

CATALINY ANDREZA DUARTE SILVA

**PROSPECÇÃO DOS FITOPATÓGENOS E AVALIAÇÃO DE
FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A SUPRESSIVIDADE
DA PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA**

GARANHUNS, PERNAMBUCO - BRASIL

FEVEREIRO - 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

**PROSPECÇÃO DOS FITOPATÓGENOS E AVALIAÇÃO DE FONTES
DE MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A SUPRESSIVIDADE DA
PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA**

CATALINY ANDREZA DUARTE SILVA

**SOB ORIENTAÇÃO DA PROFESSORA
ERIKA VALENTE DE MEDEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO - 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

PROSPECÇÃO DOS FITOPATÓGENOS E AVALIAÇÃO DE FONTES
DE MATÉRIA ORGÂNICA SOBRE A SUPRESSIVIDADE DA
PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA

CATALINY ANDREZA DUARTE SILVA

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
FEVEREIRO - 2013

Ficha Catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S586p Silva, Cataliny Andreza Duarte
 Prospecção em fitopatogênicos e avaliação de fontes
 de matéria orgânica sobre a supressividade da podridão
 radicular da mandioca / Cataliny Andreza Duarte
 Silva._Garanhuns,2013

 77 fs.

 Orientador: Erika Valente de Medeiros
 Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola)
 – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade
 Acadêmica de Garanhuns, 2013.
 Inclui bibliografias

CDD: 631.4

1. Manejo do solo
 2. Material orgânico -fungos
 3. Mandioca
- I. Medeiros, Erika Valente de
 - II. Título

PROSPECÇÃO DOS FITOPATÓGENOS E FONTES DE MATÉRIA
ORGÂNICA SOBRE A SUPRESSIVIDADE DA PODRIDÃO
RADICULAR DA MANDIOCA

CATALINY ANDREZA DUARTE SILVA

APROVADO EM: **28 DE FEVEREIRO** DE 2013

DELSON LARANJEIRA
(UFRPE)

KEILA APARECIDA MOREIRA
(UFRPE/UAG)

MÁCIO FARIAS DE MOURA
(UFRPE/UAG)

ÉRIKA VALENTE DE MEDEIROS
(UFRPE/UAG)

Dedicatória

*Aos meus Pais (Cloves & Jane)
e irmãos (Cleverton e Cloves).
E a Deus.*

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que me incentivaram nesta caminhada para a realização deste trabalho.

Ao CNPq e à Fundação de Amparo de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco FACEPE pelo apoio financeiro (APQ-1077-5.01/10) e pelas bolsas concedidas.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Garanhuns, pelo suporte dos laboratórios.

Aos produtores, funcionários do IPA por toda colaboração.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Érika Valente de Medeiros pela oportunidade de trabalhar na área de fitopatologia e pelos trabalhos desenvolvidos ao longo da vivência acadêmica, aprendizagem e incentivo, mais acima de tudo pela confiança, amizade e paciência. Muito Obrigada!

Ao Pesquisador fitopatologista Dr. Cristiano de Souza Lima pela identificação de alguns isolados.

A Prof^a. Dr^a. Keila Moreira pela disponibilidade e ajuda.

Ao Prof. Dr. Gustavo Pereira Duda pela disponibilidade e ajuda.

A todos do Laboratório de Biotecnologia Microbiana (CENLAG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG/UFRPE) em especial a Cidney Barbosa, Jamilly Alves, Jéssica Morais, Alisson Paiva, Wendson Morais, Luiz Rodriguês pela amizade, ajuda e colaboração no desenvolvimento do trabalho e incentivo.

A Krystal Notaro, obrigada!

A todos do Laboratório de Análise Química e Ambiental dos Solos (CENLAG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG/UFRPE) em especial a Uemeson José, Raquel Barros, Pollyanna Vilar e Erika Oliveira pela amizade, ajuda e colaboração.

As pessoas dos laboratórios de microbiologia, física do solos (laboratório de ensino) e química (laboratório de ensino) e ao técnico do laboratório de química João Sales.

Aos meus pais, Cloves José da Silva e Jane Veronica Duarte Silva, pelo amor, carinho, afeto e dedicação, pela presença constante em todo o meu desenvolvimento, pela

minha formação como pessoa e profissional. Sem o apoio de vocês eu jamais conseguiria chegar até aqui!

A meus irmãos Cleverton e Cloves, pelo apoio, incentivo, alegrias e carinho.

E a Deus, obrigada pela oportunidade de conhecimento adquirido, pela realização deste trabalho, pela minha família e amigos maravilhosos que adquiri ao longo de toda a minha existência.

A todos muito obrigada!!!

BIOGRAFIA

CATALINY ANDREZA, natural de Garanhuns-PE filha de Cloves José da Silva e Jane Veronica Duarte Silva. Estudou nos colégios, Colégios Presbiteriano XV de Novembro (1998 – 2000) e Colégio Diocesano de Garanhuns (2001-2004).

Ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Garanhuns em 2005, graduando-se em 2010.

Ingressou no Mestrado em Produção Agrícola em 2011, finalizando em 2013.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
REFERÊNCIAS	5
CAPÍTULO I	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO II.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO III.....	42
RESUMO.....	43
ABSTRACT	43
INTRODUÇÃO	45
MATERIAIS E MÉTODOS.....	47

RESULTADO E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

O cultivo da mandioca apresenta grande importância mundial, pois é a sexta cultura de maior produção e expressão do planeta. O Brasil é o segundo maior produtor mundial e esta cultura é a segunda de maior expressão econômica nacional, com grande importância social, pois contribui para a sobrevivência de significativa parcela da população de baixa renda, como fonte de renda e alimentícia. Este trabalho teve como objetivos efetuar o primeiro levantamento de fungos associados à podridão radicular da mandioca no Agreste de Pernambuco, avaliar o efeito de fontes e doses de matéria orgânica isolada e adicionada a solo arenoso sob a supressividade do crescimento micelial de *Scytalidium lignicola* e verificar o efeito de doses e fontes de matéria orgânica incorporados à solos arenosos com inoculação de *Scytalidium lignicola* sobre a podridão negra da mandioca cv. Pai Antônio. Foram realizadas coletas de material vegetal com sintomas e/ou sinais da doença nos municípios produtores do Agreste de Pernambuco: Jupi, Jucati, São João e Caetés. A frequência de isolamento dos fungos foi realizada pelo método de plaqueamento e isolamento até cultura pura para identificação. No segundo momento foram realizados dois experimentos o primeiro foi visando avaliar o efeito dos extratos de materiais orgânico (cama de aviário, esterco caprino, bovino e húmus de minhoca) incorporados ao meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) nas concentrações (10, 20, 30 e 40%) (v/v) e o segundo foi avaliar o efeito dos materiais orgânicos misturados com solo arenoso com as mesmas fontes e doses. As variáveis analisadas foram: taxa de crescimento micelial, inibição do crescimento micelial e área abaixo da curva de crescimento micelial. Após os resultados do experimento anterior foi realizada uma avaliação dos efeitos dos materiais orgânicos cama de aviário (CA) e esterco caprino (EC) incorporados ao solo arenoso nas concentrações (10, 20 e 30%) (v/v). As variáveis analisadas foram: Severidade da doença, respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana das amostras, atributos químicos (pH, P, Na e K) e atributos bioquímicos fosfatase ácida e alcalina e uréase. Os fungos que mais prevaleceram foram submetidos a teste de patogenicidade. Foi encontrada alta diversidade de fungos associados à podridão radicular da mandioca no agreste de Pernambuco. Houve prevalência de fungos do gênero *Fusarium* associados à podridão radicular em mandiocas com sintomas provenientes de todas as áreas dos municípios de Jupi, Jucati e São João e *Scytalidium lignicola* provenientes de áreas do Município de Caetés. Os isolados que prevaleceram apresentaram uma alta severidade em mandiocas da cultivar Branquinha. No teste de doses e fontes sobre o crescimento micelial de *Scytalidium lignicola* a fonte cama de aviário foi a mais eficiente em inibir o crescimento a uma dose 40%, com uma inibição do crescimento micelial de 69,75% apenas quando os extratos não foram autoclavados. Solo arenoso com incorporação de fontes e doses de matéria orgânica foram altamente eficientes na supressividade do crescimento micelial de *S. lignicola*. Os tratamentos considerados supressivos à podridão negra para a cultivar pai Antônio foram EC 10 e 20% e CA 20 e 30%. Sendo recomendado para supressividade da podridão negra da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola* o EC nas doses de 10 e 20%.

ABSTRACT

The cultivation of cassava has great importance worldwide, it is the sixth largest crop production and expression of the planet. Brazil is the second largest producer in the world and this culture is the second largest national economic expression, with great social importance as it contributes to the survival of a significant portion of the low-income population as a source of income and food. This work aimed to make the first survey of fungi associated with root rot of cassava in Agreste of Pernambuco, to evaluate the effect of sources and levels of organic matter isolated and added to sandy soil under the suppressiveness of mycelial growth of *Scytalidium lignicola* and check the effect of levels and sources of organic matter incorporated into sandy soils inoculated with *Scytalidium lignicola* on the black rot of cassava cv. Father Antonio. Were collected plant material with symptoms and / or signs of disease in the Wasteland producing municipalities of Pernambuco: Jupi, Jucati, São João and Caetés. The frequency of isolation of the fungi was performed by plating method until pure culture isolation and identification. The second moment were the first two experiments was to evaluate the effect of extracts of organic materials (poultry manure, goat manure, cattle and earthworm castings) added to the culture medium potato dextrose agar (BDA) at concentrations (10, 20, 30 and 40%) (v / v) and the second was to evaluate the effect of organic materials mixed with sandy soil with fountains and the same doses. The variables analyzed were: radial growth rate, mycelial growth inhibition and area under the curve of mycelial growth. After the results of the previous experiment was conducted a review of the effect of organic materials litter (CA) and goat manure (EC) incorporated into the sandy soil concentrations (10, 20 and 30%) (v / v). The variables analyzed were: Severity of disease, soil basal respiration, microbial biomass carbon samples, the chemical (pH, P, Na and K) and biochemical attributes and alkaline phosphatase and urease. The most prevalent fungi were tested for pathogenicity. We found a high diversity of fungi associated with root rot of cassava in rural Pernambuco. The prevalence of fungi associated with Fusarium root rot in cassava with symptoms from all areas of the municipalities of Jupi, Jucati and St. John and *Scytalidium lignicola* from areas of the Municipality of Caetés. Isolates that had prevailed in a high severity of cassava cultivate Branquinha. In test doses and sources on the mycelial growth of *Scytalidium lignicola* the source litter was the most effective in inhibiting the growth at a dose 40%, with an inhibition of mycelial growth of 69.75% only when the extracts were not autoclaved. Sandy soil with incorporation of sources and levels of organic matter were highly efficient in suppressiveness mycelial growth of *S. lignicola*. The treatments considered suppressive to black rot will grow dad Anthony EC were 10 and 20% and CA 20 and 30%. Being recommended for suppressiveness black rot of cassava caused by *Scytalidium lignicola* EC at doses of 10 and 20%.

INTRODUÇÃO GERAL

A mandioca pertence ao gênero *Manihot*, apresenta grande poder de adaptação a condições ambientais adversas, é utilizada como alimento básico para as populações indígenas (Cockcroft, 2004). A aceitação dessa cultura ocorre devido a mandioca apresentar raízes com grande quantidade de amido, sendo uma fonte calórica importante, principalmente para famílias com baixo poder aquisitivo, que cultivam as raízes para a sua subsistência (Dahniya, 1994; Dixon, 2003). Essa cultura também é muito importante para as indústrias, pois os produtos obtidos através do beneficiamento da mandioca são muito utilizados para a fabricação de balas, etanol, amido e apresenta grande importância para a alimentação animal, e pode ser utilizada como fonte alternativa para geração de energia (FAO, 2001; Marques, 2000). É muito difundida em áreas tropicais e subtropicais (Dahniya, 1994). Na América do Sul, o Brasil é um grande representante na cadeia produtiva da mandioca, pois contribui com cerca de 70 a 75% da produção no continente (Groxko, 2011), pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em março de 2012 registrou produção de mais 26 milhões de toneladas, a região nordeste foi responsável por mais de 8,3 milhões de toneladas, cerca de 32% da produção nacional. Pernambuco obteve mais de 401,3 mil toneladas representando 1,5% da produção no Nordeste (IBGE, 2012).

É uma planta muito resistente suporta períodos de seca, baixa fertilidade do solo e não necessita de manejo intenso (Onyeka, 2005). Mais é uma cultura muito suscetível as doenças sendo as principais: bacteriose, mosaico, antracnose, superbrotamento e podridões radiculares (EMBRAPA, 2013a). Essa última vem se tornando um dos grandes desafios para o controle, pois é uma doença complexa (Lozano, 1989), por estar associada a vários fungos. Os principais gêneros fúngicos causadores de podridões mais estudados e citados na literatura são *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*, (Fukuda, 1991) *Botryodiplodia sp.*, e *Scytalidium sp.* (EMBRAPA, 2013b).

As podridões vêm se tornando um problema grave em vários estados como Maranhão, Pará, Alagoas e Pernambuco (Fukuda, 1991; Muniz et al., 1999 e Serra et al., 2009). Em Pernambuco um dos principais causadores de podridão é o *Scytalidium lignicola*

responsável pela podridão negra da mandioca (Laranjeira et al., 1998; Muniz et al., 1999 e Msikita et al., 2005), descrito pela primeira vez no estado por Laranjeira et al.(1994). É um fungo representante do gênero *Scytalidium*, produz corpos de frutificação denominado picnídios (Ellis, 1976).

O *Scytalidium lignicola* é um fungo de difícil controle, pois se trata de patógeno radicular, ainda não se tem fungicida registrado para essa doença. Hoje as estratégias utilizadas por parte dos produtores para amenizar os danos causados são plantio de variedades resistentes, rotação de cultura e cultivo consorciado (Oliveira; Fiorene 2006), também sendo empregada práticas de indução a supressividade dos solos (Bettiol; Ghini 2005).

A supressividade do solo pode ocorrer de duas formas: suprimindo os patógenos, afetando a densidade de inóculo e suas atividades saprofíticas ou suprimindo a doença diminuindo a severidade, mesmo que ocorra alta densidade de inóculo e sobrevivência das estruturas do inóculo (Hornby, 1983; Bettiol; Ghini 2001).

Vários fatores estão envolvidos diretamente e indiretamente para a indução da supressividade do solo, o parasitismo, antibiose e competição são os mais citados. Um grupo amplo de micro-organismos atuam no processo de supressividade, podendo ocorrer de forma geral ou específica. Em geral os fatores biológicos estão mais envolvidos na supressividade do solo (Ghini, et al., 2002).

A matéria orgânica no solo pode influenciar na supressividade de doenças (Canellas, 2001). Atuando diretamente nas características biológicas do solo e utilizada como no metabolismo microbiano como fonte de energia, nutrientes e de carbono (Santos, 1999).

Diante da importância da doença no estado de Pernambuco e por inexistirem trabalhos acerca dos principais fitopatógenos envolvidos a esta doença no estado e sobre o efeito de fontes de matéria orgânica na supressividade, o objetivo do presente trabalho foi realizar a prospecção dos principais agentes fúngicos responsáveis pela podridão radicular da mandioca no Agreste de Pernambuco, avaliar o efeito de doses e fontes de matéria orgânica sobre a supressividade do crescimento micelial de *Scytalidium lignicola* e avaliar o efeito de fontes e doses de matéria orgânica no controle da podridão negra da mandioca cultivar

Pai Antônio, visando o estímulo ao aumento da quantidade e qualidade da produção para o desenvolvimento de arranjos produtivos locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETTIOL, W.; GHINI, R. **Solos supressivos**. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (Eds.) Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p.125-152.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M., ANSELMO ALPANDE MORAES, A. A. E GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.12, p. 1529-1538, 2001.

COCKCROFT, L., **Current and projected trends in African agriculture: implications for research strategy**. In: Hughes, J. D'A.; Adu, B. O. eds. Plant Virology in Sub-Saharan Africa. Ibadan, Nigeria: IITA/Abidjan, Côte d'Ivoire: ORSTOM, 2004. p.88-172.

DAHNIYA, M. T. An overview of cassava in Africa. **African Crop Science Journal**, v.2, p.337-343, 1994.

DIXON, A. G. O., BANDYOPADHYAY, R., COYNE, D., FERGUSON, M., FERRIS, S., HANNA, R., HUGHES, J., INGELBRECHT, I., LEGG, J., MAHUNGU, N., MANYONG, V., MOWBRAY, D., NEUENSCHWANDER, P., WHYTE, J., HARTMANN, P., AND ORTIZ, R. Cassava: From poor farmers' crop to pacesetter of African rural development. **Chronica Horticulturae**, v.43, p.8-15. 2003.

ELLIS, M.B. **More Dematiaceous Hyphomycetes**. Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1976.

EMBRAPA, **Cultivo de mandioca na região centro sul do Brasil**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/doencas.htm> Acesso em: 12 Fev. 2013a.

EMBRAPA. **Cultivo da mandioca para a região Semi-árida**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/doencas.htm>. Acesso em: 26 jan. 2013b.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **The global cassava development strategy and implementation plan**. v. 1. FAO, Rome. 2001.

FUKUDA, C. **Podridão das Raízes da Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Mandioca em Foco, 08). 1991.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; DYNIA, J. F.; MAIA, A. H. N; Efeitos da adubação nitrogenada na supressividade de solos a fitopatógenos. **Revista Ecosystema**, v.26, p. 2, 2002.

GROXKO, M. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2011/12 **Mandiocultura**. Paraná , 2011.

HORNBY, D. Suppressive soils. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 21, p. 65-85, 1983.

IBGE, **Estática da produção Agrícola**., 2012. 80p.

LARANJEIRA, D.; OLIVEIRA, S.M.A.; SANTANA, A.A.D. Ocorrência de *Macrophoma* sp. em palma forrageira no estado de Alagoas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23 (suplemento), p. 251. 1998.

LARANJEIRA, D.; SANTOS, E.O. DOS; MARIANO, R. DE L.R.; BARROS, S.T. Ocorrência da podridão negra da maniva e raiz da mandioca (*Manihot esculenta*) causada por *Scytalidium lignicola* no estado de Pernambuco, Brasil. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 19, n.3, p. 466-469, 1994.

LOZANO, J. C. Outbreak of cassava diseases and losses induced. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.7-11. 1989.

MARQUES, J. DE A., PRADO, I. N. DO, ZEOULA, L.M., ALCALDE, C.R., NASCIMENTO, W.G.do. Avaliação da Mandioca e Seus Resíduos Industriais em Substituição ao Milho no Desempenho de Novilhas Confinadas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.5, p.1528-1536, 2000.

MSIKITA, W., BISSANG, B., JAMES, B. D., BAIMEY, H., WILKINSON, H. T., AHOUNOU, M., AND FAGBEMISSI, R. Prevalence and severity of *Nattrassia mangiferae* root and stem rot pathogen of cassava in Bénin. **Plant Disease**, n.89, p.12-16, 2005.

MUNIZ, M. de F. S. SANTIAGO, A. D.; FUKUDA, C.; MENEZES, M. *Scytalidium lignicola*: patógeno da mandioca no Estado de Alagoas **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.156-158, 1999.

OLIVEIRA, M.A.; FIORINE, R.A. Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**. V.?p 12-26. 2006.

ONYEKA, T. J., DIXON, A. G. O., AND EKPO, E. J. A. Assessment of laboratory methods for evaluating cassava genotypes for resistance to root rot disease. **Mycopathologia**, v.159, p.461-467. 2005.

SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. 491p.

SERRA, I.M.R.S., SILVA, G.S.da; NASCIMENTO, F.S.; LIMA, L.K.F. *Scytalidium lignicola* em mandioca: ocorrência no Estado do Maranhão e reação de cultivares ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 327-328, 2009.

CAPÍTULO I

PROSPECÇÃO DE FITOPATÓGENOS ASSOCIADOS À PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

RESUMO

A Região Nordeste é uma das principais produtoras de mandioca no Brasil, estando vinculada a uma produção na qual utiliza pouca ou nenhuma tecnologia, o que vem contribuindo para o aumento da intensidade de doenças. A podridão radicular vem sendo relatada como uma das principais causas de perdas na produção. Por isso, o objetivo deste trabalho foi efetuar o primeiro levantamento de fungos associados à podridão radicular da mandioca no Agreste de Pernambuco. Foram realizadas coletas de material vegetal com sintomas e/ou sinais da doença nos municípios produtores do Agreste de Pernambuco: Jupi, Jucati, São João e Caetés. A frequência de isolamento dos fungos foi realizada pelo método de plaqueamento e isolamento até cultura pura para identificação. Os mais prevalentes foram submetidos a teste de patogenicidade. Foi encontrada alta diversidade de fungos associados à podridão radicular da mandioca no agreste de Pernambuco. Houve prevalência de fungos do gênero *Fusarium* associados à podridão radicular em mandiocas com sintomas provenientes de todas as áreas dos municípios de Jupi, Jucati e São João e *Scytalidium lignicola* provenientes de áreas do Município de Caetés. Os isolados mais prevalentes apresentaram uma alta severidade em mandiocas da cultivar Branquinha.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz; Severidade; Prospecção.

ABSTRACT

The Northeast is one of the main cassava producers in Brazil, being the production use little or no technology, which has contributed to the increased intensity of diseases. The cassava root rot has been reported as a major cause of yield loss. Therefore, the objective of this study was to perform the first survey of fungi associated with cassava root rot in agreste of Pernambuco. Were collected plant material with symptoms and / or signs of disease in the producing areas of Pernambuco: Jupi, Jucati, São João and Caetés. The frequency of fungus isolation was performed by plating method, and isolation until pure culture for identification. The most prevalent were tested for pathogenicity. We found a high diversity of fungus associated with cassava root rot in agreste of Pernambuco. *Fusarium* was prevalence fungus associated with cassava root rot from all areas of Jupi, Jucati and São João and *Scytalidium lignicola* from areas of Caetés. The most prevalent isolates showed a high severity in Branquinha cassava.

Key-Words: *Manihot esculenta* Crantz; Severity; Prospecting.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) têm grande expressão econômica no Brasil e no mundo pelo seu importante valor na alimentação humana, animal e na industrialização. Apresenta grande importância social, pois contribui para a sobrevivência de significativa parcela da população de baixa poder aquisitivo, como fonte alimentícia e como geração de renda para a agricultura familiar rural (Souza, 2009).

É a sexta cultura de maior produção e expressão do planeta, estando atrás apenas de soja, trigo, arroz, milho e batata (FAO, 2012). O Brasil é o segundo maior produtor mundial e esta cultura é a segunda de maior expressão econômica nacional, com uma safra estimada para 2012 de 25,2 milhões de toneladas (IBGE, 2011). Cerca de 37% da produção nacional encontra-se no Nordeste, onde a produção é voltada para a produção artesanal de farinha, enquanto que a mandioca mansa, é diretamente utilizada para alimentação humana (Souza, 2009). No estado de Pernambuco, os principais municípios produtores são: Araripina, Jucati, São João, Caetés, Jupi e Ipubi (Cuenca & Mandarin, 2006).

A produção concentra-se em pequenos produtores que utilizam manivas de má qualidade e manejo com baixo nível tecnológico, reduzindo assim a produção devido ao envelhecimento fisiológico, provocado pela constante multiplicação. Tal prática favorece a disseminação de diversas doenças, principalmente as sistêmicas (Oliveira & Fiorine, 2006).

Dentre as doenças que afetam a cultura da mandioca, a podridão radicular vem se tornando uma doença de alto impacto econômico e social nos principais países produtores como a África (Onyeka et al., 2005) e no Brasil (Serra et al., 2009), pois está provocando queda progressiva na produtividade da mandioca, além de inutilizar as áreas para plantio ao longo dos ciclos da cultura. No Brasil, esta doença vem sendo responsável por grandes perdas da produção no Nordeste. No Maranhão, os fungos *Phytophthora* spp. e *Fusarium* spp. respondem por 30 e 70% das perdas, respectivamente, podendo chegar até 100% em ataques severos (Fukuda, 1991).

Diversos fitopatógenos podem estar associados à podridão radicular, principalmente *Phytophthora drechsleri* Tucker (Lima et al., 1993; Muniz et al., 2006) e *Fusarium solani*. (Bandyopadhyay et al., 2006). Além desses, os fungos, *Syrialidium lignicola* e

Botriodiplodia sp. podem estar envolvidos (EMBRAPA, 2012). Entretanto, registros sobre os principais fitopatógenos envolvidos na podridão radicular nos estados produtores ainda são incipientes e são de suma importância para servir como ferramenta para tomada de decisão sobre qual a melhor estratégia de manejo a ser utilizada.

Tendo em vista a crescente importância econômica que a podridão radicular, aliado ao fato da carência de informações e registros de patógenos envolvidos com essa doença nos estados produtores, o objetivo do presente trabalho foi realizar a prospecção dos principais agentes fúngicos envolvidos com a podridão radicular da mandioca em municípios produtores do Agreste de Pernambuco- Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos municípios de Jupi (JU- 08 ° 42' 42" latitude sul e 36 ° 24' 54" longitude oeste), Jucati (JC-08 ° 42 ' 23" latitude sul e 36 ° 29' 20" longitude oeste), São João (SJ- 08° 52' 32" de latitude sul e 36° 22' 00" de longitude oeste) e Caetés (CA-08° 46' 23" latitude sul e 36° 37' 21" longitude oeste) no Agreste de Pernambuco.

As propriedades que apresentavam problemas com a podridão radicular da mandioca foram localizadas através de visitas periódicas aos agricultores na safra 2010/2011 realizando-se o cadastro das propriedades e triagem, sendo selecionadas as áreas que apresentaram maior relato de severidade da doença.

Em cada município, foram selecionadas cinco propriedades com problema de podridão radicular da mandioca. Em cada propriedade foram selecionadas em cinco áreas, onde procedeu-se a coleta de cinco raízes por áreas em que apresentavam sinais e/ou sintomas da doença (Figura 1). Tais raízes foram acondicionadas em sacos plásticos, refrigeradas e encaminhadas para a central de laboratórios de Garanhuns (CENLAG), setor de biotecnologia, onde efetuou-se a higienização das amostras.



Figura 1: a) 1 e 2 sintomas da doneça; a) 3 Sinais do patógeno no sistema radicular da mandioca .

Para isolamento dos patógenos, fragmentos do tecido da área de transição das lesões das raízes amostradas coletadas foram lavados em hipoclorito de sódio 1%, álcool etílico a 70%, água destilada estéril (ADE) e posto para secar em papel filtro sobre a superfície de

uma placa de Pétri aberta, durante 30 minutos numa câmara de fluxo laminar. Esses fragmentos foram plaqueados em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), acrescido de sulfato de estreptomicina. Cada placa continha cinco pontos de isolamento e de cada amostra foram feitas duas placas, totalizando dez pontos de isolamento por mandioca amostrada.

As placas foram incubadas a 25 °C em B.O.D, durante sete dias quando procedeu-se a repicagem dos isolados até obtenção de culturas puras. Tais culturas foram identificadas e quantificadas por frequência de isolamento mediante microscopia óptica através da característica das colônias, morfologia da cultura, característica dos esporos, pigmentação (Figura 2).

Os isolados obtidos foram preservados em água destilada esterilizada a 10 °C (Castellani, 1939) e depositados na coleção de culturas de fungos fitopatogênicos da UAG/UFRPE.

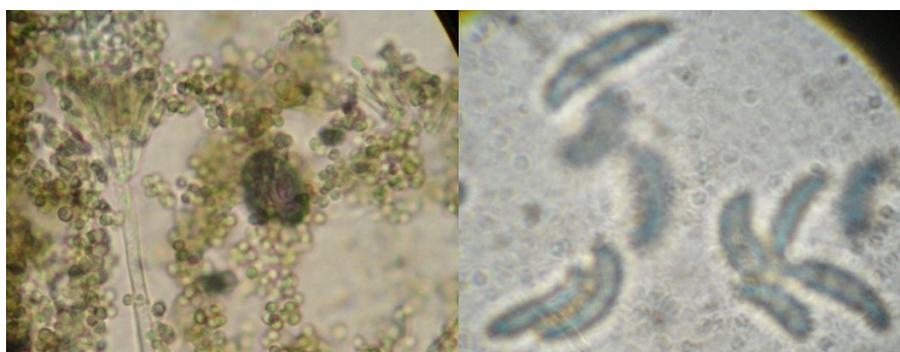


Figura 2: Diversidade de características morfológicas encontradas na prospecção.

Alguns isolados foram selecionados para proceder ao teste de patogenicidade, levando-se em consideração a prevalência em alguns municípios. O teste de patogenicidade foi realizado conforme Serra et al. (2009), em triplicata. Raízes de mandioca da cultivar Branquinha foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 3% e lavadas com ADE e secas em papel toalha. A inoculação de cada isolado foi realizada em raízes de mandioca com ferimento, usando dois discos de BDA contendo micélio do patógeno de 5 mm de diâmetro contendo micélio do fungo com 14 dias de crescimento por raiz. As raízes inoculadas foram

incubados em câmara úmida, ou seja, envolto por um plástico contendo um chumaço de algodão hidrófilo umedecido com ADE (Figura 3). Após um período de 72 horas, as mandiocas foram avaliadas por inspeções visuais sobre a severidade, caracterizada pela área de tecido coberto com sintomas da doença. A severidade foi mensurada pela média de notas de três avaliadores utilizando-se uma escala de notas para os sintomas apresentados, adaptada do índice de McKinney (1923): 0= mandioca sem sintomas; 1= mandioca com menos de 10% até 25% com sintomas e/ou sinais; 2= mandioca com 25% até 50%; 3= com 50% até 75%; 4= de 75% até 100%.



Figura 3. Teste de patogenicidade de a) *Scytalidium* sp, b) e c) duas espécies morfologicamente diferentes de *Fusarium* sp..

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os fungos encontrados na prospecção foram dos gêneros: *Trichoderma*, *Scytalidium*, *Aspergillus*, *Pestalotiopsis*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Roselinea*, *Phoma* e *Pythium*, nos quatro municípios, representando uma alta diversidade de gêneros fúngicos associados à podridão radicular da mandioca.

No Município de São João, foram encontrados os fungos *Fusarium solani*., *Pestalotiopsis* sp., *Penicillium* e *Trichoderma* sp. na propriedade SJ1 (Figura 4A), sendo o primeiro mencionado na literatura, por causar doenças em mandioca (Otsubo et al. 2002) e os outros podem ser patógenos secundários da doença. Esses resultados corroboram com os encontrados por Lima et al. (1993) e Muniz et al. (2006) onde os autores afirmam que

diversos fitopatógenos podem estar associado à podridão radicular da mandioca, como *Phytophthora drechsleri* e *Fusarium* sp.

Na propriedade SJ2 foram encontrados os gêneros *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., *Roselinia* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium solani*., enquanto que na propriedade SJ3 foram encontrados *Penicillium* spp., *Phoma* sp., *Fusarium solani*. e *Pythium* spp. A SJ4 apresentou fungos do gênero *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Phoma* sp. e *Fusarium solani*., e a SJ5 apresentou apenas um gênero fúngico *Trichoderma* spp demonstrando que o solo dessa propriedade tem potencial supressivo para o controle natural de fitopatógenos. Os fungos do gênero *Trichoderma* são antagonistas a patógenos de plantas (Sid et al., 2003), através de diversos mecanismos como antibiose, competição e micoparasitismo, o que faz com que esse gênero tenha um amplo espectro de ação contra patógenos radiculares como *Rhizoctonia* spp. (Cúndom et al., 2003)., *Phytophthora palmivora* (Dianese et al.,2005) e *Fusarium* spp (Sallam Nashwa et al. 2008).

A presença de fungos do gênero *Fusarium solani*. em todas as propriedades analisadas no município de São João evidencia a importância deste fitopatógeno como sendo causador da podridão radicular da mandioca neste município, causando prejuízos econômicos.

No Município de Jupi, nas propriedades JU1 e JU3 foram encontrados os mesmos gêneros fúngicos: *Trichoderma*, *Fusarium solani* e *Penicillium* (Figura 4B). A propriedade JU2 foi a que apresentou maior diversidade de fitopatógenos. Além dos anteriormente descritos apresentou: *Phoma*, *Roselinia*, *Alternaria* e *Aspergillus*. Somente as mandiocas provenientes da JU5 apresentaram fungos do gênero *Pythium* e a propriedade JU4 não apresentou presença dos fungos do gênero *Penicillium*. Todas as propriedades apresentaram *Fusarium solani*, exceto a JU5, evidenciando em mais de um município a importância desse gênero associado à podridão radicular da mandioca no estado de Pernambuco. Fungos deste gênero foram descritos como principal agente causador de perdas em outros estados produtores, como Maranhão (Fukuda, 1991) e Pará (Poltronieiri et al., 2002).

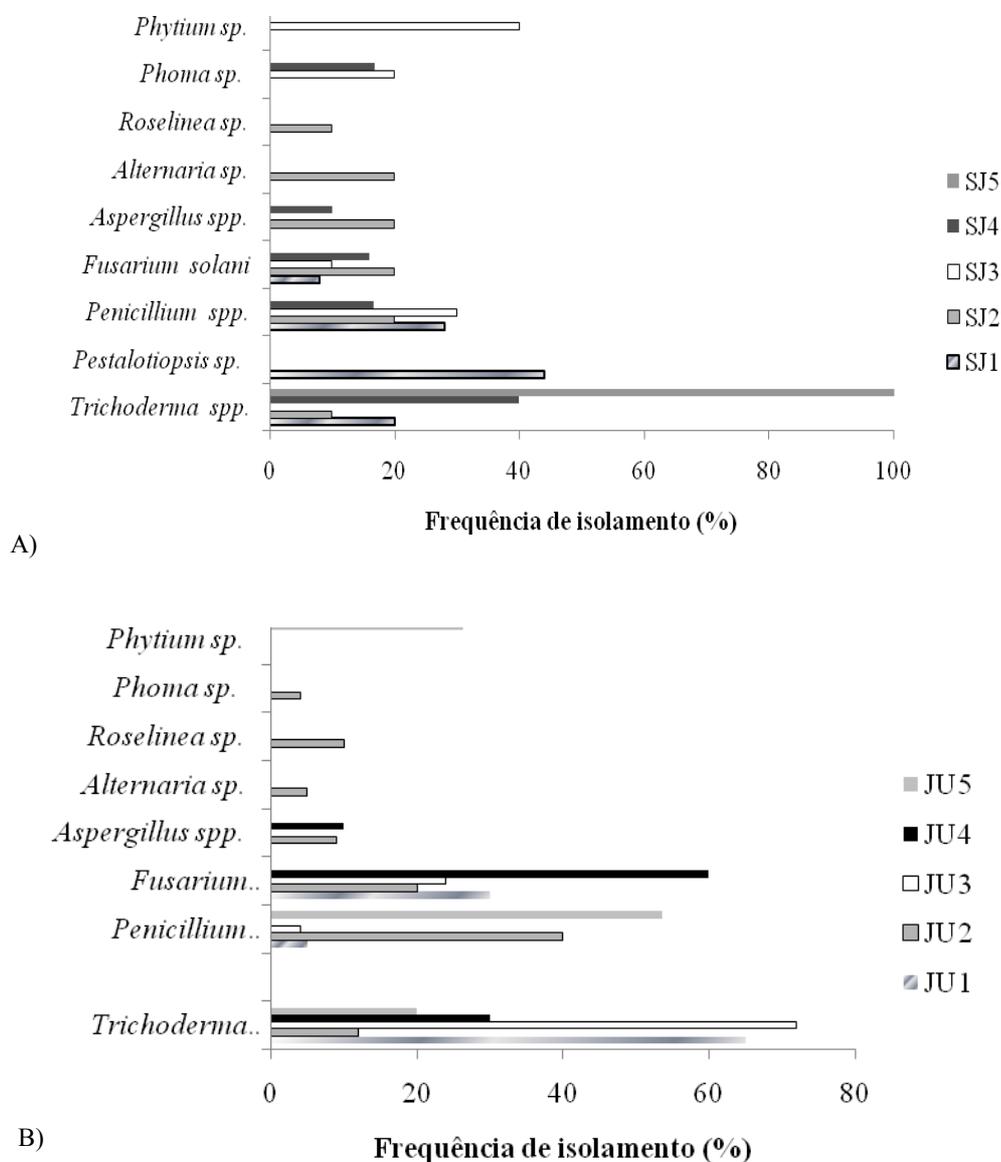


Figura 4. Frequência de isolamento de fungos encontrados em mandioca com sintomas de podridão radicular no município São João A) e Jupi B) no estado de Pernambuco-Brasil.

Em Jucati, foram encontrados fungos dos gêneros *Trichoderma*, *Pestalotiopsis*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium spp.*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Roselinia* e

Phoma (Figura 5A). Já na prospecção realizada no município de Caetés foram identificados os fungos *Scytalidium lignicola* e *Trichoderma* sp. (Figura 5B).

No município de Caetés, houve predomínio do patógeno *Scytalidium lignicola*, sendo observado em quase todas as propriedades, exceto na CA1. Este foi descrito pela primeira vez no Brasil no estado de Pernambuco por Laranjeira et al. (1994) e vem se tornando um importante patógeno para esta cultura em outros estados como Pará, Alagoas e Maranhão (Serra et al., 2009). O fungo *Scytalidium lignicola* tem sido citado como um importante patógeno causador da podridão negra em raízes e caule na cultura da mandioca (Muniz et al. 2006) e em outras culturas como a palma forrageira (Souza et al., 2010).

Também foi observado que, na propriedade CA1, foram encontrados 100% de frequência de *Trichoderma* sp., muito importante para o solo por ser um biocontrole de fitopatógenos como *Phytophthora* (Ezziyyani et al., 2007), Remuska & Pria (2007) avaliando a efeito antagônico de *Trichoderma* sp. no controle do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos observou que este exerceu efeito antagonista sobre alguns fitopatógenos radiculares, tais como *Sclerotium rolfsii*, *Pythium aphanidermatum* e *Fusarium solani*, sendo este último gênero descrito nesta prospecção como um dos principais fitopatógenos associados à podridão radicular da mandioca no estado de Pernambuco.

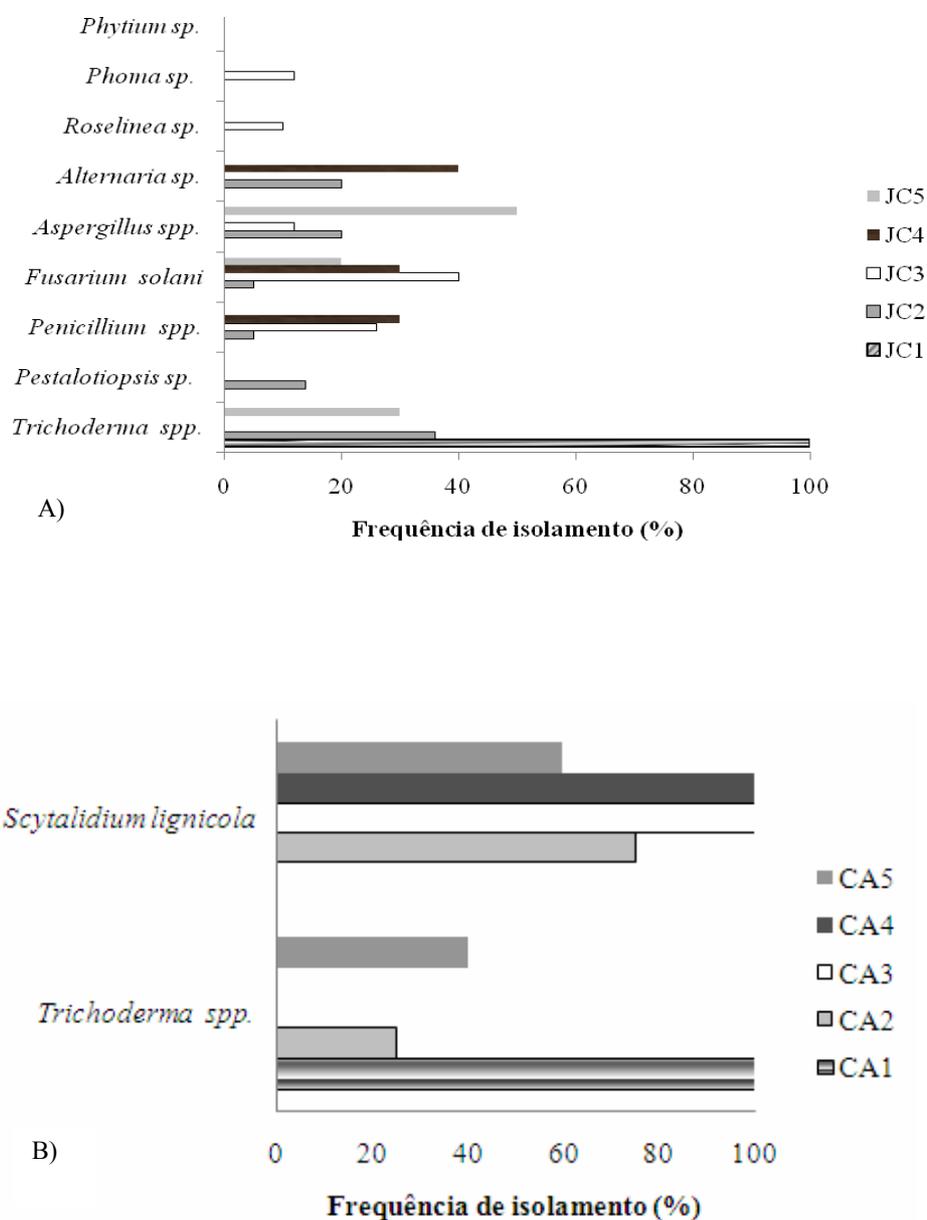


Figura 5. Frequência de isolamento de fungos encontrados em mandioca com sintomas de podridão radicular no município Jucati A) e Caetés B) no estado de Pernambuco- Brasil.

De acordo com a prospecção acima descrita, houve prevalência de três tipos de fungos na qual foram selecionados para o teste de patogenicidade: *Fusarium solani* (SJ009), *Fusarium sp.* (JU007) e um *Scytalidium lignicola* (CA008).

A cultivar de mandioca Branquinha foi susceptível aos isolados mais prevalentes nos municípios produtores de mandioca do Agreste de Pernambuco. Os isolados apresentaram uma nota média de severidade 3, 3 e 4, respectivamente, demonstrando alta capacidade desses fungos de causar doença em mandioca da cultivar branquinha. Serra et al. (2009) ao avaliar a reação de diversas cultivares de mandioca, inclusive a utilizada neste trabalho observaram alta severidade da doença causada por *Scytalidium lignicola* em todas as cultivares testadas, corroborando com o presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

1. Foi encontrada alta diversidade de fungos, alguns associados à podridão radicular da mandioca nos municípios produtores do Agreste de Pernambuco.
2. Houve prevalência de fungos *Fusarium solani* associados à podridão radicular em mandiocas provenientes das áreas dos municípios de Jupi, Jucati e São João, e de *Scytalidium lignicola* provenientes de áreas do município de Caetés.
3. Os isolados mais prevalentes apresentaram uma alta severidade em mandiocas da cultivar Branquinha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAND BANDYOPADHYAY, R.; MAWANGI, M.; AIGBE, S.O.; LESLIE, J. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. **Phytopathology**, Palo Alto, v.96, p. 673-676, 2006.

CASTELLANI, A. Viability of mold culture of fungi in distilled water. **Jornal of tropical Medicine and Hygiene**, Detroit, v.42, p. 225-226, 1939.

CUENCA, M.A.G.; MANDARINO, D.C. **Aspectos agroeconômicos da cultura da mandioca: características e evolução da cultura no Estado de Pernambuco entre 1990 e 2004.** Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. (Documentos 99).

CÚNDOM, M.A.; MAZZA, S.M. & GUTIÉRREZ, S.A. Selection of *Trichoderma* spp. Isolates against *Rhizoctonia solani*. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v.1, n.4, p.79-81, 2003.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; FREITAS, L. F., LOPES, L. F.; SENA, M. C.; & MELLO, S. C. Avaliação in vitro de *Trichoderma* para o controle de *Phytophthora palmivora*. Brasília, Fitopatologia Brasileira, 30: S78, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Cultivo da mandioca para a região Semi-árida.** Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/doencas.htm>. Acesso em: 30 jun. 2012.

EZZIYYANI M., Requena, M.E.; Gilabert, C.E; Candela, M.E. Biological control of *Phytophthora* root rot of pepper using *Trichoderma harzianum* and *Streptomyces rochei* combination. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.155, p.342-349, 2007.

FUNDATION AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **Participação dos continentes na produção de mandioca em 2008.** FAOSTAT Database Gateway- FAO. Roma. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 01 Jun. 2012.

FUKUDA, C. **Podridão das raízes da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Mandioca em Foco, 08), 1991.

IBGE- *Produção agrícola municipal* IBGE- Rio de Janeiro: IBGE- Sistema IBGE de recuperação automática- SIDRA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

LARANJEIRA, D.; SANTOS, E.O. DOS; MARIANO, R. DE L.R.; BARROS, S.T. Ocorrência da podridão negra da maniva e raiz da mandioca (*Manihot esculenta*) causada por *Scytalidium lignicola* no estado de Pernambuco, Brasil. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 19, n.3, p. 466-469, 1994.

LIMA, M.F., REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A.; FONSECA, M.E.N. Caracterização de isolados de *Phytophthora* de mandioca. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, p.416-424. 1993.

MUNIZ, M. F. S., ANDRADE, F.W.R.; QUEIROZ, F.M.; MOURA FILHO, G.; MENEZES, M. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p.195-198, 2006.

McKINNEY, R.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research* 6:195-218. 1923.

OLIVEIRA, M.A.; FIORINE, R.A. Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, p.12-26, 2006.

ONYEKA, T.J.; DIXON, A.G.O.; EKPO, E.J.A. Field evaluation of root rot disease and relationship between disease severity and yield in cassava. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 41, p. 357-363, 2005.

OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F.M.; MARTINS, C.S. **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. EMBRAPA, Dourados MS (Documentos EMBRAPA), 2002. 221p.

POLTRONIERI, L. S; TRINDADE, D.R; ALBUQUERQUE, F.C; DUARTE, M.L.R.; CARDOSO, S.S. Incidência de *Fusarium solani* em mandioca no estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p. 544, 2002.

REMUSKA, A.C.; PRIA, M. D. Efeito de *Bacillus thuringiensis* E *Trichoderma* sp. no crescimento de fungos fitopatogênicos. **Exact and Earth Sciences, Agrarian Sciences**, Ponta Grossa, v.13, n.3, p. 31-36, 2007.

SALLAM NASHWA A.; ABO ELYOUSR, K. A. and HASSAN, M. A. Evaluation of trichoderma Species as Biocontrol Agents for Damping Off and Wilt Diseases of Phaseolus vulgaris L. and Efficacy of Suggested Formula. Egypt. J. Phytopathol, v. 36, n 1, p. 81-93, 2008.

SERRA, I.M.R.S., SILVA, G.S.da; NASCIMENTO, F.S.; LIMA, L.K.F. *Scytalidium lignicola* em mandioca: ocorrência no Estado do Maranhão e reação de cultivares ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 327-328, 2009.

SID AHMED A.; EZZIYYANI. M; PÉREZ SÁNCHEZ, C.; CANDELA, M.E. Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annuum*) plants. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.109, p. 418-426, 2003.

SOUZA, C. **Acumulação de fitomassa em variedades de mandioca submetidas a diferentes épocas de corte**. Tese (Doutorado em Agronomia) Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2009. 146f.

SOUZA, A.E.F.; NASCIMENTO, L.C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E.B.; SOUTO, F.M. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no semiárido paraibano. **Biotemas**, Florianópolis, v.23, n.3, p. 11-20, 2010.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA SOBRE A SUPRESSIVIDADE DO *Scytalidium lignicola*

RESUMO

A podridão radicular da mandioca causada por *Scytalidium lignicola* vem se tornando uma doença importante para os estados produtores devido a grandes perdas de produção. Por isso o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de matéria orgânica e adicionada ao solo arenoso sob a supressividade do crescimento micelial de *Scytalidium lignicola*. Foram realizados dois experimentos o primeiro foi visando avaliar o efeito dos extratos de materiais orgânico (cama de aviário, esterco caprino, bovino e húmus de minhoca) incorporados ao meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) nas concentrações 10, 20, 30 e 40% (v/v) e o segundo foi avaliar o efeito dos materiais orgânicos misturados com solo arenoso com as mesmas fontes e doses. As variáveis analisadas foram: taxa de crescimento micelial, inibição do crescimento micelial e área abaixo da curva de crescimento micelial. A fonte cama de aviário foi a mais eficiente em inibir o crescimento micelial de *S. lignicola* a uma dose 40%, com uma inibição do crescimento micelial de 69,75% apenas quando os extratos não foram autoclavados. Solo arenoso com incorporação de todas as fontes e doses de matéria orgânica foram altamente eficientes na supressividade do crescimento micelial de *S. lignicola*.

Palavras-chaves: *Manihot sculenta*, cama de aviário, esterco caprino, húmus de minhoca.

ABSTRACT

The cassava root rot caused by *Scytalidium lignicola* has become an important disease for the producing states due to major production losses. Therefore the objective of this study was to evaluate the effect of sources and levels of organic matter added to the soil and sandy under the suppressiveness of mycelial growth of *Scytalidium lignicola*. Two experiments were conducted was the first to evaluate the effect of extracts of organic materials (poultry manure, goat manure, cattle and earthworm castings) added to the culture medium potato dextrose agar (PDA) in concentrations of 10, 20, 30 and 40% (v / v) and the second was to evaluate the effect of organic materials mixed with sandy soil with fountains and the same doses. The variables analyzed were: radial growth rate, mycelial growth inhibition and area under the curve of mycelial growth. The source litter was the most effective in inhibiting the mycelial growth of *S. lignicola* at a dose 40% with a mycelial growth inhibition of 69.75% when only the extracts were not autoclaved. Sandy soil with incorporation of all sources and levels of organic matter were highly efficient in suppressiveness mycelial growth of *S. lignicola*.

Keywords: *Manihot sculenta*, poultry litter, goat manure, earthworm excrements.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Manihot* conta com um numero aproximado de 200 espécies, sendo a de maior interesse econômico a *Manihot esculenta* Crantz. Devido à ampla adaptabilidade às condições ambientais e à capacidade produtiva, tornou-se alimento básico para muitas populações indígena e vem se tornando cada vez mais importante em nível mundial, uma vez que os estudos de sua importância vêm alcançando novas áreas (Cockcroft, 2004).

As cultivares de mandioca são classificadas em doces ou de “mesa”, normalmente utilizadas para consumo fresco humano e animal, e amargas ou mandiocas bravas, geralmente usadas nas indústrias para produzir farinha, extrair amido e outros produtos, mas somente são consumidas após algum tipo de processamento industrial, com efeito desintoxicante. Variedades mansas são mais versáteis, podem ser destinadas ao processamento tais quais as variedades bravas, e também consumidas após preparos mais simples como cozidas, fritas ou assadas (Valle et al., 2004).

Apesar de ter um amplo espectro de aplicação, o cultivo da mandioca no Brasil é tradicionalmente realizado em um sistema de agricultura de subsistência, na qual os produtores utilizam manivas de má qualidade fisiológica e sanitária devido à constante multiplicação, sendo uma importante fonte de disseminação de diversas doenças (Oliveira; Fiorine, 2006), aliado à falta de cuidados culturais que contribuem para o aumento do número e intensidade de doenças.

A podridão radicular da mandioca vem se tornando uma das principais doenças nos países produtores, como Brasil (Serra et al., 2009) e África (Onyeka et al., 2005), onde vem provocando uma queda progressiva na produtividade e inutilizando áreas de plantio, causando perdas de 100% em áreas produtoras. Trata-se de uma doença na qual pode ser causada por diversos fitopatógenos como *Phytophthora drechsleri* Tucker (Muniz et al., 2006) e *Fusarium* sp. (Bandyopadhyay et al., 2006), *Scytalidium* sp. e *Botriodiplodia* sp. (EMBRAPA, 2012). No Maranhão, os fungos *Phytophthora* spp. e *Fusarium* spp. respondem por 30 e 70% das perdas de produção da mandioca, respectivamente, podendo chegar até 100% em ataques severos (Fukuda, 1991). Outro fitopatógeno que vem ganhando importância econômica no Brasil é o *Scytalidium lignicola*, que causa a podridão

negra em raízes e caules, com perdas severas em áreas de produção de mandioca no Brasil (Serra et al., 2009).

A principal estratégia para o manejo integrado desta doença devem ser empregada e utilização de manivas de qualidade (Oliveira; Fiorine, 2006), uso de resíduos vegetais incorporados ao solo (Kasuya et al. 2006) e uso da matéria orgânica na qual é um forte aliado no controle aos fitopatógenos, pois aumenta a atividade microbiana (mecanismos de antibiose, hiperparasitismo, indução da resistência e competição por nutrientes, oxigênio e CO₂, entre outros), melhora as características químicas e físicas dos solos (Hoitink; Boehm, 1999). A aplicação de diversas fontes de matéria orgânica visando a supressividade vem sendo estudada no manejo de *Phytophthora* spp. (Leoni; Guini, 2003).

Devido à importância da doença em áreas produtoras e pela carência de trabalhos acerca de formas alternativas de manejo da doença causada por *S. lignicola*, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de matéria orgânica sem e com solo arenoso sobre a supressividade do crescimento micelial de *S. lignicola*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O isolado de *Scytalidium lignicola* (CA 008) utilizado neste experimento foi coletado de mandioca com sintomas de podridão radicular, no Município de Caetés-PE (Lat.8°46'22", Long.36°37'22") e encontra-se na coleção de culturas de fungos fitopatogênicos da UAG/UFRPE.

As plantas foram enviadas ao setor de biotecnologia do CENLAG da UAG/UFRPE, onde realizou-se o isolamento pelo método rotineiro de plaqueamento em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) acrescido de 500 µg mL⁻¹ de estreptomicina. Cada placa recebeu 4 fragmentos de raízes de mandioca com sintoma da doença, e foram incubadas a 25 °C durante 14 dias, em B.O.D..

Posteriormente, os pontos de isolamento foram repicados para obtenção de cultura pura, sendo em seguida identificadas com auxílio de microscopia óptica. Tal isolado foi selecionado como o mais virulento em estudo prévio de prospecção e teste de patogenicidade (Notaro, 2012). Após a seleção, o isolado foi repicado em culturas puras e

incubado por 14 dias em estufa (B.O.D.) a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob alternância luminosa (12 h claro/ 12 h escuro) para obtenção do inóculo.

Experimento 1: Avaliação do efeito de materiais orgânicos sobre o crescimento in vitro do fungo *Scytalidium lignicola*.

Os resíduos orgânicos, cama de aviário, esterco caprino, esterco bovino e húmus de minhoca, foram obtidos da região e foram postos para curtir por 14 dias. Os extratos aquosos desses materiais foram preparados misturando-se cada material com água destilada na proporção 1:3 (peso/volume), deixando-se em repouso por uma hora. Duas formas de extração foram realizadas: uma com e outra sem autoclavagem (120°C por 20 min), procedendo-se à filtração e, após autoclavagem foram deixados na geladeira por 1h para resfriamento.

Os extratos foram incorporados ao meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) nas concentrações (10, 20, 30 e 40%) (v/v), o pH desses meio foi corrigido para 6. O meio contendo o extrato foi vertido em placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Após 24 h foram transferidos discos de BDA de 8 mm de diâmetro contendo o micélio de *S. lignicola*. As placas foram mantidas em B.O.D. a 25°C e avaliadas diariamente quanto ao crescimento micelial (Figura 6).

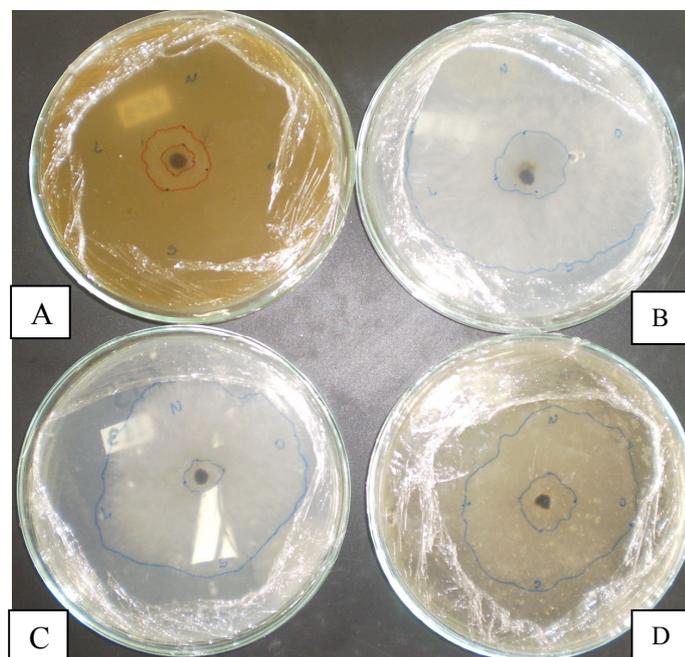


Figura 6: Meio de cultura BDA com extrato de cama de aviário (A); húmus de minhoca (B); esterco bovino (C) e esterco caprino (D).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial $4 \times 4 \times 2 + 2$, sendo o primeiro fator materiais orgânicos (cama de aviário, esterco caprino, esterco bovino e húmus de minhoca), o segundo as concentrações (10, 20, 30 e 40%) e o terceiro, autoclavagem ou não, e duas testemunhas: solo sem material orgânico, autoclavado e solo sem material orgânico sem autoclavagem, com quatro repetições.

As variáveis analisadas foram:

- Taxa de crescimento micelial (TCM) em milímetro
- Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM), utilizando a fórmula, de acordo com a Eq. (1):

$$AACCM = \frac{\sum y_i + (y_{i+1})}{2 \cdot d_{ii}} \quad (1)$$

onde:

y_i e y_{i+1} valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas e d_{ii} o intervalo entre as avaliações.

- Percentagem da inibição do crescimento micelial (ICM) calculada pela fórmula de Abbott (1925): Determinada por meio da Eq. (2).

$$ICM(\%) = \frac{(T - t)}{T} \cdot 100 \quad (2)$$

onde:

T : testemunha

t : tratamento, conforme Medeiros et al. (2012).

Para efeito de análise, os dados originais da ICM foram transformados em arcsen raiz ($\arcsin \sqrt{x+0,5/100}$) e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Experimento 2: Efeito dos materiais orgânicos adicionados ao solo sobre o crescimento micelial do *Scytalidium lignicola*.

O solo utilizado neste experimento foi coletado em área proveniente de mata nativa, e apresentou as seguintes características: pH 4,5, P (16,6 mg Kg⁻¹), Mg (0,8 cMolc dm⁻³), Ca (0,8 cMolc dm⁻³), Al (0,15 cMolc dm⁻³), Na (0,28 cMolc Kg⁻¹), K (0,15 cMolc Kg⁻¹) e H + Al (1,8 cMolc dm⁻³) de acordo com (EMBRAPA, 2009). A este solo foram incorporados materiais orgânicos (cama de aviário, esterco caprino, esterco bovino e húmus de minhoca) nas concentrações 10, 20, 30 e 40% (v/v), sendo as misturas autoclavadas e não autoclavadas.

As misturas não autoclavadas foram colocadas no fundo de placas de Pétri, sobre o qual foi adicionada uma camada de AA (ágar-água). Para as misturas autoclavadas, as placas foram autoclavada a 120°C a 20 minutos e em seguida, uma camada de AA foi colocada na superfície. Após 24h, as placas de Pétri contendo a mistura mais meio agar-água receberam um disco de 8 mm de meio BDA contendo micélio do patógeno *S. lignicola*. As placas foram mantidas a 25°C ± 2. Diariamente foi avaliado o crescimento micelial em relação à testemunha, onde avaliou-se as mesmas variáveis do experimento anterior. O delineamento experimental e a análise estatística foram as mesmas do experimento anterior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1. Avaliação do efeito de materiais orgânicos sobre o crescimento in vitro do fungo *Scytalidium lignicola*

Houve interação entre os fatores doses e fontes de matéria orgânica, com os extratos autoclavados e não, sobre o crescimento micelial de *S. lignicola* para as variáveis TCM, AACCM, ICM.

As fontes e doses de matéria orgânica permitiram uma TCM de *S. lignicola* que variaram de 90 mm a 27,50 mm, nos extratos não autoclavados. Os menores crescimentos miceliais foram obtidos nas placas submetidas à fonte cama de aviário, com os extratos não autoclavados, nas doses a partir de 30%.

Os tratamentos contendo a dose 40% da cama de aviário não autoclavado foi a que apresentou menor taxa de crescimento micelial, isso possivelmente acontece por causa da relação C/N do material que favorece o crescimento de outros micro-organismos aumentando a competitividade entre eles por nutrientes (Ghini et al., 2002). A quantidade de nitrogênio existente na cama de aviário pode ter interferido no crescimento micelial do *S. lignicola*. Baptista et al. (2007) avaliando a eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo cita que a liberação de compostos voláteis de nitrogênio tóxicos da cama de aviário tem efeitos antimicrobianos.

Estudo realizado por Ghini et al. (2001) sobre efeito de adubos nitrogenados na supressividade de solos a fitopatógenos mostraram que o uso de uréia reduz a densidade populacional de alguns fungos, no presente experimento a quantidade de nitrogênio na CA pode ter influenciado a supressividade diferente dos outros materiais orgânicos que não obteve resultados satisfatórios .

Em relação à variável área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) de *S. lignicola* verifico-se efeitos significativos para os fatores doses e fontes de matéria orgânica (Tabela 1) tanto para os extratos autoclavados quanto para os não autoclavados.

Tabela 1. Área abaixo da curva de crescimento micelial *Scytalidium lignicola* submetidos à fontes e doses de matéria orgânica, com os extratos autoclavados e não autoclavados.

	Não autoclavado				Autoclavado			
	CA	EC	EB	HM	CA	EC	EB	HM
Meio	138,75 a	-	-	-	-	-	-	-
Solo	135 a	-	-	-	-	-	-	-
10	131,5 aA	124,25 aA	120,5 aA	129,3aA	129,25 aA	131,5 aA	142,75 aA	139 aA
20	94,75 aA	108,25 aA	125,5 aA	113 aA	127,75 aA	142,3aA	143,00 aA	139 aA
30	47,5 bB	87,5 cB	144,75 aA	124,3aA	120,50 aA	132,8aA	136,25 aA	138,8aA
40	41,25 bB	79,75 cB	134,25 aA	116,8aA	114,5 Aa	122 aA	137,00 aA	134,3aA

*valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade. CA (cama de aviário); EC (esterco caprino); EB (esterco bovino); HM (húmus de minhoca).

Os valores de AACCM variaram de 144 nos fungos submetidos ao tratamento com esterco bovino à 30% até 41,25, nos fungos submetidos à cama de aviário à 30%. Assim como na variável TCM, a cama de aviário na concentração de 40% nos extratos não autoclavados foi menos satisfatório em relação ao crescimento micelial do *S. lignicola*. Essa variável explica o comportamento do crescimento micelial fúngico durante todo o tempo de duração do experimento (Viana et al., 2008).

Houve interação significativa para as doses e fontes de matéria orgânica nos extratos autoclavados e não autoclavados sobre a ICM de *S. lignicola*. As parcelas experimentais que tiveram o crescimento de *S. lignicola* limitado foram todas com a cama de aviário a partir da concentração de 30% no solo não autoclavado, mostrando que a cama de aviário foi o tratamento mais eficiente em inibir o crescimento micelial de *S. lignicola*.

É possível que a autoclavagem tenha eliminado outros micro-organismos que iriam causar o efeito supressivo do *S. lignicola*, ou que algumas moléculas importantes tenham se desnaturado pela alta temperatura e pressão da autoclavagem.

Experimento 2: Efeito dos materiais orgânicos adicionados ao solo arenoso sobre o crescimento micelial do *Scytalidium lignicola*.

Houve interação significativa entre fontes e doses de matéria orgânica e autoclavado ou não para todas as variáveis quando o fungo *S. lignicola* foi adicionado ao solo. Entre as diferentes fontes de matéria orgânica e doses foi visto que todas tiveram efeito similar, porém nos tratamentos autoclavados todas as fontes como as doses de matéria orgânica favoreceu o crescimento do fungo (Tabela 2). Da mesma forma que o experimento anterior, mesmo com a adição do solo, a competição, inibida pela ação da autoclavagem, pode interferir no crescimento do fungo.

Tabela 2. Taxa de crescimento micelial (em milímetro) de *Scytalidium lignicola* submetidos à diferentes fontes e doses de matéria orgânica, adicionadas a solo, sendo a mistura autoclavada e não autoclavada.

	Não autoclavado				Autoclavado			
	CA	EC	EB	HM	CA	EC	EB	HM
Meio	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA
solo	0bA	0bA	0bA	0bA	0bA	0bA	0bA	0bA
10	0bB	0bB	0bB	0bB	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA
20	0bB	0bB	0bB	0bB	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA
30	0bB	0bB	0bB	0bB	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA
40	0bB	0bB	0bB	0bB	90 aA	90 aA	90 aA	90 aA

*valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade. CA (cama de aviário); EC (esterco caprino); EB (esterco bovino); HM (húmus de minhoca).

Os resultados de TCM estão diferentes dos encontrados por Leoni; Ghini (2003) que, avaliando o efeito de matéria orgânica, tendo como fonte lodo de esgoto na indução de supressividade in vitro a *Phytophthora nicotianae*, observaram que quanto maior a proporção do lodo de esgoto maior foi o efeito supressivo ao fungo, neste experimento houve a supressividade do crescimento micelial de *S. lignicola* submetido à tratamentos com solo isoladamente (tratamento controle) e misturado à fontes e doses de matéria

orgânica, indicando que o solo está fortemente envolvido na supressividade do crescimento micelial de *S. lignicola*.

Outro fator que pode ter levado a esses resultados que o solo possa apresentar supressividade natural. Como as fontes de matéria orgânica foram misturadas com solo o efeito supressivo do solo possa ter ajudado no controle do desenvolvimento do fungo. Interações complexas entre fatores abióticos e bióticos podem conduzir a supressividade natural do solo, propriedade que tem despertado muito interesse, como uma prática alternativa no controle de patógenos de vários hospedeiros, assim como observado por Notaro (2012) quando avaliou o efeito supressividade natural de solos arenosos sob a prodrisão radicular da mandioca, causada por *S. lignicola*, corroborando com o presente trabalho.

Para o índice de AACCM todos os tratamentos e doses testadas não obtiveram crescimento quando incorporados a matéria orgânica e o solo, já no tratamento controle, apenas com o meio de cultura os resultados de AACCM foram de 16,75 mm (Tabela 3). Assunção (2003) testando dez tipos de solos de Pernambuco avaliando a supressividade em duas espécies de *Fusarium*, nas cidades de Aliança, Amaraji, Cabo, Cachoeirinha, Camaragibe, Condado, Escada, Goiana, Recife e São Caetano observaram que os solos de Camaragibe, Goiana e Amaraji apresentaram valores elevados para de índice de doença (ID), taxa de progresso da doença (TPD) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nos dois isolados estados de *F. oxysporum*, *F. sp. tracheiphilum*.

Tabela 3. Área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) de *Scytalidium lignicola* submetidos à diferentes fontes e doses de matéria orgânica, adicionadas a solos, sendo a mistura autoclavadas e não autoclavadas.

	Não autoclavado				Autoclavado			
	CA	EC	EB	HM	CA	EC	EB	HM
Meio solo	16,75aA	16,75aA	16,75aA	16,75aA	16,75 aA	16,75 aA	16,75 aA	16,75 aA
10	0 bA	0 bA	0 bA	0 bA	0 bA	0 bA	0 bA	0 bA
20	0 bB	0 bB	0 bB	0 bB	23 aA	26,25 aA	26,00 aA	27,00 aA
30	0 bB	0 bB	0 bB	0 bB	25,75 aA	27,25 aA	28,25 aA	27,75 aA
40	0 bB	0 bB	0 bB	0 bB	26,00 aA	26,75 aA	27,00 aA	28,50 aA
	0 bB	0 bB	0 bB	0 bB	25,25 aA	27,50 aA	27,00 aA	28,25 aA

*valores seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade. CA (cama de aviário); EC (esterco caprino); EB (esterco bovino); HM (húmus de minhoca).

A ICM de *S. lignicola* foi maior nos tratamentos contendo solo, tanto isoladamente (controle), quanto quando misturado à fontes e doses de matéria orgânica, entretanto, só teve sua máxima eficiência nos tratamentos não autoclavados.

Quando considerado o tratamento controle, apenas com solo, foi observado que houve inibição do crescimento micelial de *S. lignicola* nas parcelas com o solo autoclavado e nas com o solo não autoclavado. Este solo é do tipo arenoso, que possui pouca fonte de matéria orgânica e consequentemente de nutrientes livres que sirva de alimento para o fungo. De acordo com Notaro (2012), a matéria orgânica do solo é um dos fatores envolvidos na supressividade natural de solos arenosos à podridão radicular da mandioca, causada por *S. lignicola*, corroborando com o presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

1. A fonte cama de aviário nas doses a partir de 30% foram eficientes na supressividade do crescimento micelial de *Scytalidium lignicola*, quando os extratos não foram autoclavados.

2. Solo arenoso adicionado à fontes e doses de matéria orgânica foram altamente eficientes na supressividade quando não autoclavados. O solo arenoso autoclavado utilizado sem matéria orgânica também foi eficiente em inibir o crescimento micelial de *S. lignicola*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267, 1925.

BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. ***Phytopathology***, v.96, p.673-676, 2006.

BAPTISTA, M. J., REIS JUNIOR, F. B. DOS, XAVIER, G.R.;ALCÂNTARA, C. DE, OLIVEIRA, A. R. DE, SOUZA, R. B., LOPES, C. A. Eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo. ***Pesquisa agropecuária brasileira***, v.42, p.933-938, 2007.

COCKCROFT, L., **Current and projected trends in African agriculture: implications for research strategy**. In: Hughes, J. D'A.; Adu, B. O. (eds.) *Plant virology in sub-saharan Africa*. Ibadan, Nigeria: IITA/Abidjan, Côte d'Ivoire: ORSTOM, 2004. p.88-172.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, Plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA. 2009. 627p. Informações Tecnológicas.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da mandioca para a região** Semi-

árida.<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/doencas.htm>. 30 Out. 2012.

FUKUDA, C. **Podridão das Raízes da Mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. p.157-160, 1991.

GHINI, R., BETTIOL, W., DYNIA, J. F., MAIA, A. H. N. Efeito de Adubos Nitrogenados na Supressividade de Solos a Fitopatógenos. **Ecosistema**, v.26, 33 p.2001.

GHINI, R., SCHOENMAKER, I. A. S., BETTIOL, W. Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1253-1261, 2002.

HOITINK, H.A.J.; BOEHM, M.J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate dependent phenomenon. **Annual Review of Phytopathology**, v.37, p.427-446, 1999.

KASUYA, M.; OLIVIER, A.R.; OTA, Y.; TOJO, M.; HONJO, H.; FUKUI, R. Induction of soil suppressiveness against rhizoctoniasolaniby incorporation of dried plant residues into soil. **Phytopathology**, v.96,p.1372-1379, 2006.

LEONI, C.; GHINI, R. Efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade in vitro a *Phytophthora nicotianae*. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.067-075, 2003.

MEDEIROS, E.V.; VIANA, M.G.; ALBUQUERQUE, C.C.; VIANA, F.A.; SILVA, K.M.B. Extrato etanólico de Senna alata no controle de *Fusarium oxysporum*, causador da murcha-de-fusarium do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1166–1170, 2012.

MUNIZ, M. F. S., ANDRADE, F. W. R., QUEIROZ, F. M., MOURA FILHO, G.; MENEZES, M. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.195-198, 2006

NOTARO, K.A. **Prospecção de fitopatógenos e caracterização de solos arenosos envolvidos na supressividade ou conducividade da podridão radicular da mandioca, causada por *Scybalidium lignicola***. Garanhuns: UFRPE, 2012. 111p. Dissertação Mestrado

OLIVEIRA, M.A.; FIORINE, R.A. Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.2, p.12-26, 2006.

ONYEKA, T.J.; DIXON, A.G.O.; EKPO, E.J.A. Field evaluation of root rot disease and relationship between disease severity and yield in cassava. **Experimental Agriculture**, v.41, p.357-363, 2005.

SERRA, I.M. R. S.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F.S.; LIMA, L.K.F. *Scybalidium lignicola* em mandioca: ocorrência no Estado do Maranhão e reação de cultivares ao patógeno. **Summa Phytopathologica**, v.35, p.327-328, 2009.

VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B.; MÜHLEN, G. S.; VILLELA, O. V. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas. **Bragantia**, v.63, p.221-226, 2004.

VIANA, M.; G. ALBUQUERQUE, C.C.; MEDEIROS, E.V.; VIANA, F.A.; SILVA, K.M.B. Avaliação do potencial fungicida de extratos etanólicos de *Senna alata* contra *Monosparacusca nnonballus*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1387-1393, 2008.

CAPÍTULO III

**INTERFERÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO
NO CONTROLE DA PODRIDÃO NEGRA DA MANDIOCA, CAUSADA POR
*Scytalidium lignicola***

RESUMO

A mandioca é de grande relevância para países do Sudeste da Ásia, África e América do Sul. Em Pernambuco as podridões vem induzindo a queda na produção e reduzindo as áreas de cultivo ao longo do tempo. O combate a essa doença ainda é um desafio pois não existe fungicida registrado para o controle ou prevenção da doença, por ser uma doença causada por fungos presentes no solo. Dentre a gama de fungos causadores de podridões está o *Scytalidium lignicola*, causador da podridão negra. Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de doses e fontes de matéria orgânica incorporados à solos arenosos com inoculação de *Scytalidium lignicola* sobre a podridão negra da mandioca cv. Pai Antônio. O experimento foi realizado com os materiais orgânicos, cama de aviário (CA) e esterco caprino (EC) incorporados ao solo arenoso nas concentrações (10, 20 e 30%) (v/v). As variáveis analisadas foram: severidade da doença, respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana das amostras, atributos químicos (pH, P, Na e K) e atributos bioquímicos fosfatase ácida e alcalina e urease. Os tratamentos com maiores poderes supressivos à podridão negra da mandioca foram EC 10 e 20% e CA 20 e 30%. A dose e o material orgânico que apresentou melhor desempenho na a supressividade do *Scytalidium lignicola* foi EC 10 e 20%.

Palavras-chaves: *Maniot esculenta*, cama de aviário, esterco caprino, supressividade.

ABSTRACT

Cassava is of great relevance to countries in Southeast Asia, Africa and South America. In Pernambuco the rot comes in causing drop in production and reducing the area under cultivation over time. The fight against this disease remains a challenge because there is no fungicide registered for the control or prevention of disease, is a disease caused by fungi present in the soil. Among the range of fungi that cause rot is *Scytalidium lignicola* causes black rot. This study aimed to verify the effect of doses and sources of organic matter incorporated into sandy soil inoculated with *Scytalidium lignicola* on the black rot of cassava cv. Father Antonio. The experiment was conducted with organic materials, litter (CA) and goat manure (EC) incorporated into the sandy soil concentrations (10, 20 and 30%) (v / v). The variables analyzed were: disease severity, soil basal respiration, microbial biomass carbon samples, the chemical (pH, P, Na and K) and biochemical attributes alkaline phosphatase and urease. The suppressive treatments with greater powers to black rot of cassava were EC 10 and 20% and CA 20 and 30%. The dose and organic material that performed better in the suppressiveness *Scytalidium lignicola* EC was 10 and 20%.

Keywords: *Maniote sculenta*, poultry litter, goat manure, suppressiveness.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertencente à família das Euphorbiaceae é de grande relevância para países do Sudeste da Ásia, África e América do Sul (Nweke et al., 2002). É utilizada para o consumo por mais de 500 milhões de pessoas, principalmente as de baixa renda (El-Sharkawy, 2006). Estudos realizados pelo Programa Regional estratégico para as doenças da mandioca no centro, leste e sul da África CaCESA, (2010) estima que 20 a 25% da população africana utiliza a mandioca como principal item da alimentação. Na África o cultivo da mandioca é realizado principalmente em pequenas propriedades sendo utilizada como principal produto cultivado.

Na América do Sul o Brasil representa grande relevância na produção de mandioca por contribuir com cerca de 70 a 75% da produção no continente (Groxko 2011). Pesquisa realizada pelo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) IBGE em março de 2012 registrou produção de mais 26 milhões de toneladas. A região Nordeste foi responsável por mais de 8,3 milhões de toneladas, cerca de 32% da produção nacional. Pernambuco obteve mais de 401,3 mil toneladas representando 1,5% da produção no nordeste (IBGE, 2012).

A mandioca é uma planta que apresenta características rústicas, essas conferem resistência às intempéries climáticas se adaptando bem a solos de baixa fertilidade e poucos tratamentos culturais (Nweke et al., 2002). Porém devido a pequena variabilidade genética, apresenta grande vulnerabilidade a pragas e fitopatógenos, afetando direta e/ou indiretamente o desenvolvimento da cultura.

Segundo Cavalcante (2001) várias doenças afetam a produtividade da mandioca no Brasil, sendo com maior incidência as sistêmicas, pois se propagam através de material vegetativo (manivas) contaminados. Dentre as doenças as que vêm tomando destaque devido a severidade são as podridões causadas por fungos e os prejuízos podem chegar a 100% em ataques mais severos (Fukuda, 1991). Os gêneros fúngicos mais citados na literatura como causadores de podridão são *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.* (Fukuda, 1991) *Diplodia sp.* e *Scytalidium sp.* (EMBRAPA, 2013). Este último vem causando muitos prejuízos em Pernambuco, Alagoas, Maranhão e Pará (Fukuda, 1991 e Serra et al., 2009).

Em Pernambuco as podridões vêm induzindo queda na produção e reduzindo as áreas de cultivo ao longo do tempo, dentre a gama de fungo causador de podridões está o *Scytalidium lignicola* Pesante causador da podridão negra que foi relatado pela primeira vez no estado de Pernambuco por Laranjeira et al.(1994). Em trabalho de prospecção realizado por Notaro (2012) verificou a ocorrência de *Scytalidium lignicola* Pesante em todas propriedades estudadas localizada no município de Caetés-PE.

O combate a essa doença ainda é um desafio, pois não existe fungicida registrado para o controle ou prevenção da doença, por ser uma doença causada por fungos presentes no solo, dificultando o controle, e por estar associadas diversos fitopatógenos. O controle químico apresenta custos elevados e a sua utilização de forma incorreta causa danos ambientais.

Esses possíveis danos ambientais tem levado a pesquisas de modelos de manejo ecologicamente menos agressivos a agricultura. Surgindo um interesse por solos que apresentam características de supressividade para o controle de doenças de plantas causadas por patógenos presentes no solo (Baker; Cook, 1974, Chandrani; Baker, 1979).

Vários fatores estão envolvidos diretamente e indiretamente na supressividade do solo, como parasitismo, antibiose e competição. Diversos grupos de micro-organismos atuam no processo de supressividade, que pode ocorrer de forma geral ou específica. Em geral os fatores biológicos são os mais envolvidos na supressividade do solo (Ghini, et. al. 2002).

Segundo Corrêa (2000) em experimento realizado em Goiás sobre a supressividade de *Rhizoctonia solani* em diferentes solos do Cerrado cultivados com sorgo, feijão, cana de açúcar e vegetação nativa, o autor observou que o solo que apresentou melhor desempenho da supressividade foram solos com as culturas de cana de açúcar, pastagem e solos com vegetação natural do Cerrado, o autor atribuiu esse resultado a grande diversidade microbiológica, e melhores condições de antibiose devido ao seu histórico de uso.

A matéria orgânica no solo pode influenciar na supressividade de doenças sendo enquadrada em dois grupos, fração húmica e não humificada (Canellas, 2001). Atuando diretamente nas características biológicas do solo e utilizada como fonte de energia, nutrientes e de carbono para o metabolismo microbiano (Santos, 1999). Como as

informações sobre a podridão negra da mandioca ainda são incipientes e como esta doença vem se tornando de grande importância econômica para os países produtores de mandioca, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de doses e fontes de matéria orgânica incorporados à solos arenosos com inoculação de *Scytalidium lignicola* sobre a podridão negra da mandioca cv. Pai Antônio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta do solo e da matéria orgânica

O solo utilizado neste experimento foi coletado em área proveniente de mata nativa do município de São João- PE no qual apresentou pH 4,5; P (16,6 mg Kg⁻¹); Mg (0,8 cmol_c dm⁻³); Ca (0,8 cmol_c dm⁻³); Al (0,15 cmol_cdm⁻³); Na (0,28 cmol_c Kg⁻¹); K (0,15 cmol_c Kg⁻¹) e H + Al (1,8 cmol_c dm⁻³) através de análise realizada de acordo com (EMBRAPA, 2009).

Os materiais orgânicos (M.O.) selecionados pelo critério de disponibilidade na região foram esterco caprino e cama de aviário, esses materiais foram coletados na Clínica de bovinos de Garanhuns-PE/UFRPE e em Brejão-PE respectivamente.

Obtenção do inóculo

O isolado selecionado foi o *Scytalidium lignicola* (CA 008) coletadas em fazendas produtoras de mandioca no Município de Caetés-PE (Lat.8°46'22", Long.36°37'22"), o qual está depositado na coleção de culturas de fungos fitopatogênicos da UAG/UFRPE.

Em frascos com substrato constituído por 250g de arroz parbolizado descascado, 150 mL de água destilada e esterilizado em autoclave (120°C, 30 min) o inóculo do fungo foi preparado com discos de 8 mm da cultura de *Scytalidium lignicola* incubados à 25°C, com fotoperíodo de 12 h, onde permaneceram por 21 dias. Posteriormente o inóculo foi seco, triturado e pesado em alíquota de 0,5g para inoculação no solo. O número de unidades formadoras de colônias (UFC) foi estimado pelo método de diluição em série de Johnson; Curl (1972), sendo quantificadas em 1000 UFC em 5g de inóculo.

Condução do Experimento

Os materiais orgânicos (esterco caprino e cama de aviário) foram curtidos e testados nas concentrações (10, 20 e 30 %), a testemunha consistiu da utilização de solos sem adição de matéria orgânica (0%) o volume da M.O. foi determinado em relação ao peso do vaso com capacidade de 3 Kg. Após 3 dias, de incorporação, foram inoculados no substrato colonizado 0,5g do fungo *Scytalidium lignicola*, seguido da homogeneização da mistura.

Após 14 dias de infestação, ocorreu a montagem do experimento com a cv. Pai Antônio, duas estacas de mandioca medindo de 8-10 cm de comprimento com 2-3 gemas, desinfetadas com hipoclorito de sódio 3% e plantadas 48 h após a desinfecção. Após 30 dias foi realizado o desbaste.

Após 90 dias, as plantas passaram por avaliações de 3 avaliadores dos sintomas externos, tais como amarelecimento e murcha e posteriormente seccionamento do caule e das raízes presentes para avaliação de sintomas internos evidenciados pela coloração escura no tecido vascular da planta avaliando a severidade da doença mensurada por uma escala adaptada ao índice de McKinney (1923), utilizando a atribuição de notas para os sintomas apresentados. 0= plantas sem sintomas no sistema radicular; 1= plantas com menos de 10% até 25% de plantas com sintoma; 2= plantas com 25% até 50% dos sintomas; 3= plantas com 50% até 75%; 4= 75% até 100% (plantas mortas).

Foram coletadas duas amostras de 500 g da mistura solo e matéria orgânica contida em cada vaso, sendo uma amostra imediatamente refrigerada à 4°C para análise enzimática (fosfatase ácida e alcalina e urease) e a outra amostra encaminhada para secagem ao ar (TFSA), destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm para análises microbianas (respiração basal do solo e carbono da biomassa microbiana) e químicas (pH, P, Na e K).

Atributos microbianos

Respiração basal da população microbiana no solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO_2) liberado no processo de respiração microbiana (evolução de CO_2) pelo método de adsorção alcalina, com a umidade das amostras de solo ajustadas para 60% de sua capacidade de campo (Anderson; Domsch, 1985). Das amostras de solo foram retiradas alíquotas de 30 g e colocadas em recipientes hermeticamente fechados, individualmente, onde o CO_2 produzido foi capturado por solução de NaOH 0,5 mol L⁻¹. Após 72 horas de incubação, o CO_2 foi quantificado por titulação com HCl 0,25 mol L⁻¹, utilizando fenoftaleína 10% diluída em 100 mL de álcool etílico (95%, v/v) como indicador.

Para determinação do carbono da biomassa microbiana (C) as amostras foram submetidas ao processo de irradiação conforme a metodologia descrita por Mendonça et al. (2005). Na quantificação do C da biomassa microbianas foram adotada a metodologia descrita por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988). As amostras de 20g em duplicatas foram deixado em repouso por 24 h umedecidas a 60% da capacidade de campo, em seguidas foram separadas das amostras submetidas a irradiação, e encaminhadas ao microondas, as outras não foram submetidas a esse processo. Todas as amostras foram utilizadas o extrator K_2SO_4 0,5 M, sendo colocado 80 mL de K_2SO_4 0,5 M, e seguiram para o agitador por 30 mim a 200 rpm. Filtrar o sobrenadante em recipientes de plástico com tampa. O carbono nos extratos de K_2SO_4 foi determinado por colorimetria utilizando o comprimento de onda de 495nm, (Bartlett et al., 1988).

Atributos químicos

As análises foram realizadas de acordo com EMBRAPA (2009) foram pesado 10g de solo para a determinação do pH, fósforo, sódio e potássio. Para leitura do pH foram adicionados 20 mL de água destilada, mexendo por cerca de 1 mim, e deixando em repouso por uma hora, e leitura foi feita em pHmetro. Para a análise de fósforo ocorreu extração com Mehlich⁻¹, agitado por 5 mim em mesa agitadora, e ficando em repouso por 16 h. Após repouso foi pipetado 5 mL de extrato adicionados 10mL da solução ácida diluída de

molibdato de amônio e 30mg de ácido ascórbico, agitando por 1 a 2 mim, deixando reagir por 30 mim, a leitura realizada em fotocolorimetria, 660nm. A análise de potássio e sódio foi realizada utilizando o mesmo extrato anteriormente citado, sendo que a quantificação desse elemento é obtido através da fotometria de chama.

Atividade da fosfatase ácida e alcalina

Atividade da fosfatase ácida e alcalina foram estimadas conforme adaptação de Tabatabai (1994). Em amostras de 1 g para as concentrações 10 e 20% e 0,3 g para as concentrações 30%, pois as amostras com essa porcentagem não apresentava leitura no espectrofotômetro. As amostras de solo foram adicionados 4 mL de tampão MUB (pH 6,5) para realização da atividade fosfatase ácida e 4 mL de tampão MUB (pH 11) para realização da atividade fosfatase alcalina, 1 mL de p-nitrofenilfosfato (p-NPP) 0,025 M.

Após incubação (37 °C, 1 hora) foram adicionados 1 mL de CaCl₂ 0,5 M e 8,0 mL de NaOH 0,5 M à suspensão de solo, e filtradas (Whatman n1). Nos controles, a solução de p-NPP 0,025 M foi acrescentada após a adição de 1 mL de CaCl₂ 0,5 M e 4 mL de NaOH 0,5 M. A leitura foi realizada a 400 nm de absorbância. A curva padrão foi realizada a partir de uma solução estoque de 1.000 mg L⁻¹ de p-nitrofenol, seguindo o mesmo procedimento adotado em relação às amostras. Os resultados foram expressos em mg de p-nitrofenol por grama de solo seco por hora (mg de p-nitrofenol g⁻¹ solo h⁻¹). O resultado foi calculado através de Kandeler; Gerber (1988).

Urease

A atividade urease foi realizada conforme Kandeler; Gerber (1988) foram pesadas amostras de 5g de solos e adicionados 2,5 mL de uréia, incubadas por 2 horas a 37°C, terminado o tempo de incubação foram adicionados 50 mL da solução de KCl 1 mol solução extratora, e levados a mesa agitadora 130-140 rpm, por 30 mim. As amostras foram filtradas (Whatman n1) e retiradas uma alíquota de 0,5 mL de extrato, adicionadas 4,5mL de água destilada, 2,5 mL de solução de trabalho e 1 mL de dicloro, agitar no agitador de

tubos de ensaio, e deixados em repouso por 30 min. As análises foram realizadas em triplicata, de cada repetição. A leitura foi realizada em espectrofotômetro 690 nm. Os resultados foram expressos em ($\mu\text{g NH}_4\text{-N g}^{-1}$ de solo 2 h^{-1}).

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo o primeiro fator materiais orgânicos (cama de aviário e esterco caprino), o segundo as concentrações (10, 20 e 30%) e um tratamento controle: sem matéria orgânica (0%) e três repetições.

Os dados de severidade de doença foram submetidos à análise descritiva de média para obtenção da dose e fonte mais eficiente em suprimir a doença. Visando comparar os atributos dos solos envolvidos na supressividade e/ou conducividade da doença, os dados de severidade foram confrontados com as variáveis microbianas, químicas e bioquímicas, através da correlação linear de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade pelo programa ESTATISTICA 7.0 (STATISTICA, 2011), sendo separados os tratamentos mais supressivos dos mais condutivos.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

As plantas de mandioca infestadas com *Scytalidium lignicola* apresentaram valores de severidade variando de 10% a 100% (Figura 1). Pela análise realizada todas as plantas que receberam os materiais orgânicos EC e CA apresentaram efeito supressivo, diferenciando apenas as dosagens, exceto as que receberam o tratamento de CA a 10%. As plantas que receberam os tratamentos EC10 e 20% obtiveram melhores resultados em relação ao controle sem material orgânico. Para o segundo material orgânico testado, CA nas doses 20 e 30 % as plantas apresentaram menor severidade nos níveis de 25% de plantas que apresentaram sintomas da doença.

Em trabalho realizado por Ghini et al. (2001) com adubos nitrogenados na supressividade de solos a fitopatógenos utilizando sete tipos de adubos, uréia, nitrato de cálcio, nitrato de amônio, nitrato de sódio, sulfato de amônio, fosfato de amônio dibásico e

fosfato de amônio monobásico e três isolados *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfii* e *Sclerotinia clerotiorum*, observaram que ocorreu efeito significativo das fontes de N na supressividade do solo aos fitopatógenos avaliados. A adição dos fertilizantes contendo NO_3^- e NH_4^+ aumentaram o crescimento micelial do *R.solani* em relação a uréia. E para a *S. rolfii* uréia aumentou a germinação de escleródios em relação aos NO_3^- e NH_4^+ .

O que também foi verificado no presente trabalho, pois as duas fontes de material orgânico apresentaram efeito supressivo, em todas as doses exceto cama de aviário a 10%, sugerindo que com a decomposição do material orgânico tenha ocorrido a liberação de compostos voláteis que favoreçam a supressividade ao fitopatógeno.

Vinconti (2008) em trabalho realizado com seis resíduos orgânicos hidrolisado de peixe, cama de frango, torta de mamona, casca de camarão, lodo de esgoto e esterco bovino no controle de *Cylindrocladium spathiphylli* em plantas de espatifilo constatou ótimo desempenho nos resíduos, os hidrolisados de peixe 10%, torta de mamona nas concentrações 15 e 20%, sem autoclavagem inibiram por completo o crescimento micelial do fungo. Corroborando com os resultados do presente trabalho onde o EC suprimiu o desenvolvimento do patógeno, nas mesmas doses encontradas pelo autor, com exceção da dose de 15% que não foi avaliada no presente trabalho.

Ghini et al. (2002) em estudo da solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp. com três fontes de matéria orgânica; cama de aviário, lodo de esgoto e casca de *Pinus*. O melhor resultado observado foi a cama de aviário incorporada ao solo na supressividade, diferindo dos resultados apresentados pelo lodo de esgoto e casca de *Pinus*, que na concentração avaliada não induziu a supressividade no *Pythium*, a solarização foi eficiente no controle do patógeno independente da adição de matéria orgânica. Está de acordo com o presente trabalho, pois *Pythium* e *Scybalidium* são patógenos radiculares.

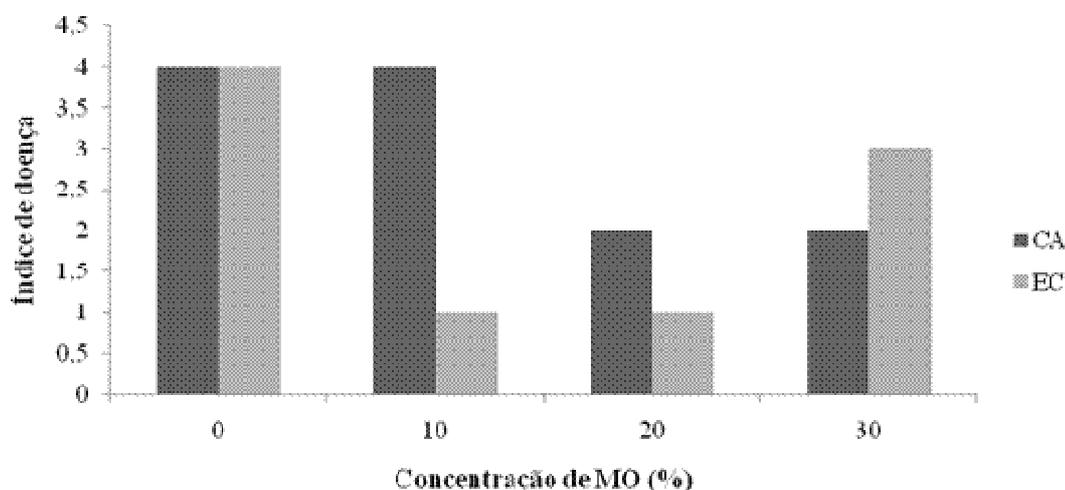


Figura 1. Severidade de *Scytalidium lignicola* quanto ao aparecimento de sintomas da podridão seca da mandioca cultivadas com solos adicionado à fontes e doses de matéria orgânica.

Em misturas de solo e matéria orgânica considerados condutivos. O aumento da atividade microbiana pela respiração basal do solo (RBS), aumento dos teores de K, atividade da fosfatase ácida (FOAC) e urease (URE) foi acompanhado pela diminuição da severidade da podridão negra da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola* com coeficientes de correlação de RBS ($r = -0,97$), K ($r = -0,73$), FOAC ($r = -1,00$) e URE ($r = -0,75$) (Tabela 1).

Andrión (2009) em trabalho realizado com supressividade do feijão caupi a *Rizoctonia*, o autor constatou correlação negativa entre os níveis de CO_2 evoluído e severidade da doença, corroborando com o presente trabalho nos tratamentos considerados condutivos. O mesmo autor obteve correlação positiva entre a severidade de murcha-de-fuzarium do caupi e o CO_2 liberado, o autor relaciona a correlação positiva entre severidade e a murcha-de-fuzarium do caupi a fatores de que não foram detectados pelas análises realizadas. Alguns autores associam solos que apresentaram altos índices de respiração basal ao decréscimo da incidência e severidade de doenças radiculares (Janvier, et al., 2007), assim como foi constatado na podridão negra da mandioca submetida à fontes e doses de matéria orgânica.

Em solos supressivos, não houve correlação significativa entre os níveis de K do solo e a severidade, sugerindo que o excesso desse nutriente possa ter desbalanceado outros nutrientes essenciais para a ocorrência da supressividade (Zambolim, et al., 2005). O K é de extrema importância nutricional pois é responsável pela abertura e fechamento dos estômatos, auxilia na eficiência enzimática, acúmulo e translocação de carboidratos. A deficiência desse nutriente acarreta diminuição na síntese de proteínas, aminoácidos, amidas e nitrato (Malavolta, 2006).

A atividade da urease obteve correlação negativa em solos e matéria orgânica considerados condutivos ($r = -0,75$), segundo Cenciane et al. (2008) em trabalho sobre atividade enzimáticamicrobiana e efeito térmico em solo tropical tratado com materiais orgânicos, observou que a atividade da urease se iniciou 76 dias da adição dos compostos, a autora sugere que tenha ocorrido esse comportamento devido a mineralização de azoto existentes no resíduo de esgoto (Masciandaro; Ceccanti, 1999), pois os materiais apresentavam quantidades pequenas de ureia. Outro composto o esterco bovino apresentou atividade intensa de urease aos 91 dias, por apresentar predomínio de resíduos sólidos e urina.

Tabela 1. Correlações entre a severidade de *Scytalidium lignicola* e as variáveis microbianas, químicas e bioquímicas das misturas de solo com diferentes fontes e doses de matéria orgânica para avaliação da supressividade da podridão seca da mandioca.

	Severidade	
	Supressivos	Conducivos
RBS	-0,20 ^{ns}	-0,97*
CBM	0,78*	-0,34 ^{ns}
pH	0,96*	-0,24 ^{ns}
P	0,97*	-0,30 ^{ns}
Na	0,72*	-0,19 ^{ns}
K	0,27 ^{ns}	-0,73*
FOAC	0,12 ^{ns}	-1,00*
FOAL	0,86*	0,68*
URE	-0,58*	-0,75*

RBS= respiração basal do solo ($C-CO_2 mg Kg^{-1}$ de solo); CBM= carbono da biomassa microbiana ($\mu g g^{-1}$ de solo); P= $mg Kg^{-1}$; Na e K= $cmol_c dm^{-3}$; FOAC= fosfatase ácida ($mg PNP g^{-1}$ de solo h^{-1}); FOAL= fosfatase alcalina ($mg PNP g^{-1}$ de solo h^{-1}); URE= uréase ($\mu g N-NH_3 g^{-1}$ de solo seco $2h^{-1}$). *=Significativo de acordo com a correlação de Pearson, ao nível de 0,05; ^{ns}= não significativo.

A diminuição da atividade do carbono da biomassa microbiana foi observada pela diminuição da severidade da podridão negra em tratamentos supressivos, com coeficiente de correlação significativa para CBM ($r = 0,78$), pH ($r = 0,96$), Na ($r = 0,72$), P ($r = 0,97$) e FOAL ($r = 0,86$), (Tabela1). Os resultados corroboram com Notaro (2012) em trabalho

com biomassa, atividade microbiana e atributos de solos arenosos sob diferentes sistemas de uso no semiárido de Pernambuco, a autora obteve correlação positiva para Na e P, para os diferentes usos e tipos de cobertura.

Andrión (2009) em seu trabalho com murcha-de-fuzario e rizoctoniose observou variação entre os solos analisados que foram de altamente condutivos a fortemente supressivos, as duas doenças analisadas, o autor relata que esse comportamento ocorre devido a supressividade ser independente para cada doença, uma vez que não foi observado pelo autor correlação significativa entre os níveis de severidade das doenças. Justificando os resultados encontrado sem que a diminuição da atividade dos micro-organismos resultou no aumento da severidade em solos supressivo.

Assunção et al. (2003 a.) em trabalho para caracterização de solos quanto a supressividade da murcha do caupi, avaliou dez solos no estado de Pernambuco os autores observaram que o pH elevado pode ter contribuído para a supressividade de um dos solos analisados. Machado et al. (2003) não encontrou resultados semelhantes em trabalho com murcha de fusario do tomateiro, onde o pH e as características químicas, físicas e microbiológicas não influenciaram na incidência da doença. Discordando com os resultados encontrados no presente estudo, em que se pode observar que o pH contribuiu para diminuição da severidade da podridão negra nos tratamentos supressivos (Tabela 1).

Apesar de o fósforo conferir resistência a planta impedindo ou dificultando a penetração do patógeno, acelera a maturação da cultura e aumenta o balanço nutricional na planta (Zambolim et al., 2005). Andrión (2009) relata que alguns nutrientes existentes no solo são importantes para a supressividade da murcha- de- fusário e rizoctoniose no feijão caupi, como altos teores de fósforo, potássio e sódio e na condutividade altos níveis de saturação de alumínio para a murcha de fusário. O aumento fósforo da mistura de solo e matéria orgânica no presente estudo contribuiu para o aumento da severidade.

Para a atividade enzimática fosfatase ácida e alcalina os solos condutivos apresentaram correlação negativa, confirmando os resultados de Notaro (2012) que constatou correlação negativa entre as atividades fosfatase ácida e alcalina, o trabalho foi realizado com vinte solos de diferentes regiões de Pernambuco e diferentes sistemas de cultivo e manejo, com *Scytalidium* e a cultivar branquinha a autora também verificou uma relação direta e indireta

do pH com a atividade da fosfatase. Batola et al. (2004) relaciona a correlação negativa e aumento da atividade ao manejo do solo, por alterar as características químicas e físicas do solo. Outros autores relacionam a fertilidade do solo com a atividade enzimática e esse aumento da atividade está atrelado ao aumento da biomassa do solo, levando a crer que os micro-organismos existentes no solo mineralizam os nutrientes (Kumari; Singaram, 1995). A atividade fosfatase é inversamente proporcional aos teores de P, quanto maior fósforo presente no solo menor a atividade fosfatase (Dick et al., 1994).

Os tratamentos considerados condúctivos à podridão negra em mandioca apresentaram média de RBS (0,96), K (0,73), FOAC (123), URE (76,33), (Tabela 2). Os tratamentos considerados supressivos a podridão negra apresentaram médias CBM (452,42), pH (6,82), Na (0,48), P (488,13) e FOAL (0,86), (Tabela 2).

Tabela 2. Média de atributos microbianos, químicos e bioquímicos de solos e matéria orgânica envolvidos na supressividade e/ou condúctividade de populações autóctones ou inoculado com *Scytalidium lignicola*.

	Supressivos	Condúctivos
RBS	0,96	1,21
CBM	566,85	452,42
pH	7,4	6,82
P	788,10	488,13
Na	0,62	0,48
K	0,73	0,58
FOAL	43,08	25,11
FOAC	123	56,78
URE	76,33	41,44

RBS= respiração basal do solo ($C-CO_2$ mg Kg^{-1} de solo); CBM= carbono da biomassa microbiana ($\mu g g^{-1}$ de solo); P= mg Kg^{-1} ; Na e K= $cmol_c dm^{-3}$; FOAC= fosfatase ácida (mg PNP g^{-1} de solo h^{-1}); FOAL= fosfatase

alcalina (mg PNP g^{-1} de solo h^{-1}); URE=
uréase ($\mu\text{g N-NH}_3 \text{ g}^{-1}$ de solo seco 2h^{-1}).

O presente estudo foi de grande avanço, pois indicou doses e materiais orgânicos que suprimem o desenvolvimento do *Scytalidium lignicola*, porém os resultados obtidos reforçam que a supressividade é resultante de complexa atividade, bióticas e abióticas (Adrióm, 2009), não sendo possível determinar as características que contribuem para a conducividade ou supressividade (Alvarado, 2007). Assunção (2003b) relata o insucesso em determinar quais fatores estão envolvidos na supressividade. Outros autores também relatam dificuldades em detectar os mecanismos ligados a supressividade, relacionando essa dificuldade com as metodologias empregas (Hornby, 1983; Chellemi; Porter, 2001; Arshad, 2002), e em estabelecer quais fatores primários e secundários que refletem na supressividade do patógeno e/ou da doença (Höper, 1996).

4. CONCLUSÕES

1. A fonte de matéria orgânica cama de aviário foi eficiente na supressividade da podridão seca nas doses de 20 e 30% em mistura com solo arenoso, enquanto que a fonte esterco caprino foi eficiente até 20%;

2. O aumento no carbono microbiano, pH, P, Na e atividade da fosfatase alcalina nos solos adicionados à mistura de fontes e doses de matéria orgânica proporcionaram um aumento na severidade da podridão seca da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola* em tratamentos supressivos cama de aviário a 20 e 30 % e esterco caprino a 10 e 20%.

3. A redução da atividade microbiana pela respiração basal do solo, dos teores de K e atividades da fosfatase ácida e urease nos solos adicionados à misturas de fontes e doses de matéria orgânica proporcionaram um aumento na severidade em tratamentos condutivos cama de aviário a 10% e esterco caprino a 30%.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, I.DEL C.M.; MICHEREFF, S.J; MARIANO, R.L.R.; SILVA, A.M.F. E NASCIMENTO, C.W.A.Caracterização de Solos de Pernambuco quanto à Supressividade a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.3, p.32, 2007.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and Fertility of Soils**, v.1, p.81-89, 1985.

ANDRIÓN, E. E. B. **Supressividade Natural de Solos do Nordeste Brasileiro à Murcha-de-Fusário e Rizoctoniose do Caupi**.2009, 88 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife–PE, 2009.

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.88, n.1, p.153-160, 2002.

ASSUNÇÃO, I.P.; MICHEREFF, S.J.; BROMMONSCHENKEL, S.H.; ELOY, A.P.; ROCHA JÚNIOR, O.M.; DUDA, G.P.; NASCIMENTO, C.W.A.; NASCIMENTO, R.S.M.P.; RODRIGUES, J.J.V.Caracterização de solos de Pernambuco quanto a supressividade à murcha-de-fusário do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 161-167, 2003a.

ASSUNÇÃO, I. P.; MICHEREFF, S.J; MIZUBUTI, E.S.G.; BROMMONSCHENKEL, S.H.Influência da intensidade da murcha-de-fusário no rendimento do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 28, n. 6, p. 615-619, 2003b.

BAKER, K.F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco, W.H. Freeman, 1974. 433p.

BALOTA, E. L.; KANASHIRO, M.; COLOZZI FILHO, A; ANDRADE, D.S.; DICK, R.P. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.35, n.4, p. 300-306, 2004.

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society American Journal**, Madison v.52, p. 191-1192, 1988.

CaCESA , **Cassava Diseases. in central, eastern and southern Africa Strategic programme** framework, Rome, 2010. 39p.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M., ANSELMO ALPANDE MORAES, A. A. E GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.12, p. 1529-1538, 2001.

CAVALCANTE, J. **Material de plantio de mandioca no semiárido**. Petrolina, MAPA: EMBRAPA. (MAPA: EMBRAPA. Circular técnica, 60). 2001.

CHANDRANI, W.; BAKER, R. Modeling of phenomena associated with soil suppressive to *Rhizoctoniasolani*. **Phytopathology**, Palo Alto, v.69, p.1287-1293, 1979.

CHELLEMI, D.O.; PORTER, I.J. The role of plant pathology in understanding soil health and its application to productive agriculture. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v.30, n.1, p.103-109, 2001.

CORRÊA, G.C.; ROCHA, M.R.; JÚNIOR, J.P.O.; CARNEIRO, I.F.; CARDOSO, J.E. Supressividade de Diferentes Solos a *Rhizoctoniasolani*, nos Cerrados do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.2, p. 29- 33, 2000.

DICK, R.P., SANDOR, J.A., EASH, N.S. Soil enzyme activities after 1500 years of terrace agriculture in the ColcaValley, Peru. **Agriculture Ecosystems Environment**, Switzerland, v.50, p.123-131, 1994.

EL-SHARKAWY, M.A. International research on cassava photosynthesis, productivity, eco-physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, Czech Republic, v.44, p.481- 512, 2006.

EMBRAPA, **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2nd ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Cultivo da mandioca para a região Semi-árida**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarid_o/doencas.htm>. Acesso em: 26 jan. 2013.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos**. plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa. DF:Embrapa Informações Tecnológica. 2009. 627 p.

Fukuda, C. Podridão das Raízes da Mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1991. 2p. Mandioca em Foco, 08.

GHINI, R., SCHOENMAKER, I. A. S., BETTIOL, W., Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1253-1261, 2002.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; DYNIA, J. F.; MAIA, A. H. N; Efeitos de Adubos Nitrogenados de Solos na supressividade de Fitopatógenos. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, p.6, 2001.

GROXKO, M. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2011/12 **Mandiocultura**. Paraná, 2011. p 14.

HOITINK, H.A.J.; BOEHM, M.J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate dependent phenomenon. **Annual review of phytopathology**, California, v. 37, p.427-446, 1999.

HÖPER, H.; ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soil to plant diseases. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v.32, n.1, p.41-58, 1996.

HORNBY, D. Suppressiveness of soils. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.21, p.65-85, 1983.

IBGE, **Estática da produção Agrícola**. 2012. 80p.

JANVIER, C., VILLENEUVE, F., ALABOUVETTE, C., EDEL-HERMANN, V., MATEILLE, T., STEINBERG, C., Soil health through soil disease suppression: which strategy from descriptors to indicators? **Soil Biology and Biochemistry**, Australia, v.39, p.1-23. 2007.

JOHNSON, L.F. & CURL, E.A. **Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens**. Minneapolis: Burgess. 1972. 235p.

KANDELER, E., GERBER, H., Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biology and Fertility of Soils**, Italy, v.6, p.68-72, 1988.

LARANJEIRA, D.; SANTOS, E.O. DOS; MARIANO, R. DE L.R.; BARROS, S.T. Ocorrência da podridão negra da maniva e raiz da mandioca (*Manihotesculenta*) causada por *Scytalidium lignicolano* estado de Pernambuco, Brasil. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 19, n.3, p. 466-469, 1994.

MACHADO, A. M.; MICHEREFF, S.J.; LARANJEIRA, D.; DUDA, G.P., NASCIMENTO, C.W.A., NASCIMENTO, R.S.M.P.; RODRIGUES, J.J.V. Caracterização de solos do Agreste de Pernambuco quanto a supressividade à murcha-de-fusário do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.30, n. 2, p. 271, 2004.

MALAVOLTA, E., **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. Agronômica Ceres, São Paulo, 2006. 638 p.

MASCIANDARO, G.; CECCANTI, B. Assessing soil quality in different agro- ecosystems through biochemical and chemicostructural properties of humic substances. **Soil and Tillage Research**, Germany, v.51, p.129-137, 1999.

MENDONÇA, E. S; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: Métodos de análises**. Viçosa: UFV, 2005. p.86-92.

McKINNEY, R.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, Pakistan, v. 6. p195-218. 1923.

NOTARO, K.A. **Prospecção de fitopatógenos e caracterização de solos arenosos envolvidos na supressividade ou condutividade da podridão radicular da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola***. 2012. 111p. Dissertação (Mestrado em Produção

Agrícola) – Curso de pós graduação em Produção Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco- Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, 2012.

NWEKE, F.I.; SPENCER, D.S.C.; LYNAM. J.K. **The Cassava Transformation: Africa's Best Kept Secret**; Michigan State University: East Lansing, MI, USA, 2002.p. 273

SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999. 491p.

SERRA, I.M.R.S.;SILVA, G.S.; NASCIMENTO, F.S.; LIMA, L.F.L *Scytalidium lignicola* em mandioca: ocorrência no Estado do Maranhão e reação de cultivares ao patógeno.**Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 327-328, 2009.

STATISTICA. 2011. **Data analysis software system**. versão 7.0 StatSoft. Disponível em <<http://www.statsoft.com/>>. Acessado em 18 jul 2011.

TABATABAI, M.A., Soilenzymes. In: Weaver, R.W. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2: Microbiological and Biochemical Properties.**Soil Science Society of America**, Madison, v.5,p.778-833, 1994.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures.**Soil Biology and Biochemistry**, Oxford. v.20, p.329-335, 1988.

VANCE, E.D.; BROOKS, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C.**Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

VISCOTI, A. **Fontes de Matéria Orgânica para Inibição de Fitopatógenos Habitantes do Solo.**2008.74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2008.

ZAMBOLIM, L., COSTA, H., VALE, F.X.R., **Nutrição mineral e patógenos radiculares.** In: MICHEREFF, S.J., ANDRADE, D.E.G.T., MENEZES, M. (Eds.), Ecologia Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais. UFRPE - Imprensa Universitária, Recife, pp. 153-181. 2005.