o meu agradecimento!

*Aos meus pais, Cláudio Albuquerque e
Mônica Maria, por serem espelhos em
minha vida.*

*A minha noiva, Poliana Almeida por
tudo que és para mim.*

*Aos meus irmãos, Cleber, Marcos e
Adriely, por torcerem incansavelmente
por minhas conquistas.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Especialmente aos meus pais, Mônica e Cláudio, por sempre acreditarem em mim, pelo apoio e cuidados diários.

À minha noiva, Poliana, por acreditar, incentivar e estar presente em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Cleber, Marcos e Adriely e, por me presentear com a amizade e o companheirismo de todas às horas.

À minha família, meus primos, minhas tias e avós, por tornarem a minha jornada sempre mais alegre.

À Universidade Federal de Alagoas, por tornar esta vitória possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima, por todo ensinamento e apoio.

Ao meu Coorientador, Prof. Dr. Ricardo Brainer Martins, por me acompanhar incansavelmente, por acreditar em mim, pela compreensão, orientação e amizade.

A Prof. Dr^a Iraíldes Assunção, por todo apoio.

Aos professores do curso de Pós Graduação em Proteção de Plantas, por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

Ao Laboratório de Fitopatologia do *Campus* Arapiraca.

Aos amigos e colegas do Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, Paulo Henrique, Erivânia Virtuoso, Saimon Acchile, Rogério Souza, Luciene Ribeiro, José Gomes, Érika, Caio, Adso, Mayra, Janaíne, Antônio, Laurystela, Lindinalva, Dijison, Sara e Alisson.

Aos alunos de Iniciação Científica, Suzilaine Yasmin, Jimmy Jeferson, Daniela Almeida, Mayra Souza e Paulo Henrique, colaboradores desta pesquisa.

À todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma das principais folhosas produzidas na região agreste de Alagoas. É uma olerícola folhosa condimentar que possui propriedades antibacteriana, antifúngica e antioxidante. Nos últimos anos, produtores da região têm enfrentado redução na produção devido a morte de plântulas, as quais apresentam lesões necróticas no colo e raízes. Em trabalhos recentes foi comprovada a patogenicidade das seguintes espécies encontradas em associação com plantas doentes: *Rhizoctonia solani*, *Pythium irregulare*, *Fusarium inflexum*, *F. lacertarum* e *F. falciforme*. Entretanto, a importância relativa deles como fitopatógenos não foi estimada, bem como alternativas de manejo não foram prospectadas. Assim, os objetivos deste trabalho foram: verificar a virulência dos isolados fitopatogênicos previamente caracterizados e avaliar a eficácia de duas estratégias de manejo: resistência genética de variedades comerciais e emprego de solarizador para desinfestação de solo. Com este fim, três experimentos distintos foram conduzidos. No primeiro, foi avaliada a virulência de *R. solani*, *P. irregulare*, *F. inflexum*, *F. lacertarum* e *F. falciforme* à variedade Verdão. No segundo, a suscetibilidade de 7 variedades comerciais de coentro aos mesmos isolados testados no primeiro experimento foi estimada. E, no terceiro, a eficácia em reduzir a ocorrência de podridão de raiz e colo por meio de tratamento térmico de solo em solarizador foi avaliada. Para todos os experimentos as seguintes variáveis foram consideradas: tombamento de pré-emergência, tombamento de pós-emergência, emergência, matéria seca total, matéria seca/planta, altura de plantas, incidência e severidade. Houve diferença de virulência entre isolados, sendo significativamente os de maior virulência: *P. irregulare* e *F. falciforme*. Com relação às variedades, houve interação entre isolados *versus* variedades em função da variável analisada. O uso do coletor solar foi eficiente para reduzir a podridão de raiz e colo.

Palavras-chaves: *Damping-off*; *Pythium irregulare*; *Fusarium* spp.; *Rhizoctonia solani*; resistência genética.

ABSTRACT

Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is one of the main hardwoods produced in the rugged region of Alagoas. It is a seasoning olive grove that has antibacterial, antifungal and antioxidant properties. In recent years farmers in the region have faced reduced production due to death of seedlings, which have necrotic lesions in the cervix and roots. In recent works the pathogenicity of the following species found in association with diseased plants: *Rhizoctonia solani*, *Pythium irregulare*, *Fusarium inflexum*, *F. lacertarum* and *F. falciforme* have been demonstrated. However, their relative importance as phytopathogens was not estimated, nor were management alternatives prospected. Thus, the objectives of this work were: to verify the virulence of previously characterized phytopathogenic isolates and to evaluate the efficiency of two management strategies: genetic resistance of commercial varieties and use of solarizer for soil disinfestation. To this end, three distinct experiments were conducted. In the first one, the virulence of *R. solani*, *P. irregulare*, *F. inflexum*, *F. lacertarum* and *F. falciforme* to the Verdão variety was evaluated. In the second, the susceptibility of 7 commercial strains of coriander to the same isolates tested in the first experiment was estimated. And, in the third, the efficiency in reducing the occurrence of root rot and colon rot by means of thermal treatment of soil in solarizer was evaluated. For all experiments, the following variables were considered: pre-emergence damping-off, post-emergence damping-off, emergence, total matter fresh, matter fresh / plant, plant height, incidence and severity. There was a difference in virulence between isolates, being significantly the ones with the greatest virulence: *P. irregulare* and *F. falciforme*. Regarding the varieties, there was interaction between isolates versus varieties as a function of the variable analyzed. The use of the solar collector was efficient to reduce root rot and colon rot.

Palavras-chaves: Damping-off; *Pythium irregulare*; *Fusarium* spp.; *Rhizoctonia solani*; Coriander.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A produção de hortaliças em Arapiraca 12	
2.2 Aspectos gerais e importância da cultura do coentro	13
2.3 Problemas fitossanitários	15
2.4 Dano em plântulas, murcha e podridão radicular	16
2.5 Classificação e principais características dos patógenos envolvidos: <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> e <i>Rhizoctonia</i>	17
2.6 Manejo de murcha e tombamento de plântulas.....	20
2.7 Virulência de agentes fitopatogênicos	21
2.8 Resistência de genótipos a patógenos causadores de danos à plântulas e podridões de raízes e colo e murcha	22
2.9 Coletor solar para o manejo de patógenos radiculares	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Teste de germinação e emergência	25
3.2 Teste fitossanitário	25
3.3 Testes in vivo	26
3.3.1. Etapas comuns.....	26
3.3.1.1. Isolados	26
3.3.1.2. Preparo do inóculo sólido	26
3.3.1.3. Infestação do solo e semeio	28
3.3.2. Virulência de isolados causadores de podridão de raiz e colo	28
3.3.3. Resistência de variedades comerciais	29
3.3.4. Efeito da desinfestação de solo pelo uso de energia solar para o controle da murcha, tombamento e podridão de raiz e colo	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Teste fitossanitário	31
4.2 Virulência de isolados causadores de podridão de raiz e colo	32
4.3 Avaliação do efeito dos isolados patogênicos em variedades comerciais de coentro	37
4.4 Efeito da desinfestação de solo pelo uso de energia solar no controle de podridão de raiz e colo em coentro	43
5 CONCLUSÕES	47

6 REFERÊNCIAS.....	48
--------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Em Arapiraca, região agreste do estado de Alagoas, o setor fumageiro movimentou a economia local durante muitas décadas. Porém, ao longo da década de 1990, o setor entrou em declínio e os agricultores, para substituir a fonte de renda oriunda da cultura do fumo diversificaram a produção pela introdução de outras culturas. Assim, a horticultura surgiu como alternativa e vem, cada vez mais, aumentando sua participação como fonte de renda. As primeiras culturas exploradas foram mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e milho (*Zea mays* L.). Posteriormente, a olericultura também ganhou destaque, resultando, como reflexo da sua importância, no surgimento de diversas associações voltadas à produção de olerícolas (SANTOS, 2014). A vocação agrícola, a disponibilidade de água, a localização estratégica no centro do estado e a forte demanda por hortaliças tornou a cidade de Arapiraca o principal fornecedor de olerícolas folhosas (como coentro, alface e cebolinha) de Alagoas. Atualmente, o município abastece a Ceasa da capital (ALAGOAS, 2014) e as feiras livres e mercados locais do interior do estado.

O coentro (*Coriandrum sativum* L.), olerícola folhosa pertencente à família Apiaceae, é uma das principais olerícolas produzidas na região Nordeste do Brasil, a região é responsável pela produção de 70% da produção nacional, superior a 84 mil toneladas (BRASIL, 2006). A planta pode ser utilizada na culinária ou como fármaco. Na culinária, as folhas, os frutos e os talos são utilizados como tempero no preparo de alimentos, sobretudo na cozinha nordestina, ou como salada. Embora não seja comum no Brasil, em outros países, como Alemanha e Áustria, a planta está presente em listas oficiais de fármacos. Esta aplicação é possível porque alguns dos seus principais componentes são óleos essenciais e a oleoresina, as quais possuem propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes (DIEDERICHSEN, 1996).

Embora a cultura seja adaptada às condições de cultivo do Nordeste, os produtores da região Agreste de Alagoas têm enfrentado perdas na produção em função da morte de plântulas apresentando lesões necróticas no colo e na raiz (FERREIRA, 2013). A incidência tem crescido ao longo das estações de cultivo e, não é raro, o produtor ter que migrar o cultivo para novas áreas, ainda isentas do

problema. Recentemente a doença foi constatada em 79% das áreas de produção do município (SANTOS *et al.*, 2014).

Em razão do impacto causado na produção, trabalhos voltados para resolução deste problema foram iniciados. O primeiro deles foi destinado à identificação do agente causal e evidenciou que as lesões são provocadas por um complexo de microrganismos, com espécies pertencentes, dentre outros gêneros, a *Pythium* e *Fusarium* (FERREIRA, 2013). Recentemente, em outro trabalho, também destinado à identificação, foram identificadas, com maior precisão por meio do uso de marcadores moleculares, as seguintes espécies: *Rhizoctonia solani*, *Pythium irregulare*, *Fusarium inflexum*, *F. lacertarum* e *F. falciforme* (INFANTE, 2016).

Os agricultores, carentes de informação e de assistência técnica, não obtém sucesso no enfrentamento do problema. A falta de aplicação de técnicas de manejo tem ocasionado o agravamento da doença, que atualmente tem prevalência próxima a 80% (SANTOS *et al.*, 2014), resultando no abandono de áreas. Este fenômeno tem levado ao enfraquecimento da produção local, atingindo, sobretudo, os pequenos produtores, que não possuem condições pecuniárias de arrendar novas áreas.

Diferentes métodos podem ser utilizados, de forma isolada ou em conjunto, para controlar doenças. Um dos métodos possíveis de uso para mitigar doenças é o controle genético por meio de variedades resistentes (CAMARGO, 2011a). Na região é cultivada uma única variedade de coentro, a Verdão, proveniente de diferentes empresas. No entanto, existem no mercado outras variedades indicadas para as condições edafoclimáticas da região que não são utilizadas. Não se sabe, porém, qual a suscetibilidade delas às podridões de raiz e colo e, portanto, o seu potencial uso como forma de controle. Uma segunda possibilidade para o manejo é o emprego de controle físico. Considerando a presença do(s) patógeno(s) em diversas áreas de cultivo, estratégias direcionadas à redução do inóculo no solo pode ser uma boa opção de controle. Neste contexto, o uso de energia solar para desinfestação de solo por meio do calor em coletor solar é uma alternativa (BEDENDO, 2011a; GHINI, 2004).

Diante do cenário apresentado, o presente trabalho objetivou estimar a virulência dos patógenos isolados de áreas com histórico da doença, avaliar a

resistência genética de variedades comerciais e o uso de coletor solar como alternativas de manejo da doença.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A produção de hortaliças em Arapiraca

A cidade de Arapiraca está situada na região Agreste do estado de Alagoas. Sua localização estratégica, no centro do estado, facilita fluxo comercial entre as diversas cidades que fazem fronteira com o município. Famosa por sua feira-livre e pela cultura do fumo (tabaco), a qual lhe rendeu o título de “Capital brasileira do fumo”, hoje vive um cenário voltado principalmente para comércio e prestação de serviços (ROMÃO, 2008).

A cultura fumageira foi por muitos anos uma das maiores fontes de renda do município. Essa produção fez com que se instalassem na região diversas indústrias nacionais e internacionais, as quais impulsionaram a economia local por meio da produção de fumo de corda e exportação de tabaco. O cultivo do fumo em Alagoas, voltado para o fumo de corda, levou a um sistema de divisão da terra em pequenos lotes, minifúndios. Embora esta divisão de terras permaneça até os dias atuais, a produção já não é majoritariamente de fumo. A partir do final da década de 1980, a demanda pelo fumo reduziu fenômeno mundial que também atingiu o Brasil e, mais especificamente os fumicultores alagoanos. A baixa demanda aliada aos baixos preços praticados desencadeou o fechamento de várias indústrias tabagistas (GUEDES, 1999; SANTOS, 2014).

Como consequência, todos os envolvidos na cadeia de produção do fumo começaram a diversificar suas atividades. No extremo da cadeia, os produtores passaram a explorar o plantio de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e milho (*Zea mays* L.). Posteriormente, a produção de olerícolas foi implementada e, recentemente, alguns agricultores iniciaram o cultivo de abacaxi (SANTOS, 2014). Ao se considerar a diversificação convém ressaltar que os produtores rurais, por possuírem pequenas propriedades, com área inferior a três hectares, exercem a agricultura de forma intensiva, priorizando culturas de rápido retorno econômico. Neste contexto, fica fácil entender o crescimento da olericultura e sua importância na

região por agregar culturas de ciclo curto e elevada demanda, sobretudo as classificadas como folhosas.

Atualmente, Alagoas é autossuficiente em folhosas como coentro, alface e cebolinha. O abastecimento da CEASA de Maceió e feiras-livres das cidades do interior por estas olerícolas, sobretudo o coentro, é feito com a produção oriunda de Arapiraca (ALAGOAS, 2014).

2.2 Aspectos gerais e importância da cultura do coentro

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta herbácea, de ciclo anual, nativa do Mediterrâneo e do Oriente Médio. Possui germinação epígea, raiz pivotante, caule ereto simpodial com folhas superiores compostas e inferiores do tipo pinatífidas, flores hermafroditas (brancas ou róseas) e inflorescência tipo umbela composta. O fruto é um esquizocarpo com dois mericarpos que abrigam em seu interior um carpóforo. A planta é de coloração predominantemente verde, mas com o amadurecimento, com o fim da ontogênese, é comum a mudança de cor em várias de suas partes devido a presença de antocianinas (DIEDERICHSEN, 1996).

No Brasil, a produção de coentro é voltada para comercialização da erva fresca, *in natura*, para ser consumida em saladas ou como condimento. As folhas, caules, frutos e raízes podem ser utilizados na culinária, frescos ou secos, inteiros, picados ou moídos. Os frutos, além de consumidos como condimento, podem ser processados para extração do óleo essencial e da oleoresina (DIEDERICHSEN, 1996; CHARLES, 2013). Em outros países o coentro, além de ser utilizado na alimentação, também é empregado em tratamento medicinal, bebidas, aromatizantes, repelentes, cosméticos, fragrâncias, dentre outros (NADEEM *et al.*, 2013). Além das propriedades aromatizantes, possui ação antibacteriana, antifúngica e antioxidante (MANDAL; MANDAL, 2015).

É difícil estimar a produção mundial de frutos (sementes) de coentro por falta de dados oficiais. Isto porque grande parte da produção é realizada em pequena escala e não entram em dados estatísticos. Estima-se que a área plantada esteja em torno de 550 mil hectares/ano e a produção de aproximadamente 600 mil toneladas. Os principais produtores são Ucrânia, Rússia, Índia, Marrocos, Argentina, México e Romênia, que exportam para os Estados Unidos da América, Oriente

Médio, União Europeia e Sudeste Asiático. A produção de coentro para uso *in natura* não possui muita relevância em termos mundiais, porém, seu cultivo é bastante difundido na Síria, Índia, China, Sudeste Asiático e na América Central e do Sul (DIEDERICHSEN, 1996).

No Brasil, a cultura possui um volume de produção que chega a mais de 108 mil toneladas, sendo uma quantidade superior a 70% desta produção oriunda da região Nordeste do país (BRASIL, 2006). Em 2009, foram comercializadas no país o equivalente a 516 toneladas de sementes da cultivar Verdão e mais de 63 toneladas da cultivar Português (ABCSEM, 2009). Dados referentes ao mercado local são escassos, restringindo-se a média de preços praticados na CEASA em Maceió e a procedência do vegetal (ALAGOAS, 2014).

O coentro é uma cultura de clima quente e não tolera baixas temperaturas. A maioria das variedades comercializadas pode ser cultivada na região Nordeste do Brasil em todas as estações do ano, conforme indicado nos catálogos das principais empresas que comercializam sementes de hortaliças no país (Hortivale, ISLA e Feltrin). As principais cultivares são: Verdão, Americano, Gigante e Português (FILGUEIRA, 2008). Além destas, também estão disponíveis: Rei, Tabocas, Tapacurá e HTV Dom Luiz. Destas, as variedades Português e Tapacurá são as únicas indicadas para cultivo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil durante todo o ano, podendo ser cultivadas no Nordeste durante a estação fria. Na região Agreste de Alagoas se destaca a variedade Verdão.

Embora a recomendação geral seja para que a colheita ocorra entre o 50^o a 70^o dia após a sementeira (FILGUEIRA, 2008), na região agreste do estado de Alagoas, durante os meses mais quentes do ano, ela é feita entre o 30^o e 40^o dia após a sementeira. Neste caso, a planta é colhida inteira, antes da frutificação, com folhas, hastes e talos frescos, ainda tenros. São formados molhos ou maços contendo, aproximadamente, 22 plantas com 25 a 30 cm de altura (altura sem as raízes), os quais são comercializados em feiras e supermercados locais (informação pessoal)¹.

¹ Informações obtidas pelo autor.

Normalmente as plantas são colhidas na véspera da comercialização e, como são transportadas sem refrigeração, é comum a ocorrência de perdas em razão da murcha das plantas. Caso o transporte fosse feito em condições refrigeradas, o frescor natural das plantas seria mantido por aproximadamente 8 dias (informação pessoal)². Pouco difundida na região, a melhor forma de conservar as propriedades da planta é o processamento de frutos e folhas desidratadas, pois permite o armazenamento e a comercialização por mais tempo, além de torná-lo mais palatável e rentável (BHAT *et al.*, 2014).

2.3 Problemas fitossanitários

Em outros países, como Itália, Porto Rico, Califórnia, Índia, Taiwan e Bulgária, já foram relatados diversos microrganismos causando doença em coentro. As seguintes espécies de fungos são relatadas como patogênicas: *Pythium ultimum* (GARIBALDI *et al.*, 2010) e *Fusarium solani* (JENSEN; ABAD, 2009; BHALIYA; JADEJA, 2014) causando podridão de raiz e colo, *Fusarium oxysporum* causando murcha vascular (KOIKE; GORDON, 2005), *Sclerotinia sclerotiorum* causando mofobranco (REIS; NASCIMENTO, 2011), *Macrophomina phaseolina* causando murcha e podridão radicular (RODEVA *et al.*, 2010). Para bactérias, um número menor de espécies são relatadas, sendo: *Xanthomonas campestris* pv. *coriandri* causando manchas em folhas e caules (LEE *et al.*, 2004; GUEVARA; MASELLI, 2005) e *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* causando mancha foliar (PERNEZNY *et al.*, 1997; TOBEN; RUDOLPH, 1997; GUPTA *et al.*, 2013). Por fim, há relatos de uma virose, causada por *Groundnut Ring Spot Virus* (GRSV) (LIMA *et al.*, 1999) e uma nematose, causada por *Meloidogyne incognita* (BIONDI *et al.*, 2001; SINGH, 2011).

No Brasil, até pouco tempo, os estudos voltados aos problemas fitossanitários associados à cultura do coentro eram restritos à identificação de fungos associados às sementes ou à possibilidade da planta servir como hospedeira alternativa de patógenos que acometem outras apiáceas (TRIGO *et al.*, 1997; PEDROSO *et al.*, 2013). Sendo relatadas as seguintes espécies: *Alternaria alternata*, *A. dauci*, *A. radicina*, *Fusarium* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* sp., *Cercospora* sp. e *Cladosporium* spp..

² Informações obtidas pelo autor.

Nos últimos anos na região agreste do estado de Alagoas, após frequentes relatos de mortes de plantas apresentando lesões necróticas no colo e raízes, pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas do Campus Arapiraca e do Centro de Ciências Agrárias (CECA), Rio Largo – AL, iniciaram estudos para identificar os agentes causais envolvidos e aspectos epidemiológicos. Em levantamento realizado em áreas de plantio, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, foi estimada prevalência da doença, respectivamente, 84 e 79% (FERREIRA, 2013; SANTOS et al., 2014). Ainda em 2013, foi evidenciado que o problema é decorrente não de um patógeno, mas de um complexo fúngico, constituído por espécies de *Rhizoctonia*, *Pythium* e *Fusarium* (FERREIRA, 2013). Recentemente, utilizando marcadores moleculares, a etiologia deste complexo foi aprofundada, sendo discriminadas as seguintes espécies de fungos: *R. solani*, *F. inflexum*, *F. lacertarum*, *F. falciforme* e o Oomiceto: *P. irregulare* (INFANTE, 2016).

2.4 Dano em plântulas, murcha e podridão radicular

O dano em plântulas, ou tombamento, e a podridão de raiz e colo são doenças provocadas por patógenos que atacam diretamente as sementes ou tecidos vegetais formados logo após a germinação. Quando o ataque ocorre antes da emergência da plântula, ocorre tombamento de pré-emergência e, caso ocorra após, a doença é denominada como tombamento de pós-emergência. Quando não ocorre o tombamento, o sistema radicular e o colo acabam sofrendo danos, lesões necróticas, que resultam na redução da capacidade da planta em absorver água e nutrientes. Os agentes causadores de tombamentos e podridões radiculares são microrganismos, sobretudo fungos e oomicetos, habitantes do solo, saprófitas e parasitas facultativos (BEDENDO, 2011a; c).

Os sintomas de tombamentos nas sementes são o escurecimento, perda da rigidez e decomposição dos tecidos. Nas plântulas ocorre o aparecimento de manchas encharcadas que evoluem para manchas escuras e deprimidas. Tecidos tenros, formados após a germinação, que possuem menor resistência à penetração e colonização, associados à umidade elevada do ambiente, favorecem o desenvolvimento da doença. Assim, com o enfraquecimento do caule, ocorre o tombamento da plântula (BEDENDO, 2011a).

A murcha é um sintoma complexo de origem diversa. No entanto, a murcha de origem biótica, ocasionada por organismos patogênicos, ocorre devido à destruição parcial do sistema radicular ou pelo impedimento do fluxo de seiva bruta através dos vasos do xilema (BEDENDO, 2011b).

Os principais agentes infecciosos causadores de tombamento são fungos dos gêneros *Rhizoctonia* e *Fusarium* e Oomicetos dos gêneros *Pythium* e *Phytophthora*. Estes gêneros também são referenciados como responsáveis por grande parte das podridões de raiz e colo de plântulas em várias culturas de interesse agrícola (BEDENDO, 2011a).

2.5 Classificação e principais características dos patógenos envolvidos: *Fusarium*, *Pythium* e *Rhizoctonia*.

Fungos do gênero *Fusarium* Link 1809 pertencem ao reino Fungi, Filo *Ascomycota*, classe Sordariomycetes, subclasse Hypocreomycetidae, ordem Hypocreales e família Nectriaceae (INDEX FUNGORUM, 2017), a qual possui grande diversidade de espécies fitopatogênicas possuidoras de fase teleomorfa e anamorfa. Na fase teleomorfa as principais características taxonômicas de Hypocreales são: produção de ascomas do tipo peritécio, rostrados ou não, geralmente de coloração viva, alaranjada ou avermelhada, com textura carnosa ou cerosa, usualmente agrupados sobre ou imersos em um estroma (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011).

As espécies de teleomorfos associados à *Fusarium* estão distribuídos entre os gêneros *Nectria*, *Gibberella* e *Haematonectria* (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011). Destes, *Gibberella* é o mais comum, estando ligada à maioria das espécies de *Fusarium* e inclui espécies de patógenos importantes, como *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) e *Gibberella moniliformis* (*Fusarium verticillioides*) (LESLIE; SUMMERELL, 2006). A substancial diversidade de formas não-patogênicas e patogênicas, a plantas e ao homem, com diferenças sutis entre os mais diversos caracteres morfológicos e fisiológicos, obrigou pesquisadores e micologistas a diversas tentativas de agrupamento entre os táxons. Com o advento da biologia molecular o conceito de espécie filogenética poderá ser a solução para vários dilemas da definição de espécie. No entanto, se espera dos pesquisadores bom senso, e que aportes importantes como caracteres morfoculturais e o conceito de

espécie biológica não sejam descartadas, causando confusão e perdas irreparáveis para diversos setores que se utilizam desses microrganismos (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

Na fase anamórfica são produzidos dois tipos de esporos assexuados: os micros e os macroconídios. Os microconídios apresentam diferentes formas, cilíndrico a oval, hialinos, uni ou bicelulares, formados em grande quantidade. Os macroconídios são produzidos em esporodóquios, são multiseptados, fusiforme, falcados e são em média quatro vezes maior que os microconídios (WINDELS, 1991; MILANESI, 2009). Adicionalmente, com função de sobrevivência e disseminação, são produzidas estruturas unicelulares denominadas clamidósporos (BEDENDO, 2011c).

O gênero *Rhizoctonia* pertence ao Reino Fungi, Filo Basidiomycota, Classe Agaricomycetes, Sub classe Incertae sedis, Ordem Cantharellales e Família Ceratobaidiaceae (INDEX FUNGORUM, 2017). Este fungo ocorre na maior parte do tempo, na forma assexual, não produzindo esporos durante a fase vegetativa. Por isso, muitas vezes é denominado de micélio estéril, pois não forma esporos assexuais. Entretanto, o gênero *Rhizoctonia* possui fase teleomórfica, a qual corresponde aos gêneros *Thanatephorus*, *Helicobasidium*, *Ceratobasidium*, *Tulasnella*, *Waitea* ou *Sebacina*. No entanto, os gêneros *Thanatephorus* e *Ceratobasidium*, são os mais conhecidos, pois são associados a importantes patógenos em diversas culturas de importância mundial (SNEH *et al.*, 1996). O basidiomiceto *Thanatephorus cucumeris*, está associado a vários grupos de anastomose de *R. solani* (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011).

Thanatephorus Donk, possui Basidioma aracnóide, pelicular ou sub-membranoso. Hifas secundárias, frequentemente, com constricção perto do ponto de ramificação, relativamente largo (até 17 μm) com grampos multinucleados. Não possui cistídias e outros elementos himeniais. Basídia hialina, de paredes finas, com formas sub-cilíndricas ou amplamente clavadas, com a mesma largura, ou ligeiramente maior do que a hifa de suporte, com esterigmata robusto, com base relativamente larga (STALPERS; ANDERSEN, 1996).

O estado anamorfo de *R. solani* é caracterizado apenas pela presença de micélio, sem produção de esporos assexuais, e pela ramificação em ângulo reto,

com septação, constrição na base imediatamente após a ramificação e septo dolíporo (ADAMS, 1988).

A anastomose consiste na fusão ou união entre hifas de isolados com similaridade genética, para efeitos de diferenciação, consiste na manifestação somática ou vegetativa de incompatibilidade entre hifas de diferentes isolados relacionados. A separação por Grupos de Anastomose (AG) tem sido importante suporte para a taxonomia desse gênero (CARLING, 1996). Em *R. solani*, atualmente existem 13 (AG's) e tentativas de agrupamentos entre grupos (CARLING *et al.*, 2002).

A *R. Solani* sobrevive de forma saprofítica no solo, ou em estado de dormência, como micélio e escleródios, respectivamente. Esses propágulos, geralmente encontrados, nas camadas superficiais do solo, até 10 cm, são detectados com relativa facilidade, porém é difícil a sua quantificação (CARDOSO, 1994).

O gênero *Pythium* Pringsh. 1858, pertence ao Reino Chromista, filo Oomycota, classe Peronosporae, subclasse Peronosporiadae, ordem Peronosporales e a família Pythiaceae (INDEX FUNGORUM, 2017). É um habitante do solo amplamente distribuído no mundo. São caracterizados através da sua reprodução assexuada pela formação de zoósporos biflagelados, lobulados e globulosos, que permitem movimentos no meio. Possui talo micelial diploide com hifas asseptadas. A reprodução sexual é caracterizada pela formação do oósporo, originado a partir fecundação do oogônio (gametângio masculino) pelo anterídio (gametângio feminino), que possui uma espessa parede externa, caracterizando um esporo de resistência, em condições adversas (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011).

Nos últimos anos, com o advento de ferramentas mais sensíveis que a classificação por características morfológicas, os táxons tem se modificado, agrupando-os não mais apenas por proximidade morfológica. No entanto, para muitos grupos, os aspectos morfológicos ainda auxiliam as técnicas moleculares e para outros a morfologia continua sendo uma importante ferramenta para a classificação (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011).

2.6 Manejo de murcha e tombamento de plântulas

Na agricultura intensiva, os cultivos são frequentes e continuamente plantados na mesma área. Isso conduz a um rápido crescimento de populações de patógenos habitantes do solo, especialmente os causadores de doenças no sistema radicular. Por isso, há a necessidade de desenvolver métodos de manejo que possam garantir produtividade e estabilidade das culturas (KATAN, 1999).

Com relação ao manejo, as doenças radiculares são difíceis de serem controladas, pois os patógenos estão adaptados ao ambiente subterrâneo em associação com o hospedeiro. Além do mais, devido ao ambiente em que estes organismos se encontram, o solo, e entre outros fatores que os favorecem são difíceis de serem estudados e eliminados pela aplicação de defensivos ou por antagonistas (BRUEHL, 1987). Sendo assim, é necessária a integração entre os diferentes métodos de manejo disponíveis, como controle cultural, genético, físico, biológico e o químico.

As medidas de controle adotadas para estes grupos de doenças focam na redução da quantidade de inóculo, na promoção do desenvolvimento da plântula e na redução de condições ambientais favoráveis ao patógeno. Dentre as principais estratégias de manejo da doença estão o uso de sementes saudáveis e certificadas, o tratamento de sementes com fungicidas ou com organismos antagonistas, o tratamento do solo com fungicidas e a rotação de culturas (BEDENDO, 2011a; b).

Dessas estratégias de manejo, apenas a compra de sementes certificadas tem sido adotada pelos produtores da região. Entretanto, conforme resultados obtidos em lotes comerciais de coentro (PEREIRA *et al.*, 2005), essas sementes podem não estar isentas de patógenos. Para situações como essas, durante muito tempo, um dos principais agentes desinfestantes do solo foi o Brometo de Metila, capaz de controlar agentes fitopatogênicos, artrópodes, ervas daninhas e etc. Entretanto, devido aos inúmeros problemas ambientais, como a destruição de camada de ozônio e os efeitos agudos e crônicos na saúde do homem e o seu efeito biocida no solo, ocasionados principalmente, pelo seu uso como agroquímico, o mesmo foi retirado do mercado para este fim, e a busca de alternativas para o controle destas pragas agrícolas tornou-se crucial (KATAN, 1999).

Os substitutos do Brometo de metila, não são eficientes para todos os casos necessitando de constante integração entre eles. Como alternativas ao controle de fitopatógenos pelo uso do brometo o controle genético através de variedades resistentes (BILGI *et al.*, 2008; QUESADA-OCAMPO; HAUSBECK, 2010) e controle químico pelo uso de novos agroquímicos para o tratamento de solo e sementes (MAUGHANA *et al.*, 1991; ROSE *et al.*, 2003; BARBOSA *et al.*, 2013), o controle físico por meio da solarização (KATAN, 1999; KATAN, 2015) e de coletor solar (GHINI, 2004), o controle biológico com organismos antagônicos fúngicos (ELAD *et al.*, 1980; EL KOMY *et al.*, 2016) e bacterianos (SALEH *et al.*, 2013; XU; KIM, 2016), o controle cultural (SPECHT; LEACH, 1987), dentre outros.

2.7 Virulência de agentes fitopatogênicos

Um organismo é considerado patogênico quando o mesmo é capaz de causar doença. A depender da interação dos diversos genótipos, tanto do hospedeiro, quanto do patógeno, teremos diferentes níveis agressividade, definidas como virulência do patógeno. Estes, por sua vez podem expressar maior ou menor virulência, quando comparadas entre populações do patógeno ou variedades de uma mesma espécie hospedeira (CAMARGO, 2011a; b).

Apesar da murcha, a podridão de raízes e colo e o tombamento serem altamente destrutivas para a cultura do coentro, poucas são as informações relacionadas sobre seus agentes e que possam subsidiar a implementação de técnicas mais direcionadas de manejo.

Existem muitos métodos para produção de inóculo, entretanto, nenhum deles é amplamente adotado para todos os patógenos estudados devido as peculiaridades relacionadas à biologia de cada microrganismo envolvido, as características do hospedeiro, a dificuldade de manipulação pelo operador e a reprodutibilidade do método.

Na condução deste trabalho foram utilizados métodos já estabelecidos para cada gênero em estudo. Estes métodos proporcionam condições semelhantes à forma com que os patógenos sobrevivem no solo, simulam a ocorrência da doença no campo e ainda são de fácil reprodutibilidade, o que evita variações entre as repetições.

2.8 Resistência de genótipos a patógenos causadores de danos à plântulas e podridões de raízes e colo e murcha

O controle genético é o método ideal por ser inerente a planta cultivada, possuir baixo impacto ambiental e não onerar a cultura após o plantio, reduzindo as perdas com a doença. Para alguns patossistemas, esse é o único método viável de manejo de doenças (CAMARGO, 2011a).

A obtenção de uma variedade resistente se inicia com a busca de genes de resistência à doença alvo. Preferencialmente a busca deve ser iniciada entre variedades comerciais, pois esse material já teve muitas de suas características indesejáveis eliminadas durante o processo de domesticação. No entanto, em virtude da domesticação, vários genes que poderiam conferir resistência podem ter sido perdidos e seja necessário recorrer a bancos de germoplasmas (LIMA *et al.*, 2005).

É tido como premissa que, devido a inespecificidade e a agressividade dos patógenos radiculares, as chances de sucesso do controle genético são pequenas (BEDENDO, 2011a; c). No entanto, há vários casos de sucesso do seu uso no manejo de doenças em diferentes patossistemas: soja X *Phytophthora sojae* (SOARES; ARIAS, 2016), soja X *Meloidogyne incognita* (MELO *et al.*, 2016), tomate X *Meloidogyne* spp. (WILLIAMSON, 1998), batata X *Phytophthora infestans* (PEREIRA *et al.*, 2013), entre outros.

Para o patossistema soja X *Phytophthora sojae*, por exemplo, a resistência genética é o principal meio de controle da doença. Mas, integrar os métodos de controle e combiná-los com altos níveis de resistência parcial, melhorar as condições físicas do solo, com drenagem e descompactação, pode ser tão efetivo quanto à resistência completa ou uso de fungicidas, na maioria dos ambientes (SOARES, 2011). No entanto, as utilizações destes métodos estão ligadas ao próprio manejo, uma vez que integrar os métodos é a forma mais eficaz para manutenção da resistência genética.

No caso de murchas vasculares, os patógenos deste grupo, apresentam maior especificidade em relação ao hospedeiro e aos tecidos que atacam. Essa especificidade, que chega, muitas vezes, até nível de raça fisiológica, permite maior facilidade na obtenção de variedades resistentes (BEDENDO, 2011b).

Em testes de resistência com variedades de *Vigna unguiculata* à *Rhizoctonia solani* (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2007), linhagens de *Glycine max* à *Phytophthora sojae* (COSTAMILAN *et al.*, 2015) e com espécies de Passifloráceas à *Nectria haematococca* [F. anamórfica: *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.] (FISCHER *et al.*, 2005; FISCHER *et al.*, 2010), foram verificados diferentes níveis de resistência nesses patossistemas. Logo, resistência genética pode compor as práticas de manejo de doenças, pois o uso de materiais mais resistentes proporciona maior eficiência no uso de outras medidas, principalmente quando aplicadas de maneira integrada.

2.9 Coletor solar para o manejo de patógenos radiculares

O controle físico de doenças de plantas se utiliza de fatores físicos, formas de energia, tais como a radiação e a temperatura. A radiação é utilizada pela eliminação de alguns comprimentos de ondas, o uso de radiação ultravioleta e/ou a radiação ionizante. A temperatura pode ser baixa, como refrigeração de produtos armazenados, ou alta, como no tratamento térmico de frutas, legumes e órgão de propagação e ainda, no tratamento de solo, através do vapor ou da solarização (BEDENDO *et al.*, 2011a).

A técnica de solarização foi desenvolvida em Israel e é baseada no uso da energia solar para reduzir a quantidade de inóculo presente no solo. Utilizada antes do plantio, é preciso manter o solo úmido, coberto por filme plástico e exposto à radiação por determinado tempo para que atinja temperaturas altas para que seja obtido o efeito esperado (KATAN *et al.*, 1976; BEDENDO *et al.*, 2011a). O manejo inadequado da água, como inundações e drenagem deficiente pode limitar severamente a utilidade de solarização (MCGOVERN *et al.*, 2000), durante ou após o procedimento.

Para desinfestação de volumes menores de solo ou substratos para mudas, o coletor solar é promissor, além do baixo custo de confecção, é apontado como eficaz para o controle dos principais patógenos veiculados pelo solo (GHINI, 1997; 2004). Em áreas menores como de olerícolas, especialmente, na cultura do coentro poderá integrar estratégias de manejo de desinfestação do solo do canteiro entre ciclos culturais.

Exemplos da eficiência da solarização podem ser verificados em trabalhos realizados em diferentes regiões e espécies, como em: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (MATHERON; PORCHAS, 2010), *Pythium* spp. (BETTIOL *et al.*, 1994; MCGOVERN *et al.*, 2002), *Phytophthora nicotianae* (MCGOVERN *et al.*, 2000), *Rhizoctonia solani* (MCGOVERN *et al.*, 2002; PATRÍCIO *et al.*, 2007), *Pyrenochaeta lycopersici* (VITALE *et al.*, 2011) e *Ralstonia solanacearum* (PATRÍCIO *et al.*, 2005). A eficiência do coletor solar foi verificado para vários fitopatógenos como: *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Pythium aphanidermatum* (GHINI, 1993).

O efeito da solarização pode não ser suficiente para eliminar o patógeno desejado, mas enfraquece seus propágulos e favorece aos organismos antagonistas. Em geral, os antagonistas toleram temperaturas mais altas, evitando o vácuo biológico e dificultando reinfestações no solo tratado. Isso indica uma complementaridade do efeito térmico da solarização com o favorecimento da atividade microbiana (BEDENDO *et al.*, 2011a). Nos últimos anos tem se estudado adição de restos vegetais e outros compostos a fim de aumentar a eficácia da solarização (AMBRÓSIO *et al.*, 2008; GILARDI *et al.*, 2014).

A solarização apresenta grande potencial para o tratamento de solos em regiões tropicais e pode ter sua eficiência ampliada ao ser associada a outros métodos de controle, como o biológico, químico e genético (STEVENS *et al.*, 2003).

O manejo da podridão radicular e de colo em coentro requer um estudo detalhado, pois a diversidade dos microrganismos causadores dessas doenças dificulta a adoção dos métodos de manejo, já citados. A necessidade da solução desse problema mostra a importância desse estudo, devido à escassez, generalizada, de informação a cerca desse patossistema. Sendo assim, este trabalho estimou a virulência dos patógenos isolados de áreas com histórico da doença, avaliou a resistência genética de variedades comerciais e o uso de coletor solar como alternativas de manejo da doença.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar a incidência de fungos, naturalmente presentes nas sementes, foram realizados testes de incubação em substrato de papel ("Blotter test"). A

qualidade fisiológica e o vigor das sementes foram avaliados pelo teste de germinação e emergência. Todos os sete lotes das variedades selecionadas (Verdão, Verdão Super, Português, Tabocas, Tapacurá, HTV Dom Luiz e Rei) foram submetidos aos testes. Adicionalmente, amostras de sementes destinadas ao consumo, mas que são comumente utilizadas por produtores da região para o estabelecimento de plantios, denominado "Sacaria", também foi estudado em conjunto com as demais variedades. Os experimentos para verificar a virulência dos isolados e o efeito destes em variedades comerciais foram realizados com inoculação artificial, enquanto que para o teste com o coletor solar, foi utilizado solo naturalmente infestado. Todos os testes que envolveram inoculação foram conduzidos em casa de vegetação. A irrigação foi realizada em dois turnos de acordo com a necessidade da cultura.

3.1 Teste de germinação e emergência

O teste de germinação foi conduzido com 100 sementes de cada variedade utilizada. As sementes foram desinfestadas por meio da imersão destas em hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto. Em seguida as sementes foram fracionadas em quatro grupos, contendo 25 sementes cada. As sementes de cada grupo foram depositadas em caixas plásticas tipo gerbox contendo, previamente, sobre o seu fundo três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada e esterilizada (ADE), o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas foram mantidas em germinador (BOD – Biochemistry Oxygen Demand) a 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). As contagens foram realizadas aos sete e quatorze dias após a semeadura, conforme os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). O experimento foi montado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com oito tratamentos, quatro repetições (cada grupo de 25 sementes constituiu uma repetição).

3.2 Teste fitossanitário

As sementes, de todos os lotes e variedades utilizados foram previamente desinfestadas conforme descrito no item 3.1. Para cada variedade, as sementes foram depositadas sobre papel filtro, mantendo-as distantes um centímetro uma das outras, no interior de caixas tipo Gerbox. Em seguida as caixas foram submetidas ao resfriamento, a uma temperatura de 16°C, por 12 horas. Em seguida, as caixas

foram alocadas em câmaras BOD por 10 dias a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Após o período de permanência as sementes foram examinadas individualmente com auxílio de um microscópio estereoscópio em busca de estruturas típicas de crescimento de fungos. As estruturas, quando presentes, foram coletadas e utilizadas para confecção de lâminas de microscopia, as quais foram examinadas com o uso de microscópio ótico e a identificação em nível de gênero feita pelo uso de chaves de identificação (BRASIL, 2009). As principais chaves de identificação utilizadas neste trabalho estavam contidas em *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (BARNETT; HUNTER, 1998).

3.3 Testes *in vivo*

3.3.1. Etapas comuns

3.3.1.1. Isolados

Os isolados utilizados foram provenientes do Laboratório de Fitopatologia do CECA – UFAL (Tabela 1). Todos foram isolados a partir de plantas de coentro, variedade Verdão, com sintomas de tombamento, cultivadas em solo proveniente de áreas de cultivo convencional da Zona Rural do município de Arapiraca – AL. A espécie e a patogenicidade de todos os isolados foram previamente estabelecidas (INFANTE, 2016).

Tabela 1: Isolados fúngicos obtidos de plantas de coentro com sintomas de tombamento.

Isolado ^a	Isolado ^b	Espécie ^c	Complexo ^d
A1.8	P	<i>Pythium irregulare</i>	-
A3.18	R	<i>Rhizoctonia solani</i> (AG-4)	-
A3.1	F01	<i>Fusarium inflexum</i>	oxysporum
A3.3	F02	<i>F. lacertarum</i>	incarnatum-equiseti
A1.11	F03	<i>F. inflexum</i>	oxysporum
A4.19	F04	<i>F. falciforme</i>	solani
A2.2	F05	<i>F. inflexum</i>	oxysporum

Fonte: autor, 2017.

^aidentificação anterior; ^bNova identificação dada pelo autor; ^cespécie filogenética e; ^dconjunto de espécies estreitamente relacionadas devido a isolamento reprodutivo ou partilhando de características morfológicas tornando-as de difícil distinção ou demarcação entre espécies crípticas.

3.3.1.2. Preparo do inóculo sólido

O inóculo consistiu de substrato sólido colonizado pelo patógeno desejado. Para sua confecção, cada isolado foi previamente cultivado em placa de Petri contendo batata dextrose ágar (BDA) por sete dias a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Discos de BDA

contendo estruturas do patógeno com 9 mm de diâmetro, extraído da borda da colônia, foram utilizados para colonização do respectivo substrato, o qual variou em função da espécie, para produção de inóculo. Antes de cada ensaio, a viabilidade do inóculo foi avaliada pelo crescimento micelial resultante da deposição de uma fração deste sobre BDA.

Rhizoctonia solani

Utilizou-se metodologia descrita por Michereff Filho *et al.* (1996), com adaptações. Cinco discos de BDA contendo estruturas do patógeno foram depositados em erlenmeyer contendo 60 g de arroz esterilizado. O erlenmeyer foi mantido por oito dias a 25 (\pm 2°C) e fotoperíodo de 12 h. Em seguida o arroz colonizado foi depositado sobre saco de papel e mantido sobre bancada, em temperatura ambiente, por 96 horas, para secagem. Posteriormente, o arroz colonizado foi triturado em liquidificador e o pó resultante constituiu o inóculo, o qual foi utilizado imediatamente.

Fusarium spp.

Seguindo a metodologia de “chaff-grain” descrita por Leslie e Summerell (2006), com adaptações, cinco discos de BDA contendo estruturas do patógeno foram depositados em erlenmeyer contendo uma mistura de farelo de trigo e grãos de aveia em casca, na proporção de 5:1 (v/v), umedecida com o mesmo volume de água destilada estéril (ADE). O substrato úmido foi mantido em geladeira por 12h a 5°C. Após esse período a água foi drenada e o substrato prensado e esterilizados em autoclave (120°C, 30 minutos, 1,5 atm) por duas vezes com intervalo de 24 horas. O erlenmeyer foi mantido por oito dias a 25 \pm 2°C com fotoperíodo de 12 horas. O substrato colonizado foi depositado sobre sacos de papel para secagem em condição ambiente por 96 horas. Em seguida o substrato seco foi triturado em um liquidificador. O pó resultante constituiu o inóculo, o qual foi utilizado imediatamente.

Pythium sp.

Foi empregada metodologia proposta por Bardin *et al.* (2004), com adaptações. Cinco discos de BDA contendo estruturas do patógeno foram depositados em erlenmeyer contendo uma mistura de farelo de trigo, farinha de

milho e água, na proporção de 1:1:1 (v/v/v). Após ser homogeneizado o substrato foi drenado e esterilizado em autoclave por (120°C, 30 minutos, 1,5 atm) por duas vezes com intervalo de 24 horas. Após ser mantido por 8 dias a 25 (\pm 2°C) e fotoperíodo de 12 horas, o substrato colonizado foi depositado sobre sacos de papel e deixados a temperatura ambiente durante 96 horas para secar. Em seguida o substrato seco foi triturado em um liquidificador. O pó resultante constituiu o inóculo, o qual foi utilizado imediatamente.

3.3.1.3. Infestação do solo e semeio

O solo utilizado foi proveniente da camada superficial de uma área próxima ao cinturão verde de Arapiraca – AL, anteriormente cultivado com consórcio de feijão e milho. O solo foi esterilizado em autoclave, por duas vezes (121°C, 1h a 1,5 atm) com intervalos de 24 horas. Após a esterilização o solo foi armazenado por sete dias antes da semeadura. Em seguida o solo foi acondicionado em recipientes retangulares com 12x18 cm. Em cada recipiente foram marcadas 4 linhas com 1 cm de profundidade para semeio de 10 sementes/linha, totalizando 40 sementes/recipiente. O inóculo foi adicionado no momento do semeio, na linha de semeadura, próximo às sementes, utilizando 0,25 g por linha de plantio. A testemunha recebeu substrato não colonizado. Os recipientes foram acondicionados em casa-de-vegetação por 30 dias.

3.3.2. Virulência de isolados causadores de podridão de raiz e colo

Foi avaliada a virulência, de isolados fúngicos cuja patogenicidade foi previamente estabelecida (Tabela 1). Com este fim, para cada isolado, sementes de coentro foram depositadas em solo infestado com inóculo do patógeno, conforme descrito nos itens 3.3.1.1, 3.3.1.2 e 3.3.1.3. A partir da emergência das plântulas foi realizada inspeção visual e as plantas tombadas e/ou com podridão no colo do caule foram consideradas doentes. As inspeções prosseguiram até o 30º dia após a semeadura. As seguintes variáveis foram estimadas: tombamento de pré-emergência (TPRE), tombamento de pós-emergência (TPOS), emergência (EME), incidência (INC), massa fresca total (MFT), massa fresca/planta (MFP), altura (ALT) e severidade (SEV).

Para todos os tratamentos, as estimativas das variáveis TPRE, TPOS, EME e INC foram padronizadas em relação a testemunha por meio das seguintes

equações: $TPRE = 100 - [(plântulas\ emergidas\ no\ tratamento\ t \times 100)/plântulas\ emergidas\ na\ testemunha]$; $TPOS = (plântulas\ tombadas\ no\ tratamento\ t \times 100)/plântulas\ tombadas\ na\ testemunha$; $EME = (plântulas\ emergidas\ no\ tratamento\ t \times 100)/plântulas\ emergidas\ na\ testemunha$ plantas emergidas no tratamento controle; $INC = (\sum pm_t + ps_t) \times 100 / (\sum pm_{testemunha} + ps_{testemunha})$; sendo t - o isolado avaliado; pm - plantas tombadas ao longo do ciclo; e ps - plantas com sintoma de necrose em raízes e/ou colo na última inspeção. A MFT foi mensurada com todas as plantas sobreviventes da parcela, sem as raízes, pesadas em balança de precisão. A MFP foi obtida pela divisão do peso da MFT pelo número de plantas sobreviventes na parcela. A variável ALT foi obtida com auxílio de régua graduada, as plantas foram medidas partir do colo da planta sem as raízes e expressa em centímetros. A SEV foi obtida por meio de uma escala de notas: 0, não agressivo, a 4, mais agressivo, conforme a equação:

$$SEV = [(número\ de\ plantas\ na\ classe\ 1 \times 1) + (número\ de\ plantas\ na\ classe\ 2 \times 2) + (número\ de\ plantas\ na\ classe\ 3 \times 3) + (número\ de\ plantas\ na\ classe\ 4 \times 4)] / média\ de\ germinação\ do\ controle\ da\ respectiva\ cultivar;$$

Sendo 1= sadia, 2 = sintomática, 3 = tombamento de PÓS-emergência e 4 = tombamento PRÉ-emergência.

O experimento foi montado em DIC com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por 40 sementes. As plantas mortas eram computadas diariamente e retiradas para comprovação via isolamento indireto, para confirmação da identidade do agente causal, garantindo assim que a doença era desencadeada pelo patógeno inoculado.

3.3.3. Resistência de variedades comerciais

Foi estimada a resistência de oito variedades comerciais de coentro (Tabela 2) a isolados fúngicos com patogenicidade comprovada (Tabela 1). Para cada combinação variedade/isolado, sementes de coentro foram depositadas em solo infestado com inóculo do patógeno, conforme descrito nos itens 3.3.1.1, 3.3.1.2 e 3.3.1.3. A partir da emergência das plântulas foi realizada inspeção visual e as plantas tombadas e/ou com podridão no colo foram consideradas doentes. No

momento da colheita, 30 dias após a semeadura, foram avaliadas a MFP, ALT, EME, INC, TPRE e TPOS e SEV, conforme descrito no item 3.3.2.

Tabela 2. Variedades comerciais de coentro avaliadas.

Variedade	Empresa comercializadora
Verdão	Isla
Verdão	Hortivale
Verdão super	Isla
Português super	Isla
Rei	Feltrin
Tabocas	Hortivale
Tapacurá	Hortivale
HTV Dom Luiz	Hortivale

Fonte: autor, 2017.

O experimento foi montado em DIC em arranjo fatorial (variedades *versus* isolados), quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por 40 sementes. O controle foi constituído pelo solo sem tratamento.

3.3.4. Efeito da desinfestação de solo pelo uso de energia solar para o controle da murcha, tombamento e podridão de raiz e colo

Coletor solar confeccionado seguindo as especificações técnicas de Ghini (1997), com adaptações (tubo com 15 cm de diâmetro e 80 cm de comprimento) foi empregado para desinfestar solo proveniente de área comercial com histórico de ocorrência da doença. O solo foi acondicionado no coletor solar por diferentes períodos (1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias). Findo os respectivos períodos de tratamento, o solo tratado foi distribuído em recipientes plásticos retangulares, com capacidade para 2L.

O semeio foi realizado com sementes da variedade Verdão. Em cada recipiente foram demarcadas 4 linhas com 1 cm de profundidade. Em cada linha foram distribuídas 10 sementes, totalizando 40 sementes/recipiente. A partir da emergência das plântulas foi realizada inspeção visual e as plantas tombadas e/ou com podridão no colo do caule foram consideradas doentes. No momento da colheita, 30 dias após a semeadura, foram avaliadas as seguintes variáveis: MSP, ALT, EME, INC, TPRE, TPOS e SEV, conforme descrito no item 3.3.4.

O experimento foi montado em DIC com cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por 40 sementes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este é o primeiro trabalho a avaliar a importância relativa de diferentes espécies de fungo como agentes causais de podridões de raiz e colo em coentro em Alagoas e a buscar alternativas de manejo para a doença na cultura.

4.1 Teste fitossanitário

A quantidade de sementes infestadas nos lotes comerciais avaliados foi pequena (Tabela 3) ao se considerar ao o que já foi relatado para cultura. Na segunda metade da década de 1990 foram analisadas 18 amostras de sementes da variedade Português, de duas safras diferentes, e foram identificados 12 gêneros de fungos. Em todos os lotes avaliados foram encontrados espécies de *Alternaria* e *Aspergillus* Neste mesmo trabalho, um lote, da safra 1994/95, apresentou 89 e 96% de incidência média para *Fusarium* sp e *Alternaria alternata*, respectivamente, e os fungos mais frequentes foram: *Alternaria alternata*, *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. Em outro trabalho mais abrangente, foram avaliadas (TRIGO *et al.*,1997).

A quantidade de sementes infestadas nos lotes comerciais avaliados foi pequena (Tabela 3) ao se considerar ao o que já foi relatado para cultura. Na segunda metade da década de 1990 foi relatado maior percentual de infestação (TRIGO *et al.*,1997). Neste, foram analisadas 18 amostras de sementes da variedade Português, de duas safras diferentes, e foram identificados 12 gêneros de fungos. Em todos os lotes avaliados foram encontrados espécies de *Alternaria* e *Aspergillus* Neste mesmo trabalho, um lote, da safra 1994/95, apresentou 89 e 96% de incidência média para *Fusarium* sp e *Alternaria alternata*, respectivamente, e os fungos mais frequentes foram: *Alternaria alternata*, *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. Em outro trabalho mais abrangente, foram avaliadas 88 amostras de sementes provenientes de 15 países distintos, incluindo duas amostras oriundas do Brasil (HASHMI; GHAFAR, 1991). De modo geral, foi verificada maior diversidade de espécies, tendo sido relatadas as seguintes espécies: *A. alternata*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium semitectum*, *F. solani* e *Phoma* sp. Para

as amostras oriundas do Brasil a incidência foi de 100%, porém com uma menor diversidade: *A. alternata*, *F. moniliforme* e *F. semitectum*. Houve baixa incidência de fungos como *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus* (HASHMI; GHAFAR, 1991).

A baixa associação pode ter ocorrido em função do tratamento químico com fungicidas realizado nas indústrias. Tratadas com Captan (dicarboximida) ou Thiran (dimetilditiocarbamato), o que deve ter reduzido a quantidade de propágulos de fungos associados. Isto fica mais evidente ao se considerar que no lote Sacaria foram encontrados os maiores valores de incidência média, 18% (Tabela 3). As sacarias são frutos de coentro destinados ao consumo humano comercializados em lojas de especiarias e condimentos. Mas sua utilização tem sido relatada, frequentemente, por diversos produtores como forma de baixar os custos de produção. No entanto, esta redução de custo pode ser um dos principais meios de disseminação de *Fusarium* sp., já que mais de 70% das espécies associadas às sementes de Sacaria são do gênero *Fusarium*.

Tabela 3 – Incidência total de fungos e de gêneros de fungo detectadas em sementes de diferentes variedades de coentro.

Variedade	Marca comercial	Incidência média (%)	Incidência média por gênero (%)		
			<i>Fusarium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	Outros
Verdão	ISLA	0	0	0	0
Verdão	Hortivale	0	0	0	0
Verdão super	ISLA	5	2	0	3
Rei	Feltrin	1	0	0	1
Tabocas	Hortivale	0	0	0	0
Tapacurá	Hortivale	3	0	3	0
Português super	ISLA	0	0	0	0
HTV Dom Luiz	Hortivale	2	0	2	0
Sacaria	M.F.	18	13	2	3

Fonte: autor, 2017.

Grande parte destes isolados foram patogênicos. Resultado relevante, porque fungos de crescimento rápido, como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phoma* spp., *Phomopsis* spp., entre outros, podem causar a morte das sementes antes mesmo da germinação (MENTEN, 1995).

4.2 Virulência de isolados causadores de podridão de raiz e colo

As avaliações visuais iniciaram no sexto dia após a semeadura (DAS), quando as plântulas começaram a emergir. O quadro sintomatológico variou entre

os isolados. Foi observado inicialmente um amarelecimento na parte aérea de algumas plântulas. Naquelas em que foi percebida a associação lesão necrótica no colo, a ocorrência de tombamento e morte ocorreu em um período inferior a dois dias. Para as que tinham folhas amareladas sem a presença de cancro na base, as lesões no colo tornaram-se perceptíveis a partir do 11^o DAS e, o colapso na base com a consequente morte da planta, ocorreu antes do término do experimento, no 30^o DAS. Para algumas plantas não foi possível a identificação de sintomas na parte aérea ou colo até a ocorrência repentina de tombamento e morte. Neste momento, ao ser retirada do solo se constatava o comprometimento dos tecidos radiculares.

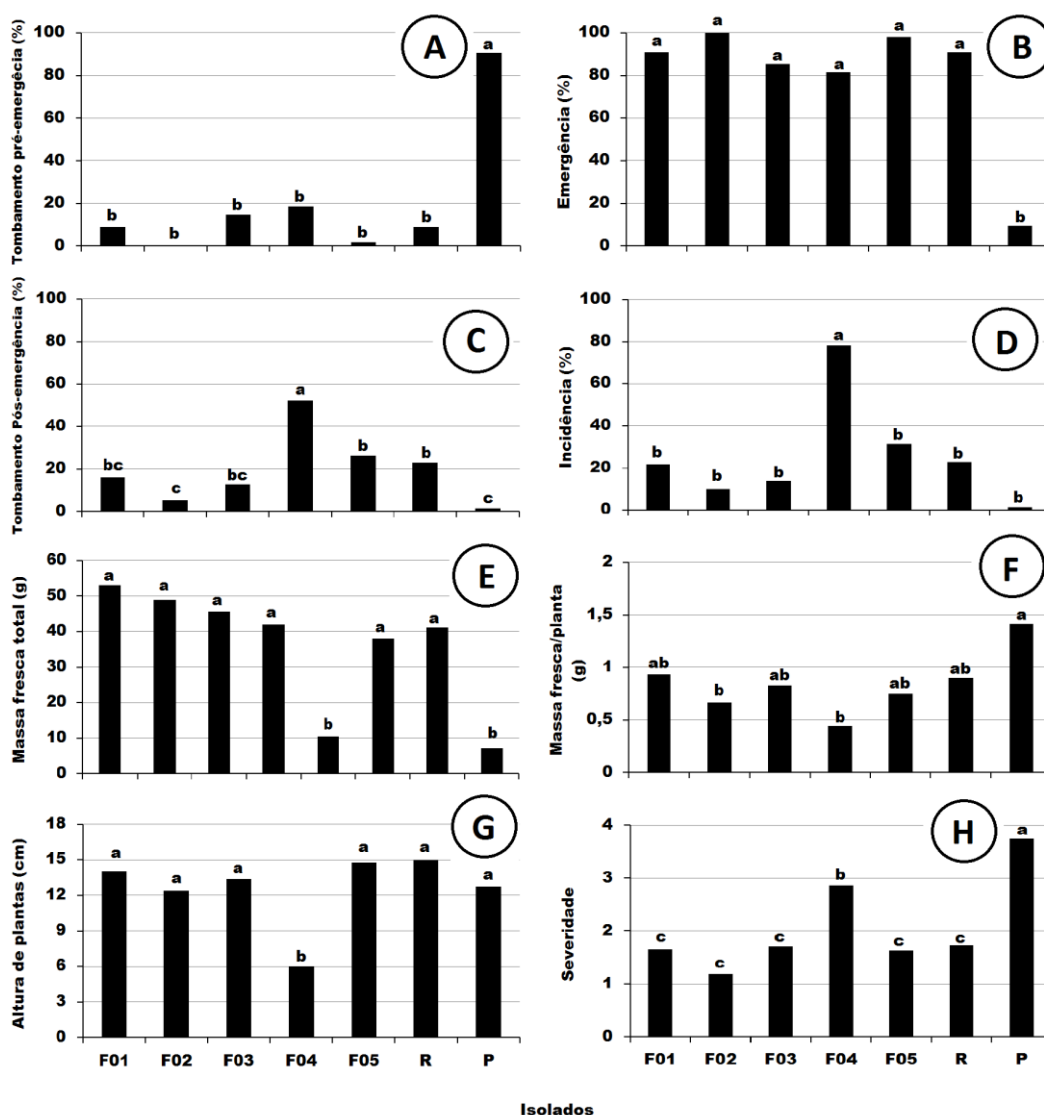
As sementes-frutos de coentro são esquizocarpos globosos, que possuem dois mericarpos, onde cada mericarpo abriga um embrião (DIEDERICHSEN, 1996), ou seja, os frutos perfeitos podem originar até duas plântulas. No entanto, nem todos os frutos geram duas plantas e para testes oficiais, a “Unidade-Semente Múltipla”, fruto que pode gerar duas plântulas, mesmo produzindo duas plântulas normais somente uma é contabilizado para o percentual de germinação (BRASIL, 2009). Para evitar distorções, para estimativas deste trabalho se considerou o número médio de plantas emergidas no tratamento controle como referência. Assim, os percentuais das variáveis TPRE, TPOS, EME e INC foram estimados considerando o número médio mensurado para testemunha como 100%.

O TPRE e EME variaram entre os isolados ($P < 0,05$) (Fig. 1 A e B). Para TPRE o percentual de plantas mortas antes da emergência foi de 90,48; 9,05; 0; 14,76; 18,57 e 1,9% para *P. irregulare*, *R. solani*, F01, F02, F03, F04 e F05, respectivamente. Para EME foram consideradas plantas emergidas aquelas com a presença dos cotilédones, sendo as porcentagens de 9,52; 90,95; 100; 85,24; 81,43 e 98,01% estimadas para *P. irregulare*, *R. solani*, F01, F02, F03, F04 e F05, respectivamente. A semeadura em solo infestado com *P. irregulare* apresentou o maior valor para TPRE e o menor para EME, 90,48 e 9,52%, respectivamente. Para TPRE, os outros isolados não diferiram estatisticamente entre si (Tukey; $P = 0,05$).

O gênero *Pythium* está entre os principais agentes causais de tombamento em diferentes espécies de plantas hospedeiras (BEDENDO, 2011a). Espécies fitopatogênicas deste gênero afetam, principalmente, sementes e plântulas jovens, como verificado em campos de cultivo de algodão (HOWELL, 2002), culturas florais

(MOORMAN *et al.*, 2002), milho e soja (ZHANG; YANG, 2000), e diversas outras culturas, principalmente em pré-emergência. Em trabalhos com o patossistema algodão X *Pythium* spp., por exemplo, o tombamento de pré-emergência chegou a 100% em vários testes desenvolvidos (HOWELL, 2002). Embora, espécies de *Fusarium* possam afetar diretamente as sementes e plântulas, seus efeitos são mais perceptíveis em pós-emergência, em especial, para os que colonizam o sistema vascular (BEDENDO, 2011).

Figura 1- Valores médios de variáveis utilizadas para estimar a virulência de isolados fúngicos causadores de podridão de raiz e colo em coentro. F01 = *Fusarium inflexum*, F02 = *F. lacertarum*, F03 = *F. inflexum*, F04 = *F. falciforme*, F05 = *F. inflexum*, R = *Rhizoctonia solani* e P = *Pythium irregulare*. As letras dentro dos círculos no canto superior direito de cada gráfico indica a variável estudada: A – Tombamento de Pré-emergência (TPRE); B – Emergência (EME); C – Tombamento de Pós-emergência (TPOS); D – Incidência (INC); E – Massa fresca total (MFT); F – Massa fresca/planta (MFP), G - Altura de plantas (ALT) e H - Severidade (SEV). Em cada gráfico, colunas com uma mesma letra não diferem entre si (Tukey; $P=0,05$).



Fonte: autor, 2017.

Para TPOS houve diferença significativa entre os isolados de *P. irregulare*, *R. solani*, F01, F02, F03, F04 e F05, cujos percentuais de plântulas mortas foi de 1,42, 22,86, 16,19, 5,24, 12,86, 52,38 e 26,19%, respectivamente (Fig. 1C). Para esta variável *P. irregulare* e F02 apresentaram os menores valores 1,42 e 5%. No solo infestado com *P. irregulare* o número de plântulas que emergiram foi baixo, conseqüentemente, restaram poucos indivíduos para que a morte após a emergência ocorresse. *R. solani* e F05 apresentaram situação intermediária que não diferiram dos isolados F01 e F03, que apresentaram 16,19 e 12,86%, respectivamente.

O isolado F04 apresentou o maior valor de TPOS, 52,38%, evidenciando sua virulência em pós-emergência. Este isolado, *F. falciforme*, pertence ao complexo *solani*, reconhecido por sua inespecificidade e virulência a diferentes espécies de plantas. Os demais isolados de *Fusarium* pertencem a outros complexos.

F. lacertarum foi associado à murcha de pinheiros de *Casuarina equisetifolia* no Rio Grande do Sul (POLETTO *et al.*, 2015). É possível que essa espécie possua pouca habilidade patogênica ao coentro, ou ainda, seu efeito esteja ligado à colonização de feixes vasculares, atuando de forma mais branda sobre sementes e plântulas.

A variável INC (Fig. 1D) corresponde às plantas que morreram durante o ciclo de avaliações somadas as plantas que apresentaram necrose nas raízes ou no colo ao fim do ciclo. Esta variável apresentou valores entre 1,43 a 78,1%, para *P. irregulare* e F04, respectivamente. A MF (Fig. 1E) variou de 7,25 a 57,97g, sendo os menores valores associados à semeadura em solo inoculado com *P. irregulare* e F04 com 7,25 e 10,5g, respectivamente. A baixa incidência para *P. irregulare* é reflexo do menor número de plantas sobreviventes e foi verificado, de modo geral, que plantas adultas não são afetadas por este isolado. Entre todos os isolados, o F04 foi o que a apresentou a maior incidência e o segundo menor valor de massa fresca 10,5g, as plantas cultivadas no solo infestado com este isolado, se apresentaram atrofiadas e com sistema radicular comprometido.

A MFP (Fig. 1F), variável que corresponde a massa fresca total dividida pelo número de plantas sobreviventes, variou de 0,44 a 1,41g para F04 e *P. irregulare*, respectivamente. Como citado anteriormente, foi constatado que as plantas crescidas em solo infestado por F04 tiveram maior comprometimento de raízes e encurtamento do caule com pouca produção de folhagens, o que é refletido pelo baixo peso por planta. Para *P. irregulare* foi mensurado o maior peso. Para este isolado a sua atuação como patógeno em pós-emergência foi menor (Fig. 1C-E) e, portanto, as plantas que conseguiram chegar até o final do ciclo competiram menos entre si por água, luz e nutrientes.

Para ALT (Fig. 1G), obtida através da mensuração da planta a partir do colo até a última folha, sem as raízes, os valores médios foram 12,76, 14,97, 15,18, 14,05, 12,40, 13,38, 6,03 e 14,79cm, para *P. irregulare*, *R. solani*, F01, F02, F03, F04, F05 e solo estéril, respectivamente. Apenas F04 diferiu dos demais isolados (Tukey; $P=0,05$). Para SEV (Fig. 1H), variável que integra tombamento de pré e pós-emergência e plantas sintomáticas, foi estimada diferença significativa de valores entre os isolados. A SEV estimada foi de 3,74, 1,73, 1,65, 1,18, 1,71, 2,86 e 1,63, para *P. irregulare*, *R. solani*, F01, F02, F03, F04 e F05, respectivamente. Os valores de *P. irregulare* e F04 diferiram entre si mas foram, ambas, significativamente maiores do que as dos demais isolados (Tukey; $P=0,05$). A equação utilizada para calcular a severidade dá uma importância decrescente para a ocorrência de tombamento pré-emergência, tombamento pós-emergência, plantas vivas ao final do ciclo (mas doentes e plantas saudáveis). Logo, a diferença detectada para *P. irregulare* e F04 é reflexo da maior atuação em pré-emergência e pós-emergência, respectivamente, destes isolados.

Houve correlação positiva entre INC e TPOS ($r=0,98$; Pearson, $p=0,10$). Foi verificado, visualmente, que muitas plantas emitiram novas raízes, numa tentativa de restabelecer o sistema radicular. Porém, raízes danificadas implicam em uma menor produção de biomassa, evidenciado pela correlação negativa entre INC e ALT ($r=-0,76$) e MFT ($r=-0,74$). O isolado F04 apresentou a menor altura de plantas, sendo significativamente inferior aos demais isolados com média de 6 cm (Fig. 1G). Isso, conseqüentemente, resultou em uma menor produção de massa fresca total, 10,5g (Fig. 1F). Para MFP, *P. irregulare* apresentou o maior valor, 1,41g. No entanto, esse resultado superior não é reflexo de um bom desempenho. Isso pode ser explicado

pelo fato de que, tendo a parcela um menor número de plantas, houve uma menor competição e um maior aproveitamento de luz e de nutrientes presentes no solo.

Durante a condução deste trabalho foi possível perceber a complexidade das doenças no campo, onde o solo infestado por diferentes agentes expressam diferentes reações nas plantas e, conseqüentemente, diferentes sintomas. Ao analisar a virulência de cada isolado, separadamente, é possível notar que cada um tem o seu principal efeito evidenciado em determinadas fases da cultura. Para *Pythium*, foi observada maior influência na fase de germinação e pré-emergência da cultura. Para *Rhizoctonia*, seu efeito foi detectado na pré e pós-emergência. Para *Fusarium*, seu efeito foi mais evidente na pós-emergência, causando murchas e podridões de raízes.

4.3 Avaliação do efeito dos isolados patogênicos em variedades comerciais de coentro

As plântulas de coentro possuem os tecidos iniciais muito tenros, com caulículo muito fino e as observações devem ser diárias a partir do surgimento das primeiras plantas que emergem, pois a evolução do tombamento pós-emergência é muito rápido.

Entre as variáveis analisadas, houve interação entre os fatores isolados *versus* variedades para EME, TPRE e TPOS ($P < 0,05$). Para as demais variáveis, não foi necessário o desdobramento.

Analisando os efeitos do tombamento de pré-emergência (Tabela 5) das variedades sobre os isolados foi verificada tendência de *P. irregulare* e *R. solani* serem mais virulentos que os demais isolados em todas as variedades. No entanto, não houve diferença significativa para a maioria das variedades. O isolado F02, teve o menor efeito para esta variável em todas as variedades testadas. Ao avaliar os isolados dentro das variedades é verificada uma homogeneidade entre as variedades. A variedade Verdão (Isla) apresentou os menores valores para a maioria dos isolados de *Fusarium*.

Os isolados de *P. irregulare*, *R. solani* e F04, destacaram-se como os que influenciaram negativamente a emergência para a maioria das variedades. Já o isolado F02 teve a menor influência para emergência em todas as variedades

testadas, permitindo maior emergência de plântulas. Ao avaliar os isolados dentro das variedades foi verificada uma constante homogeneidade dos percentuais de emergência entre as variedades, ou seja, o isolado tende a ter a mesma virulência para todas as variedades.

Tabela 4 - Emergência de plântulas de coentro de diferentes variedades semeadas em solo infestado com inóculo de fungos causadores de podridão de colo e raiz.

Variedades/empresa comercializadora	Emergência (%)						
	Isolados						
	F01	F02	F03	F04	F05	R	P
Verdão/Isla	92,37 aA	99,42 aA	100 aA	89,69 aA	90,65 aA	75,38 aA	29,77 aB
Verdão/Hort	42,74 bBC	86,32 aA	70,08 aAB	36,75 abCD	75,21 aAB	11,97 bD	53,85 aABC
Verdão Super	79,68 abAB	96,76 aA	84,89 aAB	77,52 abAB	90,29 aAB	36,69 abB	40,83 aB
Rei	66,93 abAB	88,78 aA	81,89 aA	32,28 bB	92,52 aA	26,77 bB	59,65 aAB
Tabocas	59,35 abAB	100 aA	79,47 aAB	57,72 abAB	81,30 aAB	34,15 abB	49,39 aAB
Tapacurá	60,60 abABC	89,31 aA	75,56 aAB	26,12 bBC	83,98 aAB	14,32 bC	36,80 aABC
Português Super	71,47 abAB	84,44 aA	70,76 aAB	71,47 abAB	88,45 aA	36,09 abB	36,09 aB
HTV Dom Luiz	88,48 aAB	100 aA	85,87 aAB	42,61 abB	96,74 aA	46,09 abB	53,08 aAB

Fonte: autor, 2017.

Para cada variedade as médias foram padronizadas em relação a sua respectiva testemunha (cujo semeio ocorreu em solo não infestado), sendo número de plântulas emergidas na testemunha considerado 100%.

Médias seguidas de, pelo menos, uma letra minúscula igual não diferem entre si na coluna e de, pelo menos, uma letra maiúscula igual não diferem entre si na linha (Tukey; $P=0,05$)

F01 = *Fusarium inflexum*, F02 = *F. lacertarum*, F03 = *F. inflexum*, F04 = *F. falciforme*, F05 = *F. inflexum*, R = *Rhizoctonia solani* e P = *Pythium irregulare*.

O tombamento de pós-emergência (tabela 6) foi afetado, principalmente, pelos isolados de *R. solani* e F04 com percentual máximo de 30,53 e 38,17%, respectivamente, ocorrido na variedade Verdão – Isla. As variedades Verdão super, Rei e Tapacurá, não apresentaram diferença entre os isolados ($P=0,05$). Ao analisar a influência dos isolado dentro das variedades, não foi detectado diferença entre as variedades quando submetidas a solo infestado com: F02, F05, *R. solani* e *P. irregulare*, ou seja, independente do percentual de mortes de plantas há uma tendência de homogeneidade entre as variedades. A variedade Português Super apresentou maior susceptibilidade para os isolados F01 e F03, ambos *F. inflexum* – complexo oxysporum. É possível que a variedade tenha sido afetada pela adaptabilidade, uma vez que, nesse período, esta variedade é indicada para regiões Sul e Sudeste do Brasil, o que pode ter predisposto para o ataque deste patógeno.

Para INC, houve diferença significativa entre os isolados, mas não entre as variedades (Fig. 2A-B). As médias entre isolados variaram entre 29,9 e 86,73% para F05 e *P. irregulare*, respectivamente. O isolado de *P. irregulare*, *R. solani* e F04 não diferiram e apresentaram os maiores valores de incidência: 86,73, 81,27 e 71,84%,

respectivamente. Os menores percentuais de incidência foram verificados para F02 e F05 com 22,34 e 29,9%, respectivamente. Esses grupos pertencem aos complexos incarnatum-equiseti e oxysporum, respectivamente. A incidência média entre as variedades variou de 47,9 a 68,59% para Dom Luiz e Português super, respectivamente.

Tabela 5 - Tombamento pré-emergência de plântulas de coentro de diferentes variedades semeadas em solo infestado com inóculo de fungos causadores de podridão de colo e raiz.

Variedades/empresa comercializadora	Tombamento pré-emergência (%)						
	Isolados						
	F01	F02	F03	F04	F05	R	P
Verdão/Isla	7,63 bB	0,57 aB	0 aB	10,31 bB	9,35 aB	24,62 bB	70,23 aA
Verdão/Hort	57,26 aABC	13,67 aD	29,91 aBD	63,25 abAB	24,79 aBD	88,03 aA	46,15 aBC
Verdão Super	20,32 abAB	3,24 aB	15,11 aAB	22,48 abAB	9,71 aAB	63,31 abA	50,17 aA
Rei	33,07 abAB	11,22 aB	18,11 aB	67,72 aA	7,48 aB	73,23 aA	40,35 aAB
Tabocas	40,65 abAB	0 aB	20,53 aAB	42,28 abAB	18,7 aAB	65,85 abA	50,61 aAB
Tapacurá	39,33 abABC	10,68 aC	24,44 aBC	73,88 aAB	16,02 aBC	85,68 aA	63,2 aABC
Português Super	28,53 abAB	15,56 aB	29,24 aAB	28,53 abAB	11,55 aB	63,91 abA	63,91 aA
HTV Dom Luiz	11,52 bAB	0 aB	14,13 aAB	57,39 abA	3,26 aB	53,91 abA	46,96 aAB

Fonte: autor, 2017.

Para cada variedade as médias foram padronizadas em relação a sua respectiva testemunha (cujo semeio ocorreu em solo não infestado), sendo número de plântulas emergidas na testemunha considerado 100%. Médias seguidas de, pelo menos, uma letra minúscula igual não diferem entre si na coluna e de, pelo menos, uma letra maiúscula igual não diferem entre si na linha (Tukey; $P=0,05$)

* F01 = *Fusarium inflexum*, F02 = *F. lacertarum*, F03 = *F. inflexum*, F04 = *F. falciforme*, F05 = *F. inflexum*, R = *Rhizoctonia solani* e P = *Pythium irregulare*.

Tabela 6 - Tombamento pós-emergência de plântulas de coentro de diferentes variedades semeadas em solo infestado com inóculo de fungos causadores de podridão de colo e raiz.

Variedades/empresa comercializadora	Tombamento pós-emergência (%)						
	Isolados						
	F01	F02	F03	F04	F05	R	P
Verdão/Isla	10,69 bAB	1,53 aB	12,21 bAB	38,17 aA	9,92 aAB	30,53 aAB	9,16 aAB
Verdão/Hort	4,27 bB	0 aB	5,13 bB	17,95 abA	3,42 aB	5,13 aB	5,98 aAB
Verdão Super	5,04 bA	0 aA	4,32 bA	9,35 abA	7,19 aA	10,07 aA	10,07 aA
Rei	3,94 bA	0 aA	7,87 bA	4,72 bA	0,79 aA	8,66 aA	5,51 aA
Tabocas	4,88 bAB	0 aB	4,06 bAB	13,01 abAB	4,88 aAB	21,14 aA	9,76 aAB
Tapacurá	11,38 abA	1,63 aA	9,76 bA	3,25 bA	7,32 aA	4,88 aA	3,25 aA
Português Super	28,30 aAB	2,12 aC	29,72 aA	12,03 abABC	18,4 aABC	10,61 aABC	4,95 aBC
HTV Dom Luiz	13,04 abAB	1,74 aB	4,35 bAB	5,22 bAB	9,56 aAB	22,61 aA	7,83 aAB

Fonte: autor, 2017.

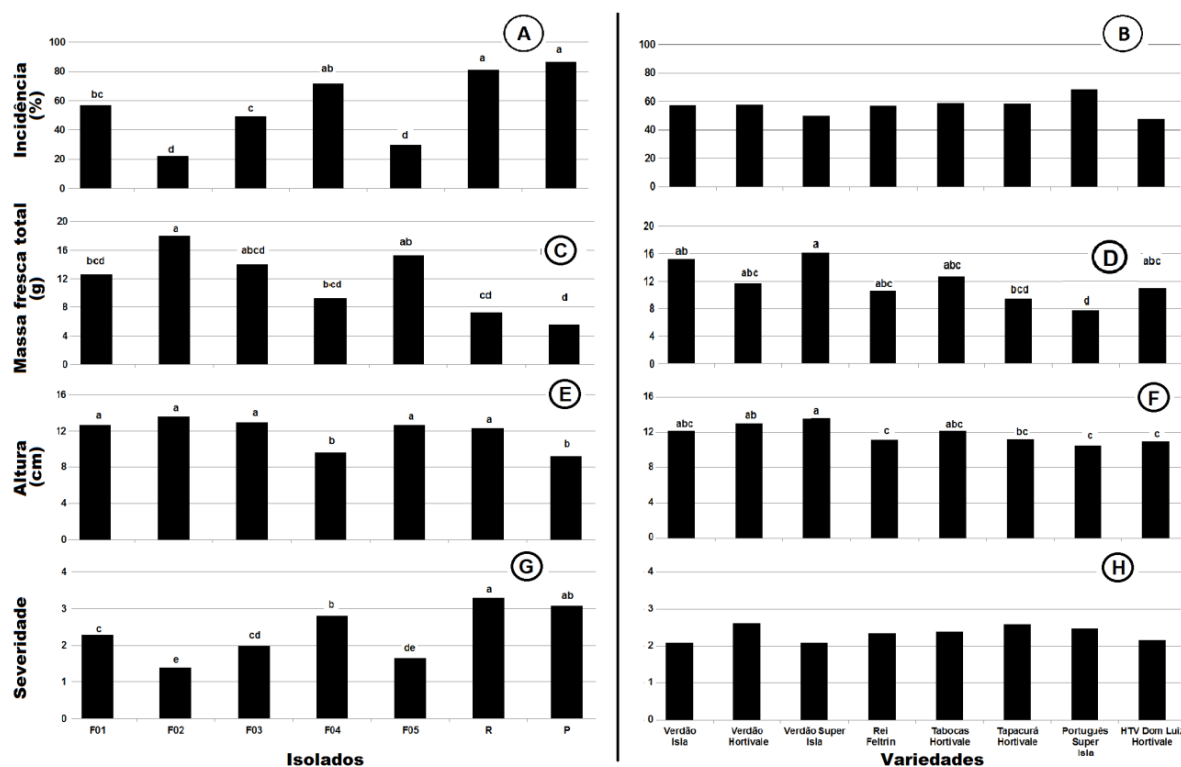
Para cada variedade as médias foram padronizadas em relação a sua respectiva testemunha (cujo semeio ocorreu em solo não infestado), sendo número de plântulas emergidas na testemunha considerado 100%. Médias seguidas de, pelo menos, uma letra minúscula igual não diferem entre si na coluna e de, pelo menos, uma letra maiúscula igual não diferem entre si na linha (Tukey; $P=0,05$)

F01 = *Fusarium inflexum*, F02 = *F. lacertarum*, F03 = *F. inflexum*, F04 = *F. falciforme*, F05 = *F. inflexum*, R = *Rhizoctonia solani* e P = *Pythium irregulare*.

A MFT variou entre os isolados e entre as variedades (Tukey; $P=0,05$) (Fig.2C, D). Para os patógenos variou de 5,53 a 18g, apresentando os piores

resultados para os isolados de *P. irregulare* e *R. solani*, com 5,53 e 7,22g respectivamente. Os isolados que permitiram a maior produção de massa fresca foram: F02, F03 e F05 com 18, 14,01 e 15,27g, respectivamente. Para as variedades, a massa fresca apresentou os seguintes valores: 15,26, 11,7, 16,18, 10,56, 12,71, 9,46, 7,75 e 10,91g, para: Verdão - Isla, Verdão – Hortivale, Verdão Super - Isla, Rei - Feltrin, Tabocas - Hortivale, Tapacurá - Hortivale, Português Super - Isla e HTV Dom Luiz - Hortivale, respectivamente.

Figura 2- Valores médios de variáveis quantificadas para estimar o efeito de diferentes isolados fúngicos patogênicos sobre variedades de coentro (gráficos à esquerda da figura) e a suscetibilidade de variedades de coentro a podridão de raiz e colo causada por diferentes isolados (gráficos à direita) F01 = *Fusarium inflexum*, F02 = *F. lacertarum*, F03 = *F. inflexum*, F04 = *F. falciforme*, F05 = *F. inflexum*, R = *Rhizoctonia solani* e P = *Pythium irregulare*. Em cada gráfico, colunas com uma mesma letra não diferem entre si (Tukey; P=0,05).



Fonte: autor, 2017.

A maior produtividade de biomassa foi obtida pela variedade Verdão super, que não diferiu dos dois lotes de Verdão, Tabocas, Rei e Dom Luiz. A variedade Português super obteve o menor rendimento de massa fresca, 7,75g, seguida por Tapacurá com 9,46g. Essa menor produção deve ser atribuída a pouca adaptabilidade climática dessas variedades, que durante a época de desenvolvimento deste trabalho, as mesmas são indicadas para regiões do sul e sudeste do Brasil. A variedade Verdão super, superou a Português super em mais

de 200% e, embora com números inferiores, a Verdão das duas marcas comerciais testadas, não diferiu da Verdão super (Tukey; $p=0,05$). Esta é comercializada como tolerante e a Português super como resistente a patógenos radiculares. Entretanto, a empresa não informa os grupos ou espécies de patógenos as quais essas variedades apresentam resistência.

Para ALT houve diferença para isolados e para as variedades (Tukey; $P=0,05$) (Fig. 2E-F). Para os isolados a altura variou de 9,23 a 13,58 cm, para *P. irregulare* e F02, respectivamente. As menores alturas foram verificadas para *P. irregulare* e F04 que apresentaram 9,23 e 9,66, respectivamente. O isolado que permitiu maior altura de plantas foi o isolado F02 média de 13,58 cm. Os isolados F01, F03 e F05, do complexo oxysporum, apresentaram 12,68, 12,97 e 12,65 cm, respectivamente, não diferindo de *R. solani* com 12,3 cm. As variedades apresentaram médias de altura de 12,21; 13,07; 13,6; 11,22; 12,21; 11,27; 10,55 e 11,01 cm para Verdão - Isla, Verdão - Hortivale, Verdão Super - Isla, Rei - Feltrin, Tabocas Hortivale, Tapacurá - Hortivale, Português Super - Isla e HTV Dom Luiz - Hortivale, respectivamente.

A SEV foi influenciada apenas pelos isolados, que apresentaram as seguintes notas: 3,08; 3,29; 1,64; 2,80; 1,99; 1,38 e 2,29, para *P. irregulare*, *R. solani*, F05, F04, F03, F02 e F01 respectivamente (Fig. 2G-H). O isolado de *R. solani*, apresentou a maior severidade, não diferindo de *P. irregulare* (Fig. 2G). Este, por sua vez, não diferiu de F04. Os três isolados de *F. inflexum* (complexo oxysporum) apresentaram diferenças significativas para todas as variáveis analisadas. Esses isolados foram obtidos de áreas distintas e características do solo ou manejo podem estar influenciando, de diferentes formas, a sua população. Esses resultados evidenciam a variabilidade dentro de uma mesma espécie.

As variedades se encontram em um mesmo patamar de resistência, para a variável severidade (Fig. 2H), variando de 2,09 a 2,49, de acordo com a escala de notas. De modo geral, a busca por genótipos resistentes para qualquer doença inicia com materiais já cultivados, pois estes já possuem as características agrônomicas desejadas. No entanto, em virtude da domesticação, genes que poderiam conferir resistência podem ter sido perdidos durante as etapas de melhoramento, pois o processo de seleção muitas vezes é direcionado para outras características de

interesse (LIMA *et al.*, 2005). É o caso da variedade Verdão, obtida na década de 1980, a partir de cruzamentos com linhagens da variedade Nacional Palmeira. Este cruzamento tinha por objetivo a resistência a doenças foliares como antracnose e alternariose (ISLA, 2003). A variedade Nacional Palmeira ainda é comercializada pela Feltrin, mas não havia disponibilidade de sementes durante o desenvolvimento deste trabalho e, conseqüentemente, ela não foi avaliada. Na Índia, a principal doença radicular para a cultura do coentro é a murcha de *Fusarium*, atribuída a *Fusarium oxysporum* f. sp. *corianderii*, e os agricultores tem como principal ferramenta de manejo a utilização de variedades tolerantes ou resistentes como as variedades CS287 e Karan aliadas a microbiolização com *Trichoderma harzianum* (ÍNDIA, 2014).

Espécies de *Pythium* são responsáveis por morte de plântulas em diferentes culturas agrícolas (BEDENDO, 2011a). Avaliações envolvendo 22 variedades de algodão detectou apenas sete com alguma resistência. Destas, apenas duas não apresentaram mortes de plantas em três repetições do teste (HOWELL, 2002). Testes com *Pythium myriotylum* e bulbos de *Caladium* (*Caladium x hortulanum*), observou que em 23 variedades comerciais apenas três apresentaram níveis moderados de resistência, as demais foram suscetíveis ou altamente suscetíveis perdendo mais de 94% da massa de raízes (DENG *et al.*, 2005).

A Índia, um dos maiores produtores mundiais de coentro, classifica *Rhizoctonia solani* e *Pythium sulcatum* Pratte Mitchell como patógenos de importância regional, enquanto *Fusarium oxysporum* f. sp. *corianderii* (FOC) de importância nacional. FOC é tratada como causadora de murcha, desencadeando esterilidade de flores e má formação de sementes. Porém, quando a infecção é grave, já no estágio inicial, resulta em grandes falhas de estande, característica de tombamento de plântulas, levando ao total comprometimento da cultura (ÍNDIA, 2014).

Na maioria dos campos de cultivo, foi verificada constante infestação pelo inseto conhecido por paquinha ou cachorrinho-d'água (*Neocurtilla hexadactyla* Perty, 1832 e *Scapteriscus* spp.), a interferência causada por este inseto, pode favorecer a infecção por patógenos. Neste caso, espécies que se mostraram menos virulentas para as variáveis avaliadas neste teste, podem ter seus efeitos aumentados devido à

ação sinérgica destes insetos e os patógenos habitantes do solo, no momento em que se alimenta e lesiona raízes. Trabalho com *Sclerotium rolfsii* e pimentão não verificou interferência do ataque de paquinhos na incidência da doença (NETTO *et al.*, 2013). No entanto, esse fenômeno não deve ser ignorado em futuros trabalhos.

4.4 Efeito da desinfestação de solo pelo uso de energia solar no controle de podridão de raiz e colo em coentro

Foram verificados diferentes sintomas, em plantas da mesma parcela, variando entre a descoloração foliar, murcha e necroses iniciais seguida da morte da plântula. Durante a desinfestação a temperatura média do solo dentro do coletor solar foi de 60° C, com extremos de 53 e 70°C. As avaliações seguiram o mesmo roteiro dos demais testes.

Para todas as variáveis foi detectado efeito significativo a partir do 3° dia de permanência no coletor solar. O resultado difere do encontrado por Ghini (1993), que utilizando condições artificiais concluiu que um único dia de permanência no coletor solar é suficiente para desinfestar solo com *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Pythium aphanidermatum*. A temperatura já alcançada dentro de um coletor solar foi de 80° C (GHINI, 2004), no entanto, na condução deste trabalho a temperatura máxima alcançada foi 70° C. Nos tratamentos de um e dois dias a temperatura máxima foi 53,5 e 56°C, respectivamente, provavelmente devido a nebulosidade nestes dias de avaliação, estas temperaturas foram insuficientes para neutralizar os patógenos presentes no solo destes tratamentos. No entanto, em um único dia de temperatura acima de 70° C pode ser suficiente para eliminar estes patógenos.

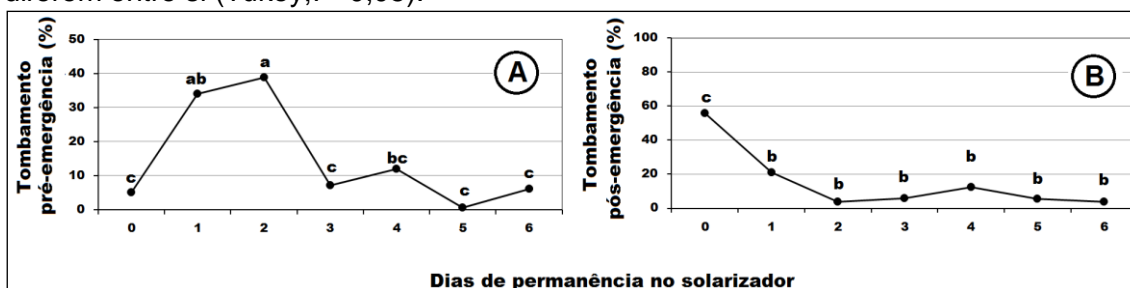
Foram realizados isolamentos, a partir de colo e raízes com sintomas da doença, de plantas cultivadas no solo não tratado pelo coletor solar. E, através de aspectos morfológicos, foi verificado que os principais agentes associados eram dos gêneros *Rhizoctonia* e *Fusarium*. Possivelmente, mais de uma espécie de *Fusarium* está presente nesta área, devido à diversidade de cor e morfologia de colônias crescidas em meio BDA. Não foi detectada a presença de *Pythium* nestes isolamentos.

O TPRE variou de 38,9 a 0,64%, para os tratamentos 2 e 5 dias de exposição no coletor, respectivamente (Fig. 3A). Os tratamentos 0, 3, 4, 5 e 6 dias de

exposição não diferiram. Foi observada maior quantidade de tombamento pré-emergência no solo acondicionado por um e dois dias no coletor quando comparado com o solo não exposto. Na solarização do solo as temperaturas médias estão entre 40 e 50° C e se faz necessário entre 30 e 60 dias para obter o controle dos patógenos (KATAN, 1999), é possível que a temperatura elevada por um e dois dias tenha influenciado positivamente os patógenos presentes no solo. No entanto, estudo simulando o efeito da solarização no campo com incrementos de um formulado de *Brassica carinata*, verificou que mesmo em regimes de temperaturas sub-ótimas por sete dias, proporcionaram resultados vantajosos em termos de controle de doença para os patossistemas rúcula *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* e manjeriço *F. oxysporum* f. sp. *basilici* (GILARDI *et al.*, 2014).

Considerando como referência o tratamento 0, solo sem exposição ao calor dentro do coletor solar, houve redução de 65% no tombamento de pós-emergência (Fig. 3B) no 1º dia de tratamento e de 90% a partir do 3º dia. Trabalho realizado utilizando coletor solar com tubos de 10 cm de diâmetro para desinfestação de *Phytophthora parasitica* em substrato para mudas de citros, verificou 100% de sobrevivência com apenas um dia de tratamento no coletor solar, para a maioria das variáveis analisadas os resultados não diferiram do solo não inoculado (MIO *et al.*, 2002). O uso do coletor solar para tratamento de solo infestado com *Phytophthora palmivora* aumentou a sobrevivência de mudas de mamoeiro variedade Sunrise solo (CARNAÚBA, 2006).

Figura 3. Valores médios de TPRE e TPOS da podridão de raiz e colo em coentro semeado em solo tratado com coletor solar. Em cada gráfico, pontos com uma mesma letra não diferem entre si (Tukey; $P=0,05$).



Fonte: autor, 2017.

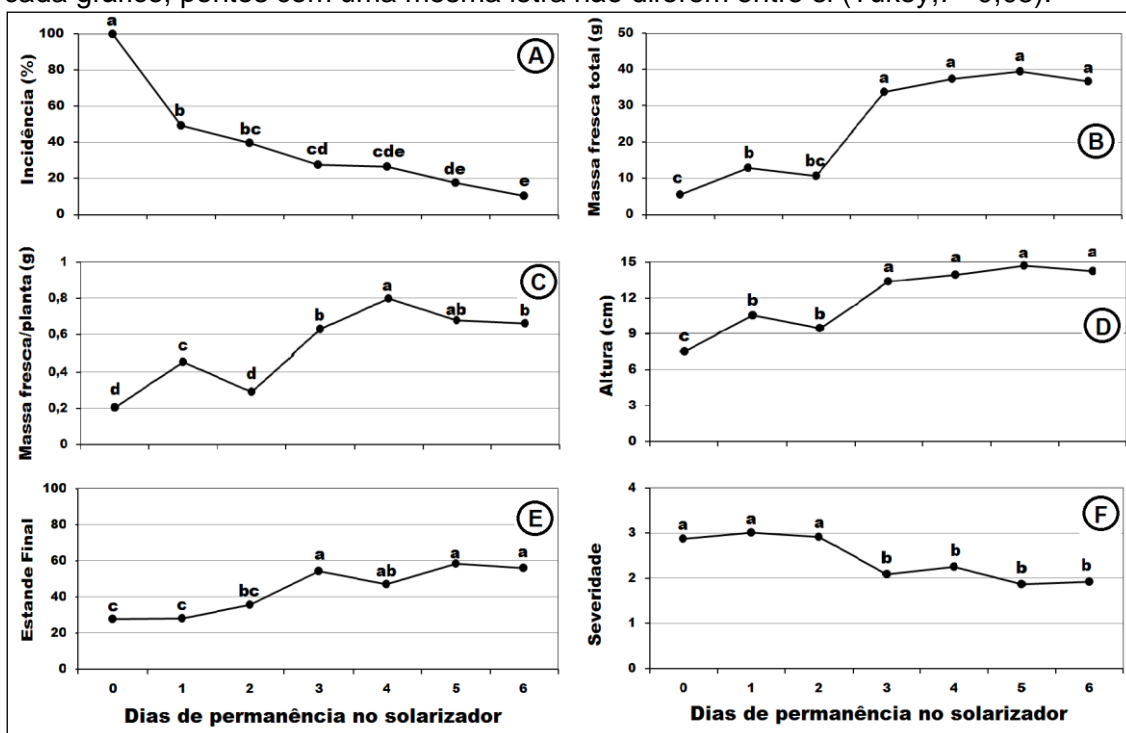
A única variável que apresentou diferença significativa em todos os tratamentos foi a INC (Fig. 4A). Para ela, o solo tratado por 6 dias apresentou o menor número de plantas acometidas pela doença, apenas 10%. Essa, também foi a

única variável em que o solo tratado por 3 dias (INC=27%) diferiu significativamente dos tratamentos com maior tempo de exposição, tendo forte correlação negativa entre importantes variáveis agrônômicas como a produção de massa fresca e altura de plantas $r = -0,81$ ($P=0,02$) e $r = -0,89$ ($P=0,01$), respectivamente.

Para massa fresca total (Fig. 4B) e a altura de plantas (Fig. 4D) houve acréscimo superior a 300 e 70%, respectivamente, a partir do 3º dia de tratamento. Altura, incidência e massa fresca diferiram estatisticamente da testemunha, com apenas um dia de exposição ao coletor solar. O tratamento de substrato com coletor solar para *P. parasítica* permitiu a produção de biomassa igual a da testemunha plantada em solo sem inoculação, o mesmo ocorreu para a variedade altura de plantas (MIO *et al.*, 2002).

A massa fresca/planta (Fig. 4C) variou de 0,20 a 0,80g para o solo com 0 e 4 dias de tratamento. O maior peso individual para o tratamento 4 foi devido um menor estande final, apenas 47 plantas enquanto para os tratamento 3, 5 e 6 dias o maior numero de plantas, 54, 58 e 56 plantas, respectivamente.

Figura 4. Valores médios de Incidência, massa fresca total, massa fresca/planta, altura, estande final e severidade de plantas de coentro cultivadas em solo proveniente de área de cultivo comercial, naturalmente infestado com patógenos radiculares, submetido a diferentes períodos de permanência em coletor solar (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dias) para desinfestação. Em cada gráfico, pontos com uma mesma letra não diferem entre si (Tukey; $P=0,05$).



Fonte: autor, 2017.

O estande final (Fig. 4-E), o qual variou de 27 a 58 plantas, teve incrementos de 200% a partir do 3º dia de tratamento no coletor solar. Fato semelhante é verificado na variável matéria fresca que passou de 5g no solo sem tratamento, para 30-40 gramas entre o 3º e o 6º dia de tratamento. O maior número de plantas sem comprometimento das raízes resultou em uma maior produção de biomassa, evidenciados pela forte correlação entre essas duas variáveis, 0,94 ($P < 0,01$).

Para severidade (Fig. 4-F), embora tenha ocorrido variação entre os dias de tratamento com as seguintes notas: 2,88; 3,01; 2,91; 2,09; 2,25; 1,86 e 1,92, para 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias, respectivamente, o solo sem tratamento não diferiu do solo tratado por 1 ou 2 dias. E, embora a severidade da doença tenha reduzido com os dias de tratamento não houve diferença significativa entre os tratamentos com 3, 4, 5 ou 6 dias de tratamento. Possivelmente, esta diferença esteja ligada a temperatura atingida nos tratamentos com um ou dois dias de exposição, máximo de 56º C, com esta temperatura o tempo de exposição deverá ser maior para que seja obtida a inativação dos propágulos (BEDENDO *et al.*, 2011b).

Temperaturas sub-letais para os antagonistas enfraquecem os propágulos dos patógenos, que são facilmente colonizados pelos antagonistas, contribuindo para a redução do inóculo (GHINI, 1997). É possível que os efeitos da desinfestação com coletor solar sejam ainda maiores para este patossistema caso o plantio não seja realizado imediatamente após o tratamento, como ocorreu nesse teste. Esse pousio permitiria uma maior ação por parte dos microrganismos antagonistas, ou ainda, os efeitos seriam maiores em um segundo ciclo. Colonizar o solo com antagonistas pode ser potencialmente benéfico como estratégia de manejo.

5 CONCLUSÕES

- Os isolados diferem em virulência;
- O isolado com maior virulência foi *Pythium irregulare*;
- As variedades se encontram em um mesmo nível de resistência para todas as espécies fitopatogênicas estudadas;
- O uso do coletor solar foi eficiente para reduzir a podridão de raiz e colo, e o tombamento.

6 REFERÊNCIAS

- ABCSEM. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças. 2009. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 08/08/2017.
- ADAMS, G. C. *Thanatephorus cucumeris (Rhizoctonia solani)*, a species complex of wide host range. **Advances in Plant Pathology**, v. 6, p. 535-552, 1988.
- ALAGOAS. Instituto de Desenvolvimento Rural e Abastecimento de Alagoas - IDERAL. Maceió, 2014.
- AMBRÓSIO, M. M. D. Q. *et al.* Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.
- BARBOSA, R. M. *et al.* Chemical control of pathogens and the physiological performance of peanut seeds. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 2, p. 322-326, 2013.
- BARDIN, S. D. *et al.* Control of *Pythium damping-off* of sugar beet by seed treatment with crop straw powders and a biocontrol agent. **Biological control**, v. 29, n. 3, p. 453-460, 2004.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. St. Paul, Minnesota: APS PRESS, 1998.
- BEDENDO, I. P. *Damping-off*. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011a.p.435-440.
- _____. Murchas vasculares. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011b. p.451-457.
- _____. Podridões de raiz e de colo. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011c. p.443-448.
- BEDENDO, I. P. *et al.* Controle cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011a. p.367-388.
- _____. Controle cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4ª. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011b. p.367-387.
- BETTIOL, W. *et al.* Solarização do solo para controle de *Pythium* e plantas daninhas em cultura de crisântemo. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 3, p. 459-462, 1994.
- BHALIYA, C. M.; JADEJA, K. B. Efficacy of different fungicides against *Fusarium solani* causing coriander root rot. **The Bioscan**, v. 9, n. 3, p. 1225-1227, 2014.

BHAT, S. *et al.* Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. **African Journal of Plant Science**, v. 8, n. 1, p. 25-33, 2014.

BILGI, V. N. *et al.* Response of dry bean genotypes to Fusarium root rot, caused by *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, under field and controlled conditions. **Plant disease**, v. 92, n. 8, p. 1197-1200, 2008.

BIONDI, C. M. *et al.* Tolerância do coentro ao parasitismo do nematoide *Meloidogyne incognita* raça 1. **Nematologia brasileira**, v. 25, n. 2, p. 239-241, 2001.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**. MINISTRO DO PLANEJAMENTO, O. E. G. RIO DE JANEIRO 2006.

_____. **Regras para Análise de Sementes - RAS**. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E. A. Brasília: MAPA: 399 p. 2009.

BRUEHL, G. W. **Soil borne plant pathogens**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 368.

CAMARGO, L. E. A. Controle genético. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4ª. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011a.

_____. Genética da interação patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4ª. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011b.

CARDOSO, J. E. Podridões radiculares. In: SARTORATO, A. e RAVA, A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.300.

CARLING, D. E. Group in in *Rhizoctonia solani* By Hiphal Anastomosis Reaction. In: SNEH, B., *et al* (Ed.). **Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control**. Noordwijkerhout, Netherlands: II international Simposium on Rhizoctonia, 1996.

CARLING, D. E. *et al.* Characterization of AG-13, a Newly Reported Anastomosis Group of *Rhizoctonia solani*. **Disease Control and Pest Management** v. 92, n. 8, p. 893-899, 2002.

CARNAÚBA, J. P. **Controle biológico, físico e químico de *Phytophthora palmivora* em plântulas de mamoeiro cv. Sunrise solo**. 2006. 62 Dissertação (Dissertação de Mestrado). Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

CHARLES, D. J. **Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources**. New York: Springer, 2013. 588.

COSTAMILAN, L. M. *et al.* Tipos de resistência à *Phytophthora sojae* em linhagens de soja da Embrapa trigo., In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Embrapa Soja.

DENG, Z. *et al.* Screening for Resistance to *Pythium* Root Rot among Twenty-three Caladium Cultivars. **HortTechnology**, v. 15, n. 3, p. 631-634, 2005.

DIEDERICHSEN, A. **Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3.** Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, 1996.

EL_KOMY, M. H. *et al.* *Trichoderma asperellum* strains confer tomato protection and induce its defense-related genes against the Fusarium wilt pathogen. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 5, p. 277-287, 2016.

ELAD, Y. *et al.* *Trichoderma harzianum*: A Biocontrol Agent Effective Against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. **Disease Control and Pest Management**, v. 70, n. 2, p. 119-121, 1980.

FERREIRA, M. D. F. **Epidemiologia de doenças radiculares na cultura do coentro no município de Arapiraca-AL.** 2013. 35 (Dissertação de Mestrado). Agronomia, Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Rio Largo - AL.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FILHO, M. M. *et al.* Influência de tipos de solo do estado de Pernambuco na intensidade da doença induzida por *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 19-25, 1996.

FISCHER, I. H. *et al.* Avaliação de passifloráceas, fungicidas e *Trichoderma* para o manejo da podridão-do-colo do maracujazeiro, causada por *Nectria haematococca*. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 709-717, 2010.

_____. Seleção de Plantas Resistentes e de Fungicidas para o Controle da Podridão do Colo do Maracujazeiro Causada por *Nectria haematococca*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p.250-258, 2005.

GARIBALDI, A. *et al.* First report of collar and root rot caused by *Pythium ultimum* on Coriander in Italy. **Plant Disease**, v. 94, n. 9, p. 1167-1167, 2010.

GHINI, R. A solar collector for soil disinfestation. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 1, p. 45-50, 1993.

_____. **Desinfestação do solo com o uso da energia solar: solarização e coletor solar.** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29.

_____. **Coletor Solar para Desinfestação de Substratos para Produção de Mudas Sadias.** Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 2004. 5.

GILARDI, G. *et al.* Effect of simulated soil solarization and organic amendments on fusarium wilt of rocket and basil under controlled conditions. **Journal of Phytopathology**, v. 162, n. 9, p. 557-566, 2014.

GUEDES, Z. **Arapiraca através do tempo**. Maceió: Mastergraphy, 1999.

GUEVARA, Y.; MASELLI, A. Bacteriosis em cilantro (*Coriandrum sativum* L.) causada por *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowsonen Venezuela. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 23, n. 1, p. 97-100, 2005.

GUPTA, M. *et al.* First report of bacterial leaf spot of coriander caused by *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola* in India. **Plant disease**, v. 97, n. 3, p. 418-418, 2013.

HASHMI, M. H.; GHAFAR, A. Seed-borne mycoflora of *Coriandrum sativum* L. **Pakistan Journal of Botany**, v. 23, n. 2, p. 165-172, 1991.

HOWELL, C. R. Cotton Seedling Preemergence Damping-Off Incited by *Rhizopus oryzae* and *Pythium* spp. and Its Biological Control with *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, v. 92, n. 2, p. 177-180, 2002.

INDEX FUNGORUM. CABI Biosciences. 2010. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org>> Acesso em: agosto, 2017.

ÍNDIA. **Aesa based IPM package coriander**. AGRICULTURE, M. Krishi Bhawan: Government of India 2014.

INFANTE, N. B. **Etiologia do damping-off na cultura do coentro no município de Arapiraca-AL e efeito da interação dos patógenos na incidência da doença**. 2016. 55p. (Dissertação de Mestrado). Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

ISLA. **Coentro verdão substitui o coentro Nacional Palmeira** Sementito - Informativo da Isla sementes. Porto Alegre: ISLA. 22, 2003.

JENSEN, C. E. D.; ABAD, G. Z. *Fusarium solani* species complex newly identified to cause root rot in hydroponically grown lettuce and cilantro in Puerto Rico. **Plant Pathology**, v. 58, n. 4, p. 801-801, 2009.

MASSOLA JR, N. S. M.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. In: AMORIM, L., *et al* (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4ª. São Paulo-SP: Editora Agronômica Ceres, v.1, 2011.

KATAN, J. The Methil Bromide issue: problems and potential solutions. **Journal of Plant Pathology**, v. 81, n. 3, p. 153-159, 1999.

_____. Soil solarization: the idea, the research and its development. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 1, p. 1-4, 2015.

KATAN, J. *et al.* Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, v. 66, n. 5, p. 683-688, 1976.

KOIKE, S. T.; GORDON, T. R. First report of Fusarium wilt of cilantro caused by *Fusarium oxysporum* in California. **Plant disease**, v. 89, n. 10, p. 1130-1130, 2005.

LEE, Y. A. *et al.* First report of bacterial leaf blight of coriander caused by *Xanthomonas campestris* pv. *coriandri* in Taiwan. **Plant Disease** v. 88, n. 8, p. 910-910, 2004.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium Laboratory Manual**. Blackwell Publishing, 2006.

LIMA, G. S. A. *et al.* Controle genético de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J., *et al.* (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.247-278.

LIMA, M. F. *et al.* Coriander: a new natural host of groundnut ring spot virus in Brazil. **Plant disease**, v. 83, n. 9, p. 878-878, 1999.

MANDAL, S.; MANDAL, M. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 6, p. 421-428, 2015.

MATHERON, M. E.; PORCHAS, M. Evaluation of Soil Solarization and Flooding As Management Tools for Fusarium Wilt of Lettuce. **Plant Disease**, v. 94, n. 11, p. 1323-1328, 2010.

MAUGHANA, J. P. *et al.* Fungicide treatments for the control of storage rots of seed potatoes. **Australasian Plant Pathology**, v. 20, n. 4, p. 142-145, 1991.

MCGOVERN, R. J. *et al.* Reduction of Landscape Pathogens in Florida by Soil Solarization. **Plant Disease**, v. 86, n. 12, p. 1388-1395, 2002.

_____. Reduction of Phytophthora Blight of Madagascar Periwinkle in Florida by Soil Solarization in Autumn. **Plant Disease**, v. 84, n. 2, p. 185-191, 2000.

MELO, C. L. P. D. *et al.* **Cultivares de soja / Macroregiões 1, 2 e 3 Londrina-PR: Embrapa soja**, 2016.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p.115-136.

MILANESI, P. M. **Caracterização, toxicidade e patogenicidade de *Fusarium* spp. em genótipos de soja em sistema de plantio direto**. 2009. (Dissertação de Mestrado). Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

MIO, L. L. M.-D. *et al.* Solarização para controle de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 254-258, 2002.

MOORMAN, G. W. *et al.* Identification and Characterization of *Pythium* Species Associated with Greenhouse Floral Crops in Pennsylvania. **Plant Disease**, v. 86, n. 11, p. 1227-1231, 2002.

NADEEM, M. *et al.* Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L.) A review. **British Food Journal**, v. 115, n. 5, p. 743-755, 2013.

NECHET, K. D. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Reaction of cowpea cultivars to web blight (*Rhizoctonia solani*) in Roraima, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 424-428, 2007.

NETTO, R. A. C. *et al.* Manejo da podridão-de-Sclerotium em pimentão em um argisolo no Amazonas. **Acta Amaz.**, v. 43 n. 3, 2013.

PATRÍCIO, F. R. A. *et al.* Avaliação da Solarização do Solo para o Controle de *Ralstonia solanacearum*. **Fitopatologia brasileira**, v. 30, n. 5, p. 475-481, 2005.

_____. Efeito da solarização do solo, seguida pela aplicação de *Trichoderma* spp. ou de fungicidas, sobre o controle de *Pythium aphanidermatum* e de *Rhizoctonia solani* AG-4. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 142-146, 2007.

PEDROSO, D. C. *et al.* Influência de *Alternaria alternata* e *A. dauci* na qualidade de sementes de coentro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 563-569, 2013.

PEREIRA, A. S. *et al.* BRS Clara: cultivar de batata para mercado fresco, com resistência à requeima. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 664-668, 2013.

PEREIRA, R. S. *et al.* Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 703-706, 2005.

PERNEZNY, K. *et al.* Bacterial leaf spot of cilantro in Florida. **Plant Disease**, v. 81, n. 2, p. 232-232, 1997.

POLETTO, T. *et al.* First Report of *Fusarium lacertarum* Causing Damping-Off in *Casuarina equisetifolia* in Brazil. **Plant Disease**, v. 99, n. 7, p. 1040, 2015. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-12-14-1272-PDN>>.

QUESADA-OCAMPO, L. M.; HAUSBECK, M. K. Resistance in Tomato and Wild Relatives to Crown and Root Rot Caused by *Phytophthora capsici*. **Phytopathology**, v. 100, n. 6, p. 619-627, 2010.

REIS, A.; NASCIMENTO, W. M. New apiaceous hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* in the Cerrado region of Brazil. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 122-124, 2011.

RODEVA, R. *et al.* Wilting and root rot of coriander caused by *Macrophomina phaseolina* in Bulgaria., In: **The Proceeding of 45th International Symposium on Agriculture.**, 2010.

ROMÃO, S. R. L. **A cidade do futuro: agenda 21 Arapiraca**. Maceió: Ideário Comunicação e Cultura, 2008. 171.

ROSE, S. *et al.* Efficacy of Biological and Chemical Treatments for Control of Fusarium Root and Stem Rot on Greenhouse Cucumber. **Plant Disease**, v. 87, n. 12, p. 1462-1470, 2003.

SALEH, E. A. *et al.* Biocontrol of Damping-Off Disease Caused by *Rhizoctonia solani* in Some Medicinal Plants Using Local Strain of *Streptomyces pactum*. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, n. 2, p. 743-751, 2013.

SANTOS, A. P. T. D. **A reestruturação do território da região fumageira de Alagoas**. 2014. 228 (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SANTOS, K. M. *et al.* **Levantamento e prevalência de doenças em cultivo alface, coentro e cebolinha no Agreste de Alagoas**. . XLVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Londrina-PR 2014.

SNEH, B. *et al.*, Eds. **Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control**. Noordwijkerhout, Netherlands: II international Simposium on Rhizoctoniaed. 1996.

SOARES, R. M. Manejo de doenças radiculares da soja causada por *Pythium*, *Phytophthora* e *Rhizoctonia*. Congreso de la Soja Del Mercosur, 2011, Rosário, Argentina. **MERCOSOJA 2011, 2 p. CD-ROM**.

SOARES, R. M.; ARIAS, C. A. A. **Seleção de linhagens de soja da Embrapa para resistência a doenças: histórico de 2008 a 2014**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2016. 41.

SPECHT, L. P.; LEACH, S. S. Effects of crop rotation on *Rhizoctinia* disease of white potato **Plant Disease**, v. 71, p. 433-437, 1987.

STALPERS, J. A.; ANDERSEN, T. F. Taxonomy and Evolutyon of *Rhizoctonia* spp. In: SNEH, B., *et al* (Ed.). **Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control**. Noordwijkerhout, Netherlands: II international Simposium on Rhizoctonia, 1996. p.49-64.

STEVENS, C. *et al.* Integration of soil solarization with chemical, biological and cultural control for the management of soilborne diseases of vegetables. **Plant and Soil**, v. 253, n. 2, p. 493-506, 2003.

TOBEN, H.; RUDOLPH, K. Control of umbel blight and seed decay of coriander (*Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*). In: RUDOLPH, K., *et al* (Ed.). **Pseudomonas Syringae Pathovars and Related Pathogens. Developments in Plant Pathology**. Dordrecht: Springer Netherlands, v.9, 1997. p.611-616.

TRIGO, M. F. O. O. *et al.* Fungos associados às sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 213-217, 1997.

V. K. SINGH, R. K. G. First report of *Meloidogyne javanica* on ginger and *Meloidogyne incognita* on coriander in Jammu and Kashmir (India). **Journal of Horticultural Science**, v. 6, n. 1, p. 74-75, 2011.

VITALE, A. *et al.* Reduction of Corky Root Infections on Greenhouse Tomato Crops by Soil Solarization in South Italy. **Plant Disease**, v. 95, n. 2, p. 195-201, 2011.

WILLIAMSON, V. M. Root-Knot nematode resistance genes in tomato and their potential for future use. **Annual Review of Phytopathology**, v. 36, p. 277-293, 1998.

WINDELS, C. E. Current status of *Fusarium* Taxonomy. **Phytopathology**, v. 81, n. 9, p. 1048-1051, 1991.

XU, S.; KIM, B.-S. Evaluation of *Paenibacillus polymyxa* strain SC09-21 for biocontrol of Phytophthora blight and growth stimulation in pepper plants. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 3, p. 162-168, 2016.

ZHANG, B. Q.; YANG, X. B. Pathogenicity of Pythium populations from corn-soybean rotation fields. **Plant Disease**, v. 84, n. 1, p. 94-99, 2000.