

MICHELLINE LINS SILVÉRIO

**Fungos filamentosos isolados da rizosfera de plantas nativas da
caatinga e de cultivos de goiabeiras
(*Psidium guajava* L.) sadias e infestadas por nematóides**

RECIFE

Fevereiro/2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE MICOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE FUNGOS (NÍVEL MESTRADO)

**Fungos filamentosos isolados da rizosfera de plantas nativas da
caatinga e de cultivos de goiabeiras
(*Psidium guajava* L.) sadias e infestadas por nematóides**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia de Fungos.

Orientadora: Dra. Maria Auxiliadora Queiroz Cavalcanti

Co-Orientadora: Dra. Adriana M. Yano-Melo

Silvério, Michelline Lins

Fungos filamentosos isolados da rizosfera de plantas nativas da caatinga e de cultivos de goiabeiras (*Psidium guajava L.*) sadias e infestadas por nematóides / Michelline Lins Silvério. – Recife: O Autor, 2007.

47 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia de Fungos, 2007.

Inclui bibliografia e anexo.

**1. Fungos 2. Rizosfera – Plantas da caatinga 3. Nematóides
4. Goiabeira I. Título.**

**582.28 CDU (2.ed.)
579.5 CDD (22.ed.)**

**UFPE
CCB – 2007-063**

Ata da Reunião de Prova pública de defesa de Dissertação da aluna MICHELLINE LINS SILVÉRIO, da área de concentração em MICOLOGIA BÁSICA, do Curso de Pós-Graduação em Biologia de Fungos – nível MESTRADO, do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Às quatorze horas do dia um de março de dois mil e sete, na sala de aulas da Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, realizou-se a prova pública de defesa de dissertação apresentada pela mestranda **MICHELLINE LINS SILVÉRIO**, sob a orientação da Dra. **MARIA AUXILIADORA DE QUEIROZ CAVALCANTI**, e co-orientação da Dra. **ADRIANA MAYUMI YANO-MELO**, intitulada: "**FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DA RIZOSFERA DE PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA E DE CULTIVOS DE GOIABEIRAS (*Psidium guajava* L.) SADIAS E INFESTADAS POR NEMATÓIDES**".

Presentes professores, alunos e convidados. A Banca Examinadora, aprovada pela Diretora de Pós-Graduação da PROPESQ, Dra. Maria de Fátima Militão Albuquerque em oito de fevereiro de dois mil e sete, foi composta pelos seguintes **membros titulares**: Profa. **MARIA AUXILIADORA DE QUEIROZ CAVALCANTI**, do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, Livre Docente em Micologia pela Universidade Federal de Pernambuco, membro titular interno, e orientadora da aluna; Prof. **JOSÉ LUIZ BEZERRA** do Setor de Fitopatologia da CEPLAC/ Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Bahia, Doutor em Fitopatologia pela Universidade da Flórida, Estados Unidos, membro titular externo; Profa. **ROSELY ANA PICCOLO GRANDI** do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente e São Paulo, Doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo, USP, membro titular externo. Como Membros Suplentes a Profa. **UIDED MAAZE TIBURCIO CAVALCANTE** do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco, membro suplente interno e o Prof. **LUIS FERNANDO PASCHOLATI GUSMÃO**, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, Doutor em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo, USP, membro suplente externo. A Profa. **LEONOR COSTA MAIA** iniciou a sessão apresentando os membros da Banca Examinadora, agradecendo a colaboração e a presença de todos. Em seguida passou a palavra à Orientadora, Profa. **MARIA AUXILIADORA DE QUEIROZ CAVALCANTI**, que convidou a Mestranda para apresentar a sua Dissertação. A seguir, os membros da Banca Examinadora discutiram alguns pontos e fizeram sugestões sobre o trabalho. Procedida a avaliação, a Banca Examinadora atribuiu à Mestranda **MICHELLINE LINS SILVÉRIO** a menção:

Reuniao
7/3/07

APROVADA. Nada mais havendo a tratar, eu, Giovanna de Lima Guterres, lavrei, datei e assinei a presente ATA, que também assinam os demais presentes. Recife, 01 de março de 2007.

Maria Auxiliadora de Queiroz Cavalcanti
Leonor Costa Maia
Daniela Gomes
Flavia Coutinho

Jose Luiz Bezerra
Michelline Lins Silvério
José Augusto
Ana Paula Fortela

Dedico

Aos meus pais, Neide e José Rosas, as
maiores inspirações da minha vida.

“O coração do homem planeja o seu caminho, mas o Senhor lhe dirige os passos”
(Pv 16.9).

“Reconhece-o em todos os teus caminhos, e Ele endireitará as tuas veredas” (Pv 3.6).

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, determinação e todos os atributos que me permitiram concluir este trabalho.

Aos meus pais Neide e José Rosas e às minhas irmãs Michelle e Manuela, por todo amor, carinho e apoio incondicional.

À Prof. Maria Auxiliadora de Queiroz Cavalcanti, pela orientação, confiança e ajuda sempre presentes.

Ao corpo docente do Departamento de Micologia, pela atenção e agradabilíssimo convívio.

Aos meus queridíssimos amigos de turma Alexandre (“batata”), Ana Paula, Aurelice (“aure”), Danielle Cerqueira, Danielle Padilha (“perua”), Eduardo (“edu”), Flavia (“piri”), Inaldo (“bia”), Marcos, Reginaldo (“regi”), Rosineide e Virgínia (“vi”), pelos inesquecíveis momentos, em sala de aula e fora dela.

Aos também queridíssimos amigos “de bancada” André (dedé), Dani Gomes (“fashion”), Eduardo (“edu”), Felipe, Flavia, Ivone, Josilene (“josy”), Katiúcia (“katita”), Luciana (“lu”) e Silvinha, por toda ajuda que sempre me foi dispensada e pelos não raros momentos de descontração, principalmente em dias de rodízio.

A todos os amigos do Departamento de Micologia, pelos grandes momentos vividos.

À CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos (UFPE), pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	1
LISTA DE FIGURAS.....	2
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUÇÃO GERAL.....	5
1. Fungos.....	6
2. Fungos do solo e rizosfera.....	7
3. O Semi-Árido e a caatinga nordestina.....	8
4. O Vale do São Francisco e a cultura da goiaba.....	9
5. Os nematóides.....	11
Referências.....	13
CAPÍTULO 1: Fungos filamentosos isolados da rizosfera de goiabeiras sadias e infestadas por nematóides, cultivadas no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil.....	18
Abstract.....	20
1. Introdução.....	21
2. Material e métodos.....	22
3. Resultados.....	24
4. Discussão.....	26
5. Conclusões.....	27
Referências.....	27
CONCLUSÕES GERAIS.....	36
ANEXOS.....	38

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Página

Tabela 1. Características químicas do solo cultivado com goiabeiras (não infestadas e infestadas por fitonematóides) e do solo da caatinga nativa, na região do Vale do Submédio São Francisco.....31

Tabela 2. Unidades Formadoras de Colônias (UFC x 10⁴/g) dos fungos filamentosos isolados da rizosfera de goiabeiras sadias e infestadas por fitonematóides e de vegetais da caatinga.....32

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Página

Figura 1. Frequência dos grupos de fungos filamentosos isolados.....31

Figuras 2A, B e C. Distribuição (%) dos fungos filamentosos isolados da rizosfera de goiabeiras sadias, infestadas por fitonematóides e de vegetais da caatinga. A. Espécies de *Aspergillus*. B. Espécies de *Penicillium*. C. Espécies de *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Humicola*, *Monilia*, *Neocosmospora*, *Paecilomyces*, *Podospora*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis* e *Trichoderma*.....34

RESUMO

Os fungos podem ser encontrados nos mais diversos habitats, incluindo a rizosfera, que é caracterizada pela intensa atividade microbiana. Na região do Vale do Submédio São Francisco (Petrolina, Pernambuco, Brasil) a goiabeira representa a terceira fruteira mais cultivada; entretanto, a cultura vem diminuindo drasticamente em produtividade e área plantada devido ao ataque das raízes por fitonematóides. Este trabalho teve como objetivo identificar espécies de fungos filamentosos isoladas da rizosfera de goiabeiras sadias e atacadas por fitonematóides e de sete vegetais nativos de caatinga na região. Amostras compostas de rizosfera das goiabeiras sadias, infestadas e da caatinga foram coletadas até 20cm de profundidade, em novembro/2005. O solo foi processado pelo método de diluição sucessiva e semeado em meio de Sabouraud suplementado com antibiótico, permanecendo em temperatura ambiente por 72 horas. As colônias foram isoladas, purificadas e transferidas para meios de cultura específicos e os fungos identificados por observações macroscópicas e microscópicas. Das áreas com goiabeiras sadias e infestadas foram isolados 39 e 28 táxons, respectivamente; da área de caatinga foram isolados 23 táxons. De acordo com a distribuição das espécies, os fungos isolados do solo das três áreas foram classificados principalmente como ocasionais e abundantes. O índice de similaridade de táxons foi maior entre as áreas com goiabeiras sadias e infestadas (68,7%), enquanto a diversidade de táxons foi maior na área infestada (4,59 bits/indivíduo). *Aspergillus* e *Penicillium* foram os gêneros mais representativos nas três áreas.

Palavras-chave: fungos, caatinga, nematóides, *Psidium guajava*.

ABSTRACT

Fungi are ubiquitous, including the rhizosphere, which is characterized by high microbial activity. Guava represents the third fruit crop in growing area in the Submedio São Francisco Valley (Petrolina, Pernambuco, Brazil); however, its area and yield have been declined drastically due to problems with phytonematodes. The objective of this work was to identify species of filamentous fungi isolated from rhizosphere of healthy and nematode infested guava trees and from rhizosphere of seven native trees of caatinga in the region. Soil samples from rhizosphere of healthy and infested guava trees and of caatinga were collected until 20cm depth, in November 2005. The method used was the successive dilution of soil, which was spread in Sabouraud medium supplemented with antibiotic, maintained at room temperature during 72 hours. The colonies were isolated, purified and transferred to specific media and the fungi identified for observation of morphological characteristics. From healthy and infested guava areas, 39 and 28 fungi taxa were respectively found and, in the caatinga area, 23 taxa were observed. According to species distribution, the fungi isolated from soil of the three areas were classified as occasional and abundant. The similarity index of taxa was higher among guava areas (68.7 %) than in the caatinga, while the highest diversity of taxa was found in infested guava area (4.59 bits/individual). *Aspergillus* and *Penicillium* were the most representative genera in all areas.

Keywords: fungi, caatinga, nematodes, *Psidium guajava*.

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

1. Fungos

Os fungos são organismos eucariotos e heterotróficos, cuja nutrição ocorre por absorção. Vivem em ampla variedade de habitats, dentre os quais água doce e salgada, solo, folheto, restos de plantas e animais, estrume (fezes), alimentos, plantas e animais vivos, inclusive o homem (Dix & Webster, 1995). Nesses ambientes, os fungos influenciam e são influenciados pelos demais organismos e por fatores físicos e químicos (Dix & Webster, 1995; Maia, 1998).

Por produzirem grande variedade de enzimas, estes organismos podem atuar nos ecossistemas de várias maneiras, como sapróbios, parasitas de plantas, animais e de outros fungos e como simbioses mutualísticas de muitos organismos fototróficos, tais como cianobactérias, algas e plantas vasculares, degradando muitos tipos de substâncias orgânicas e alguns substratos inorgânicos (Metting, 1993; Sylvia et al., 1998). Assim, os fungos participam ativamente no processo de biodegradação, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, para a manutenção dos ecossistemas (Eggins & Allsopp, 1975; Allsopp & Seal, 1986; Griffin, 1994; Hyde, 1997; Laurance & Bierregaard, 1997).

Estima-se que existam cerca de 1,5 milhão de espécies de fungos no mundo, distribuídos por todas as regiões do globo, embora muitos tenham sua distribuição restrita e sejam limitados por algum tipo particular de habitat (Hawksworth, 1991; Dix & Webster, 1995). Nos trópicos, os fungos representam um universo a ser explorado e trabalhos neste contexto podem ter aplicação na sustentabilidade da agricultura e de florestas e na produção de novos metabólitos bioativos e enzimas com aplicação biotecnológica, sendo também importantes para o conhecimento da própria diversidade e descoberta de novas espécies (Hyde, 1997).

Estudos sobre fungos do solo em áreas tropicais são desenvolvidos principalmente nas Américas do Sul (Brasil, Colômbia e Peru) e Central (Costa Rica, Panamá, Honduras, Jamaica e Bahamas), onde os Hyphomycetes (Fungos Anamorfos) predominam (Farrow, 1954; Goss, 1960, 1963; Robinson, 1970; Rogers, 1971; Gochenaur, 1970, 1975; Alexopoulos et al., 1996). Giller et al. (1997) relatam a importância de estudos nos trópicos, que precisam ser mais intensificados em virtude da maior diversidade de espécies em comparação às regiões temperadas.

2. Fungos do solo e rizosfera

O solo é o habitat mais rico em espécies de fungos, que geralmente distribuem-se segundo a disposição da matéria orgânica. Essa particularidade tem influência nas características físicas e químicas do solo e, conseqüentemente, na desigual distribuição das espécies nos seus diferentes perfis. Fatores como a agregação e o tamanho das partículas do solo também podem influenciar a diversidade destes organismos (Dix & Webster, 1995; Kang & Mills, 2006).

Informações sobre fungos filamentosos do solo no Brasil foram primeiramente disponibilizadas por Viégas (1961) e posteriormente por Batista et al., em uma série de publicações do Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco – IMUR, que tiveram seus trabalhos compilados por Silva & Minter (1995). Tauk-Tornisielo et al. (2005) referem que muitos pesquisadores têm demonstrado interesse em contribuir para a implementação do banco de dados sobre os fungos filamentosos deste habitat, principalmente na região Sudeste do Brasil.

A rizosfera é uma zona de diversidade microbiana peculiar, com alta atividade e número de organismos e complexas interações entre microrganismos e raízes. A comunidade microbiana na rizosfera pode influenciar o crescimento vegetal de maneira benéfica (simbiose, biocontrole, fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes e agregação do solo), neutra ou variável (fluxo de nutrientes, liberação de enzimas e competição) ou prejudicial (doenças e fitotoxidade) (Cardoso et al., 1992; Metting, 1993).

O termo rizosfera é usado para descrever o volume de solo adjacente às raízes e influenciado pelas mesmas. Pode se estender mais do que 5mm da raiz e é área de intensa atividade microbiana (Metting, 1993). Este conceito inclui todo o crescimento microbiano, tanto de bactérias como de fungos que se nutrem de compostos liberados pelas raízes (exsudatos), tais como açúcares, ácidos orgânicos, compostos aminados e outras substâncias (Lynch, 1986; Cardoso et al., 1992; Sylvia et al., 1998). Enquanto no solo os fungos são encontrados em comunidades variando de 10^4 a 10^6 propágulos por grama, na rizosfera este número é muito superior devido à presença destas substâncias (Alexander, 1977).

Alguns trabalhos, no Brasil, relatam o isolamento de fungos filamentosos da rizosfera de diversas culturas como girassol (Cavalcanti et al., 2003), cana-de-açúcar (Santos et al., 1989) e tomateiro (Silva et al., 1990), além de árvores brasileiras nativas, como *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (Bignoniaceae), *Inga* sp. (Leguminosae), *Eugenia cuprea* Niedenzu (Myrtaceae) e *Carineana* sp. (Lecythidaceae) (Pfenning, 1997).

3. O Semi-Árido e a caatinga nordestina

O Semi-Árido corresponde a uma das seis grandes zonas climáticas do Brasil e ocupa cerca de 800.000km², totalizando 11% do território nacional e 58% do território nordestino (Andrade, 1977; Drumond et al., 2000; Sampaio & Rodal, 2000). O clima nessa região é semi-árido, quente, com baixa pluviosidade (entre 250 e 800mm anuais). Existem duas estações distintas durante o ano: a estação chuvosa, de 3 a 5 meses (dezembro-fevereiro), com chuvas irregulares, torrenciais, locais, de pouca duração, e a época seca, de 7 a 9 meses (março-novembro), quase sem chuvas. O início da época de chuvas varia bastante entre as diferentes regiões do Nordeste e oscila também dentro de uma mesma região, de um ano ao outro. A quantidade de chuvas pode variar alcançando, em anos de muitas chuvas, até 1.000mm/ano e em anos de seca, apenas 200mm/ano, em certas regiões. Ocorrem, com certa regularidade, as chamadas “secas”, ou seja, anos com quantidade de chuvas muito baixa. A temperatura média fica entre 24 e 26°C e varia pouco durante o ano. A insolação é muito forte, visto que a região situa-se perto do Equador. E ainda ocorrem, na época sem chuvas, ventos fortes e secos que contribuem para a aridez da região (Sampaio, 1995; Maia, 2004).

A vegetação típica é a caatinga, um dos maiores biomas brasileiros, caracterizado pela formação de floresta seca composta de vegetação xerófila de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com ampla variação de fisionomia e flora, resultando em elevada diversidade de espécies, predominando representantes de Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae (Drumond et al., 2000).

O nome “caatinga” é de origem tupi-guarani e significa “floresta esbranquiçada”, que certamente caracteriza bem o aspecto da vegetação na estação seca, quando as folhas caem e apenas os troncos brancos e brilhosos das árvores e arbustos permanecem na paisagem (Albuquerque & Bandeira, 1995). Existem, pelo menos, 40 tipos de solos diferentes nesse bioma, que ocupa uma área de 734.478 km² (Sampaio et al., 2002; Prado, 2003). Essa grande extensão e as diferenças internas nas condições ambientais, principalmente climáticas e pedológicas dão lugar ao aparecimento de uma completa variabilidade espacial na fisionomia, na estrutura e na florística das caatingas (Araújo et al., 1995).

Infelizmente, a denominação “Caatinga” tem sido muito usada para determinada área geográfica no nordeste do Brasil, e isto tem gerado algumas confusões (Castellanos, 1960). O conceito de região das caatingas inclui áreas tais como a chapada do Araripe, com vegetação de Cerrado, ou outras áreas mais úmidas dos “brejos” de Pernambuco, com florestas úmidas. Porém, o conceito exclui áreas que, apesar de floristicamente serem parte da vegetação de

caatinga, não são consideradas dentro da região geográfica, tais como o vale seco do rio Jequitinhonha em Minas Gerais (e.g. Sampaio, 1995) ou certas regiões da bacia do Rio Grande, no oeste da Bahia.

A caatinga foi, por centenas de anos, o mais negligenciado dos biomas brasileiros, encontrando-se em acentuado processo de desertificação ocasionado, principalmente, pelo desmatamento, uso inadequado e insustentável dos solos e dos recursos naturais e prática da agricultura (Sampaio et al., 1987; Drumond et al., 2000). A desertificação resulta na redução da produção vegetal, acarretando mudanças nas interações que ocorrem no solo, com a conseqüente e muitas vezes irreversível perda da biodiversidade (Skujins & Allen, 1986). Atualmente, é dada bastante importância à conservação dos seus sistemas naturais, ainda que exista insuficiência de dados científicos sobre este ecossistema (Drumond et al., 2000; Velloso et al., 2002).

Alguns trabalhos sobre isolamento de fungos do solo foram desenvolvidos em áreas desérticas da Arábia Saudita e do Iraque (Abdel-Hafez, 1982; El-Dohlob & Al-Helfi, 1982; Abdullah et al., 1986; Abdullah & Al-Bader, 1990). Em regiões áridas de Bahrain, Mandeel (2002) isolou fungos da rizosfera de *Zygophyllum qatarense*, obtendo ampla variedade de espécies, em diferentes períodos. Quanto ao bioma caatinga, poucos trabalhos são conhecidos, destacando-se os de Cavalcanti e Maia (1994), que isolaram fungos celulolíticos de solo da zona semi-árida em Pernambuco, Costa et al. (2006), que trabalharam com Hyphomycetes de solo contaminado por minérios em região semi-árida da Bahia, Santiago & Souza-Motta (2006), que estudaram os Mucorales de solo nessa mesma área e Cavalcanti et al. (2006), que estudaram Hyphomycetes isolados do solo em municípios da região Xingó, Estado de Alagoas.

4. O Vale do São Francisco e a cultura da goiaba

O município de Petrolina (09°09'S e 40°22'W) está situado na ecorregião denominada Depressão Sertaneja Meridional, que compreende 373.900km². Essa região apresenta a paisagem mais típica do semi-árido nordestino: extensas planícies baixas, de relevo predominante suave-ondulado, com elevações residuais disseminadas na paisagem. Os solos são predominantemente do tipo latossolo (profundos, bem drenados, ácidos e com fertilidade natural baixa) nas partes oeste e sul. Ao norte predominam os solos podzólicos, regossolos e solos brunos não cálcicos, todos em geral rasos, cascalhentos ou pedregosos, e de fertilidade natural alta (exceto os podzólicos). A altitude varia de 100 a 500m, com algumas regiões contendo picos acima de 800m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da área pode ser classificado como tipo BswH, que corresponde a uma região semi-árida muito quente. O índice pluviométrico anual é de

571,5mm, com chuvas no período de novembro a abril, e a temperatura média anual é de 26,4°C (Velloso et al., 2002). Nesta ecorregião existe maior regularidade da estação chuvosa (menor incidência de secas) e distribuição de chuvas menos concentrada (Silva et al., 1993). Segundo Egler (1951), a vegetação é do tipo xerofítica, com as famílias Bromeliaceae e Cactaceae sendo especialmente bem representadas.

O Vale do São Francisco (VSF) abrange os estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Pernambuco, Sergipe e Alagoas, além do Distrito Federal, com superfície de 639.219,4km² e 503 municípios. Destes municípios, 92 situam-se parcialmente no Vale, ou seja, seus territórios se estendem além dos limites da bacia hidrográfica do São Francisco. A área total dos municípios, se consideradas as partes externas ao Vale, perfaz 709.771,3km². Dos 639.219,4km² do Vale, 235.471,3km² (36,8%) situam-se na região Sudeste (estado de Minas Gerais), 4.477,4km² (0,7%) situam-se na região Centro-Oeste (estado de Goiás e Distrito Federal) e o restante pertence à região Nordeste, com 399.270,7km² (62,5%) e 259 municípios (51%) (CODEVASF, 2006a).

O clima do Vale é influenciado por diferentes massas de ar, apresentando baixo índice de nebulosidade e, por conseqüência, uma grande incidência da radiação solar. Em função das elevadas temperaturas médias anuais, da localização geográfica intertropical e da limpidez atmosférica na maior parte do ano, a evapotranspiração potencial é muito alta, sobretudo na parte norte do Vale. Acompanha geograficamente a variação da temperatura, com os maiores valores anuais no Submédio São Francisco, onde algumas estações atingem 2.140mm, descendo para 1.300mm na zona do limite norte do Vale e um pouco menos no extremo sul (CODEVASF 2006b).

No Brasil, 3,2 milhões de hectares de terras são utilizados para a agricultura irrigada. Desses, 250.000 ha estão no Vale do São Francisco, sendo 90.000 ha no Submédio São Francisco, onde a agricultura irrigada constitui a atividade econômica mais importante (Branco, 2000). Entre 1987 e 1992, a fruticultura das áreas irrigadas aumentou de 8 mil para 55 mil toneladas e a exportação cresceu de 600 para 28 mil toneladas (Bloch, 1996).

A adaptabilidade de várias fruteiras às condições climático-geográficas da área fez com que a sua produção se tornasse uma das mais relevantes do país. Segundo Cavalcanti (1997), desde o final de 1980, ao produzir frutas com o padrão de qualidade esperado por compradores e consumidores internacionais, a região do VSF passou a se distinguir tanto por sua produção, quanto pelos vínculos que estabelece com o mercado global.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma árvore da família Myrtaceae, com 3-6m de altura, tronco sinuoso, liso e descamante, de 20-30 cm de diâmetro e folhas simples, de 8-12cm de comprimento por 3-6cm de largura. É encontrada do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, na floresta pluvial atlântica, mas também ocorre de maneira espontânea em quase todo o país; por

produzir frutos comestíveis e muito saborosos e possuir uma madeira moderadamente durável, é amplamente cultivada tanto em pomares domésticos quanto em plantações comerciais (Lorenzi, 1998). No Nordeste, a cultura da goiaba tem destaque nos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba. No VSF há cerca de 4.000 ha plantados com goiabeira; destes, aproximadamente 2.500 ha são cultivados apenas no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho (Submédio São Francisco), no Estado de Pernambuco (Gonzaga Neto, 2003).

5. Os nematóides

Os nematóides são animais pertencentes ao Filo Nematoda, com corpo tipicamente fusiforme e variando de 0,5 a 4mm de comprimento por 50 a 250 μ m de largura. Do ponto de vista ecológico, eles formam três grandes grupos: parasitas de animais, parasitas de plantas e sapróbios de vida livre, estes encontrados no solo, águas doce e salgada, etc. (Lordello, 1984).

Os representantes do gênero *Meloidogyne* Goeldi, conhecidos como “nematóides causadores de galhas”, atuam inicialmente como ectoparasitas, pois suas larvas alimentam-se das células da superfície da raiz antes de penetrá-la completamente. As espécies mais difundidas no Brasil são *M. javanica*, *M. exigua*, *M. incognita*, *M. hapla*, *M. arenaria* e *M. coffeicola*, provavelmente devido às condições tropicais propícias ao seu desenvolvimento e à grande diversidade de hospedeiros (Crofton, 1966; Lordello, 1984).

Observações de campo têm demonstrado que no Vale do São Francisco, nos Estados de Pernambuco e Bahia, o cultivo da goiabeira é fortemente prejudicado pelo parasitismo de nematóides do gênero *Meloidogyne*, agente causador da meloidoginose (Maranhão et al., 2001).

Sintomas severos de meloidoginose em goiabeira foram primeiramente assinalados por Moura & Moura (1989), registrando como agente etiológico a espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, raça 2, em pomares localizados na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. Os sintomas primários da doença são galhas de grandes dimensões com necroses associadas ao sistema radicular. Conseqüentemente, ocorre a diminuição drástica das raízes finas. O nematóide infecta todos os tipos de raízes, desde as radículas superficiais até a raiz pivotante mais lignificada, localizada a mais de 50cm de profundidade. Os sintomas secundários, no campo, são forte bronzeamento de bordos de folhas e ramos, seguido de amarelecimento total da parte aérea, culminando com o desfolhamento generalizado e morte súbita da planta (Carneiro et al., 2001).

Carneiro et al. (2001) assinalaram a primeira ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann em goiabeiras no Brasil, nos municípios de Petrolina, em Pernambuco e

Curaçá e Maniçoba, na Bahia, reconhecendo esta espécie como de alta virulência. Dentre outros trabalhos que relataram o parasitismo de goiabeiras por espécies de nematóides, destacam-se os de Suárez et al. (1998), que analisaram as alterações histológicas causadas nas raízes de *Psidium guajava* pelo nematóide *Meloidogyne incognita* e por duas espécies de fungos, e de Brito et al. (2004), que detectaram uma nova espécie de nematóide, *Meloidogyne mayaguensis*, em vários cultivares brasileiros de berinjela, manjeriço, pimenta e tomate, além da goiaba.

Na intenção de conhecer o potencial infectivo destes patógenos e, assim, estabelecer metas para o controle da meloidoginose, ultimamente os trabalhos têm enfatizado o uso de espécies de fungos nematicidas ou nematófagos e de cultivares resistentes. Kiewnick & Sikora (2006) estudaram o controle biológico do nematóide *Meloidogyne incognita* em tomate por uma linhagem de *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson, apesar do uso comercial deste fungo estar bastante difundido através do produto Bioact® (Bioact Corporation Pty Ltd., Sydney, Austrália) e de outros fungos como *Trichoderma harzianum* Rifai, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas e *V. chlamydosporium* Goddard já terem sido usados para o mesmo fim, com bons resultados (Kerry, 2000). Casassa et al. (1997), estudando a resistência de *Psidium guajava* e *P. friedrichsthalianum* a *Meloidogyne incognita*, apontaram uma seleção de *P. guajava* e *P. friedrichsthalianum* como porta-enxertos promissores ao controle da população do patógeno do solo. Do mesmo modo, Rossi et al. (2002) selecionaram diversos genótipos de frutíferas como resistentes ao ataque por *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica*.

Referências

- Abdel-Hafez, S.I.I., 1982. Survey of the mycoflora of desert soils in Saudi Arabia. *Mycopathologia* 80, 3-8.
- Abdullah, S.K., Al-Khesraji, T.O., Al-Edany, T.Y., 1986. Soil mycoflora of the Southern desert of Iraq. *Sydowia* 39, 8-16.
- Abdullah, S.K., Al-Bader, S.M., 1990. On the thermophilic and thermotolerant mycoflora of Iraqi soils. *Sydowia* 42, 1-7.
- Albuquerque, S.G., Bandeira, G.R.L., 1995. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30, 885-891.
- Alexander, M., 1977. Introduction to soil microbiology. John Wiley, New York, 467pp.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., Blackwell, M., 1996. Introductory mycology. 4th ed, John Wiley & Sons, Inc., New York, 257 pp.
- Allsopp, D., Seal, K.J., 1986. Introduction to biodeterioration. Edward Arnold, London.
- Andrade, G.O., 1977. Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste. MINTER-SUDENE, Recife, 75 pp.
- Andrade-Lima, D., 1981. The Caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4, 149-163.
- Araújo, E.L., Sampaio, E.V.S.B., Rodal, M.J.N., 1995. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 55(4), 595-607.
- Bloch, D., 1996. As frutas amargas do Velho Chico: irrigação e desenvolvimento no Vale do São Francisco. Livros da Terra/Oxfam, São Paulo, 117pp.
- Branco, A.M., 2000. Mulheres da seca: luta e visibilidade numa situação de desastre. Editora Universitária, João Pessoa, 220 pp.
- Brito, J., Stanley, J., Cetintas, R., Powers, T., Inserra, R., McAvoy, G., Mendes, M., Crow, B., Dickson, D., 2004. *Meloidogyne mayaguensis* a new plant nematode species, poses threat for vegetable production in Florida. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Florida. Disponível em: <http://mbao.org/2004/Proceedings04/081%20DicksonD%20M%20mayaguensisMBR%20conf.pdf>. Acesso em: 22/06/2005.
- Cardoso, E.J.B.N., Tsai, S.M., Neves, M.C.P., 1992. Microbiologia do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 250pp.

- Carneiro, R.M.D.G., Moreira, W.A., Almeida, M.R.A., Gomes, A.C.M.M., 2001. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira* 25(2), 223-228.
- Casassa, A.M., Matheus, J., Crozzoli, R., Bravo, V., González, C., 1997. Respuesta de algunas selecciones de guayabo al nematodo *Meloidogyne incognita* em el Municipio Mara del Estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 10, 5-8.
- Castellanos, A., 1960. Introdução à Geobotânica. *Revista Brasileira de Geografia* 22, 585-617.
- Cavalcanti, M.A.Q., Maia, L.C., 1994. Cellulolytic fungi isolated from alluvial soil in semi-arid area of the northeast of Brazil. *Revista de Microbiologia* 25, 251-254.
- Cavalcanti, J.S.B., 1997. Frutas para o mercado global. *Estudos Avançados* 11(29), 79-93.
- Cavalcanti, M.A.Q., Motta, C.M.S., Lima, D.M., Laranjeira, D., Fernandes, M.J.S., 2003. Identification and characterization of filamentous fungi isolated from the sunflower (*Helianthus annuus* L.) rhizosphere according to their capacity to hydrolyse inulin. *Brazilian Journal of Microbiology* 34(3), 273-280.
- Cavalcanti, M.A.Q., Oliveira, L.G., Fernandes, M.J.S., Lima, D.M.M., 2006. Fungos filamentosos isolados do solo em municípios na Região Xingó, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 53(4), 2006.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2006a. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/estados>. Acesso em: 30/08/2006.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2006b. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/clima>. Acesso em: 30/08/2006.
- Costa, I.P.M.W., Cavalcanti, M.A.Q., Fernandes, M.J.S., Lima, D.M.M., 2006. Hyphomycetes from soil of an area affected by copper mining activities in the state of Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 37, 290-295.
- Crofton, H.D., 1966. *Nematodes*. Hutchinson & CO Publishers, London, 160pp.
- Dix, N.J., Webster, J., 1995. *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, London, 594pp.
- Drumond, M.A., Kiill, L.H.P., Lima, P.C.F., Oliveira, M.C., Oliveira, V.R., Albuquerque, S.G., Nascimento, C.E.S., Cavalcante, J., 2000. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Embrapa/Cpatsa, UFPE e Conservation International do Brasil, Petrolina.
- Eggins, H.O., Allsopp, D., 1975. Biodeterioration and biodegradation by fungi. In: Smith, J.E., Berry, D.R. (Eds.), *The filamentous fungi*. v.1, Edward Arnold, London, pp. 301-319.

- Egler, W.A., 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia* 13(4), 65-77.
- El-Dohlob, S.M., Al-Helfi, M.A., 1982. Soil fungi of the South Iraq. *Bas. Nat. Hist. Mus. Bull.* 5, 23-37.
- Farrow, W.M., 1954. Tropical soil fungi. *Mycologia* 46, 632-645.
- Giller, K.E., Beare, M.H., Lavelle, P., Izac, A-M.N., Swift, M.J., 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6, 3-16.
- Gochenaour, S.E., 1970. Soil mycoflora of Peru. *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 42, 259-272.
- Gochenaour, S.E., 1975. Distributional patterns of mesophilous and termophilous microfungi in two Bahamia soils. *Mycopathologia* 57, 155-164.
- Gonzaga Neto, L., 2003. A cultura da goiabeira no Brasil: um enfoque para o projeto Senador Nilo Coelho. In: Ramírez, J.S. et al. (Eds.), *Primer simposio internacional de la guayaba*. 8 a 11 de dezembro de 2003, Aguascalientes (México), pp. 198-211.
- Goss, R.D., 1960. Soil fungi from Costa Rica and Panama. *Mycologia* 52, 877-883.
- Goss, R.D., 1963. Further observation on soil in Honduras. *Mycologia* 55, 142-150.
- Griffin, D.H., 1994. *Fungal physiology*. 2nd ed, Wiley-Liss, Inc., New York, 458 pp.
- Hawksworth, D.L., 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycological Research* 95, 641-655.
- Hyde, K.D., 1997. *Biodiversity of tropical microfungi*. Hong Kong University Press, Hong Kong, 421 pp.
- Kang, S., Mills, A.L., 2006. The effect of sample size in studies of soil microbial community structure. *Journal of Microbiological Methods* 66(2), 242-250.
- Kerry, B.R., 2000. Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 38, 423-441.
- Kiewnick, S., Sikora, R.A., 2006. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological Control* 38(2), 179-187.
- Laurance, W.F., Bierregaard, R.O., 1997. *Tropical forest remnants ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago, Chicago.
- Lordello, L.G.E., 1984. *Nematóides das plantas cultivadas*. 8^a ed., Nobel, São Paulo, 314pp.
- Lorenzi, H., 1998. *Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. v.1, 2^a ed., Editora Planarum, São Paulo.
- Lynch, J.M., 1986. *Biotechnology do solo – Fatores microbiológicos na produtividade agrícola*. Editora Manole, São Paulo, 209pp.

- Maia, L.C., 1998. Diversidade de fungos e líquens e sucessão fúngica na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado, I.C., Lopes, A.V., Porto, K.C. (Eds.), Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Editora Universitária (UFPE), Recife, pp. 85-113.
- Maia, G.N., 2004. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª ed, D&Z Computação Gráfica e Editora, São Paulo, 413 pp.
- Mandeeel, Q.A., 2002. Microfungal community associated with rhizosphere soil of *Zygophyllum qatarense* in arid habitats of Bahrain. Journal of Arid Environments 50, 665-681.
- Maranhão, S.R.V.L., Moura, R.M., Pedrosa, E.M.R., 2001. Reação de indivíduos segregantes de goiabeira a *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. mayaguensis*. Nematologia Brasileira 25(2), 191-195.
- Metting, B.F., 1993. Soil microbial ecology. Marcel Dekker, New York.
- Moura, R.M., Moura, A.M., 1989. Meloidoginose da goiabeira: doença de alta severidade no Estado de Pernambuco, Brasil. Nematologia Brasileira 13, 13-19.
- Pfenning, L., 1997. Soil and rhizosphere microfungi from Brazilian Tropical Forest ecosystems. In: Hyde, K.D. (Ed.), Biodiversity of Tropical microfungi. Hong Kong University Press, Hong Kong, pp. 341-365.
- Prado, D.E., 2003. As caatingas da América do Sul. In: Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (Eds.), Ecologia e conservação da caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 3-58.
- Robinson, B.M., 1970. Micro-fungi of sugarcane roots and soil in Jamaica. Tropical Agriculture 47, 23-29.
- Rogers, A.L., 1971. Isolation of keratinophilic fungi from soil in the vicinity of Bogota. Mycopathologia et Mycologia Applicata 44, 261-264.
- Rossi, C.E., Ferraz, L.C.C.B., Montaldi, P.T., 2002. Resistência de frutíferas de clima subtropical e temperado a *Meloidogyne incognita* raça 2 e *M. javanica*. Arquivos do Instituto Biológico 69(2), 43-49.
- Sampaio, Y., Sampaio, E.V.S.B., Bastos, E., 1987. Parâmetros para a determinação de prioridades de pesquisas agropecuárias no Nordeste semi-árido. Departamento de Economia – PIMES/UFPE, Recife, 224 pp.
- Sampaio, E.V.S.B., 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Bullock, S.H., Harold, A.M., Medina, E. (Eds.), Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 35-63.
- Sampaio, E., Rodal, M.D.J., 2000. Fitofisionomias da Caatinga. (Documento para discussão no GT Botânica). In: Avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga,

- Petrolina-PE, 2000. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org/caatinga/relatorios/fitofisionomias.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2004.
- Sampaio, E.V.S.B., Giuliatti, A.M., Virgínio, J. (Eds.), 2002. Vegetação e flora da Caatinga. Contribuição ao workshop Avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga, Petrolina-PE, 5/2000. Associação Plantas do Nordeste – APNE, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, Recife, 2002, 176pp.
- Santiago, A.L.C.M.A., Souza-Motta, C.M., 2006. Mucorales do solo de mineração de cobre e produção de amilase e inulinase. *Acta Botanica Brasilica* 20(3), 641-647.
- Santos, A.C., Cavalcanti, M.A.Q., Fernandes, M.J.S., 1989. Fungos isolados da rizosfera da cana-de-açúcar da Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 12, 23-29.
- Silva, M.I.L., Cavalcanti, M.A.Q., Lima, D.M.M., 1990. Fungos da rizosfera de sementeiras de tomate. *Fitopatologia Brasileira* 15(4), 323-326.
- Silva, F.B.R., Riché, G.R., Tonneau, J.P., Souza Neto, N.C., Brito, L.T.L., Correia, R.C., Cavalcanti, A.C., Silva, F.H.B.B., Silva, A.B., Araújo Filho, J.C., 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrosocioeconômico. v. 2, EMBRAPA-CPATSA/Recife e EMBRAPA-CNPS, Petrolina, 382 pp.
- Silva, M., Minter, D.W., 1995. Fungi from Brazil recorded by Batista and co-workers. *Mycological Papers* 169, 1-585.
- Skujins, J., Allen, M.F., 1986. Use of mycorrhizae for land rehabilitation. *Mircen Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 2, 161-176.
- Suárez, Z., Rosales, L.C., Rondón, A., González, M.S., 1998. Histopatología de raíces de *Psidium guajava* atacadas por el nematodo *Meloidogyne incognita* raza 1 y los hongos *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium oxysporum*. *Fitopatología Venezolana* 11(2), 44-47.
- Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G., Zuberer, D.A., 1998. Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall, New Jersey, 550pp.
- Tauk-Tornisielo, S.M., Garlipp, A., Ruegger, M., Attili, D.S., Malagutti, E., 2005. Soilborne filamentous fungi in Brazil. *Journal of Basic Microbiology* 45(1), 72-82.
- Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B., Pareyn, F.G.C. (Eds.), 2002. Ecorregiões: propostas para o bioma Caatinga. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga, Aldeia-PE, 11/2001. Associação Plantas do Nordeste – APNE e Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife, 76 pp.
- Viégas, A.P., 1961. Índice de fungos da América do Sul. Campinas, 921 pp.

Capítulo 1

Fungos filamentosos isolados da rizosfera de plantas nativas da caatinga e de cultivos de goiabeiras sadias e infestadas por nematóides do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil

Artigo a ser submetido para publicação no periódico Applied Soil Ecology

Fator de impacto: 1,755 (2005)

Fungos filamentosos isolados da rizosfera de plantas nativas da caatinga e de cultivos de goiabeiras sadias e infestadas por nematóides do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil

Michelline Lins Silvério^a; Maria Auxiliadora de Queiroz Cavalcanti^{a,*}; Adriana Mayumi Yano-Melo^b

^a Departamento de Micologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-420, Recife, PE, Brasil

^b Colegiado de Zootecnia, Universidade Federal do Vale do São Francisco, PE, Brasil

* Autor para correspondência. Endereço postal: Av. Boa Viagem, 3376, apto. 92, Boa Viagem. 51020-001, Recife, PE, Brasil. Tel.: (81) 34664235.

E-mail: xiliamac@terra.com.br (M.A.Q.Cavalcanti)

Abstract

Fungi are ubiquitous, including the rhizosphere, which is characterized by high microbial activity. Guava represents the third fruit crop in growing area in the Submedio São Francisco Valley (Petrolina, Pernambuco, Brazil); however, its area and yield have been declined drastically due to problems with phytonematodes. The objective of this work was to identify species of filamentous fungi isolated from rhizosphere of healthy and nematode infested guava trees and from rhizosphere of seven native trees of caatinga in the region. Soil samples from rhizosphere of healthy and infested guava trees and of caatinga were collected until 20cm depth, in November 2005. The method used was the successive dilution of soil, which was spread in Sabouraud medium supplemented with antibiotic, maintained at room temperature during 72 hours. The colonies were isolated, purified and transferred to specific media and the fungi identified for observation of morphological characteristics. From healthy and infested guava areas, 39 and 28 fungi taxa were respectively found and, in the caatinga area, 23 taxa were observed. According to species distribution, the fungi isolated from soil of the three areas were classified as occasional and abundant. The similarity index of taxa was higher among guava areas (68.7 %) than in the caatinga, while the highest diversity of taxa was found in infested guava area (4.59 bits/individual). *Aspergillus* and *Penicillium* were the most representative genera in all areas.

Keywords: fungi, caatinga, nematodes, *Psidium guajava*.

1. Introdução

Os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos cuja nutrição se dá por absorção, apresentando papel fundamental nos ecossistemas, onde vivem como sapróbios, parasitas de plantas, animais e de outros fungos ou em simbiose com algas ou com raízes das mais diversas plantas (Metting, 1993; Sylvia et al., 1998). Eles são capazes de viver nos mais diversos habitats, onde existe matéria orgânica passível de ser degradada, influenciando e sendo influenciados por outros organismos e por fatores físicos e químicos ambientais (Dix & Webster, 1995; Maia, 1998).

A rizosfera, termo definido como o volume de solo adjacente às raízes e influenciado pelas mesmas, representa uma região de intensa atividade microbiana (Metting, 1993). Este conceito inclui todo o crescimento microbiano, tanto de bactérias como de fungos que se nutrem de compostos liberados pelas raízes (exsudatos), tais como açúcares, ácidos orgânicos, compostos aminados e outras substâncias (Lynch, 1986; Cardoso et al., 1992; Sylvia et al., 1998). Enquanto no solo os fungos são encontrados em comunidades variando de 10^4 a 10^6 propágulos por grama, na rizosfera este número é muito superior devido à presença dessas substâncias (Alexander, 1977).

Alguns trabalhos, no Brasil, relatam o isolamento de fungos filamentosos da rizosfera de diversas culturas como girassol (Cavalcanti et al., 2003), cana-de-açúcar (Santos et al., 1989) e tomateiro (Silva et al., 1990), além de árvores brasileiras nativas, como *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), *Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. (Bignoniaceae), *Inga* sp. (Leguminosae), *Eugenia cuprea* Niedenzu (Myrtaceae) e *Carineana* sp. (Lecythidaceae) (Pfenning, 1997).

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, distribuindo-se do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, em floresta pluvial atlântica, mas também ocorre de maneira espontânea em quase todo o Brasil (Lorenzi, 1998). A cultura da goiabeira foi estabelecida na região do Vale do Submédio São Francisco devido à grande demanda do mercado e pela produção de frutos de qualidade durante todo o ano, representando a terceira fruteira mais plantada na região. Atualmente, a cultura tem sido atacada por fitonematóides, fato que vem causando danos e perdas irreparáveis na região. Os prejuízos causados por nematóides são decorrentes dos efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento da parte aérea e radicular, bem como na perda de produção de frutos.

Bioinsumos produzidos a partir de fungos filamentosos para controle da população desses fitopatógenos têm trazido nova perspectiva ao mercado. No entanto, a ausência do produto

comercial no país e entraves para sua importação devido às barreiras sanitárias do Ministério da Agricultura dificultam a sua utilização.

Dentre os trabalhos que relatam o parasitismo de goiabeiras por espécies de nematóides, destacam-se o de Suárez et al. (1998), que analisaram as alterações histológicas causadas nas raízes de *Psidium guajava* pelo nematóide *Meloidogyne incognita* e pelos fungos *Macrophomina phaseolina* e *Fusarium oxysporum*, e o de Brito et al. (2004), que detectaram uma nova espécie de nematóide (*Meloidogyne mayaguensis*) em culturas como berinjela, manjerição, pimenta e tomate, além da goiaba.

Assim, este trabalho teve como objetivo identificar espécies de fungos filamentosos isoladas da rizosfera de goiabeiras sadias e atacadas por fitonematóides, cultivadas no Vale do Submédio São Francisco (Petrolina, Pernambuco) e da rizosfera de vegetais da caatinga nativa.

2. Material e métodos

2.1. Áreas de estudo

O Município de Petrolina, localizado no Vale do Submédio São Francisco, semi-árido pernambucano, possui altitude média de 368m e coordenadas 09°09'S e 40°22'W. Segundo a classificação de Köppen, o clima da área pode ser classificado como tipo BswH, que corresponde a uma região semi-árida muito quente. O índice pluviométrico anual é de 571,5mm, com chuvas no período de novembro a abril, e a temperatura média anual é de 26,4°C. Nessa região, a instabilidade climática é mais caracterizada pela irregularidade de distribuição das chuvas que por sua escassez (Silva et al., 1993).

2.2. Coletas

Para a coleta das amostras de rizosfera, foram escolhidos aleatoriamente 21 vegetais em três áreas distintas do Vale do Submédio São Francisco. Em cada uma das duas áreas cultivadas com goiabeiras foram selecionados sete indivíduos: na primeira área (09°19'S e 40°33'W, 392m) as goiabeiras encontravam-se sadias, enquanto na segunda (09°08'S e 40°17'W, 411m) estavam atacadas por nematóides. Na terceira área, a de caatinga (09°03'S e 40°19'W, 368m), foram escolhidas aleatoriamente sete árvores nativas: *Spondias tuberosa* Arruda ("umbuzeiro", Anacardiaceae), *Croton conduplicatus* Kunth ("quebra-faca", Euphorbiaceae), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. ("mororó", Caesalpiniaceae), *Cnidioscolus phyllacanthus* Pax et Hoff.

("favela", Euphorbiaceae), *Manihot glaziovii* Muell. Arg. ("maniçoba", Euphorbiaceae), *Melanoxydon brauna* Schott ("graúna", Caesalpiniaceae) e *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns ("imbituçu", Bombacaceae). Em novembro de 2005, foram coletadas subamostras de rizosfera em três pontos equidistantes ao redor de cada árvore, com aproximadamente 20cm de profundidade, que constituíram uma amostra composta. As 21 amostras compostas foram acondicionadas e transportadas para o laboratório, no Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, para processamento.

2.3. Análise do solo

Uma amostra da rizosfera de todos os vegetais de cada área de coleta foi encaminhada ao Laboratório de Fertilidade do Solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) para análises de pH e fertilidade (teores de fósforo, cálcio, magnésio, sódio, potássio, alumínio e hidrogênio). Para interpretação da análise do solo seguiu-se Tomé Júnior (1997) (Tabela 1).

2.4. Isolamento, purificação e identificação dos fungos

Para o isolamento dos fungos foi utilizado o método de Clark (1965, modificado), onde 25g de cada amostra composta de rizosfera foi suspensa em 225mL de água destilada esterilizada (ADE) (1:10 p/v). Desta suspensão, 10mL foram adicionados a 990mL de ADE (1:1000 v/v) e ao final 1mL foi espalhado na superfície do meio Ágar Sabouraud acrescido de cloranfenicol (100mg/L) distribuído em três placas de Petri. As placas permaneceram em temperatura ambiente ($28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) e o crescimento das colônias foi acompanhado por 96 horas. Durante esse período, as colônias foram contabilizadas em número de unidades formadoras de colônias (UFC), repicadas para tubos de ensaio contendo o meio Ágar Sabouraud acrescido de cloranfenicol (100mg/L) e o crescimento acompanhado por 72 horas. Posteriormente, as amostras de fungos foram transferidas para meios de cultura específicos (Ágar Czapek, Batata-Dextrose-Ágar e Ágar Malte) e identificadas por suas características macroscópicas (coloração, aspecto e diâmetro das colônias) e microscópicas (microestruturas), segundo Raper & Thom (1949), Rifai (1969), Booth (1971), Ellis (1971; 1976), Samson (1974), Raper & Fennell (1977), Domsch et al. (1980), Cannon & Hawksworth (1984), Schipper & Stalpers (1984) e Pitt (1988), entre outros.

2.5. Análises estatísticas

A distribuição de cada espécie de fungo nas três áreas foi calculada aplicando-se a fórmula: $D_i = (N_i/N) \times 100$, onde D_i = distribuição da espécie i ; N_i = número de UFC da espécie i ; N = número total de UFC.

De acordo com esta fórmula, as distribuições das espécies foram classificadas como: $< 0,5\%$ = rara, $\geq 0,5 < 1,5\%$ = ocasional, $\geq 1,5 < 3,0\%$ = comum, $\geq 3,0\%$ = abundante (Schnittler e Stephenson, 2000).

Para o cálculo da similaridade entre a composição de fungos filamentosos nas áreas de estudo foi utilizado o Coeficiente de Similaridade de Sorensen: $S_s = (2w/a + b) \times 100$, onde w = nº de espécies comuns às duas áreas; a = nº total de espécies ocorrentes na área 1; b = nº total de espécies ocorrentes na área 2.

Este índice varia de 0% (diferença absoluta) a 100% (completa similaridade) (Krebs, 1999; Zar, 1999).

Para o cálculo da diversidade de fungos filamentosos nas áreas de estudo foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener na base logarítmica 2: $H' = \sum (p_i) \times (\log_2 p_i)$, onde p_i = número de UFC de cada espécie/total de UFC.

Foi aplicado o teste t , utilizando o software Systat 10.0, para verificar se houve diferença significativa na diversidade obtida para as áreas, admitindo-se nível de significância (possibilidade máxima de erro ou α) de 5% (Krebs, 1999).

3. Resultados

Da rizosfera de goiabeiras sadias e infestadas por fitonematóides e da rizosfera de vegetais da caatinga nativa foram isolados 52 táxons de fungos filamentosos, perfazendo um total de 1167×10^4 UFC/g. Os anamorfos (Hyphomycetes) destacaram-se com maior frequência (86%), seguidos por Ascomycota (10%) e Zygomycota (4%), como pode ser visto na Figura 1. Os gêneros predominantes foram *Penicillium* (20 espécies) e *Aspergillus* (12), seguidos por *Trichoderma* (5), *Fusarium* (2) e *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Eupenicillium*, *Humicola*, *Monilia*, *Neocosmospora*, *Paecilomyces*, *Podospora*, *Rhizopus* e *Scopulariopsis*, com uma espécie (Tabela 2).

Das amostras da rizosfera de goiabeiras sadias foram obtidas 472×10^4 UFC/g, correspondentes a 39 táxons: *Penicillium* (18), *Aspergillus* (8), *Trichoderma* (3), *Fusarium* (2) e

Curvularia, *Emericella*, *Monilia*, *Neocosmospora*, *Paecilomyces*, *Podospora*, *Rhizopus* e *Scopulariopsis* (1). Do total de amostras de rizosfera das goiabeiras infestadas foram isolados 28 táxons (543×10^4 UFC/g): *Penicillium* (10), *Aspergillus* (6), *Trichoderma* (4), *Emericella* e *Fusarium* (2) e *Eupenicillium*, *Monilia*, *Paecilomyces* e *Scopulariopsis* (1). Por sua vez, da área da caatinga foram isolados 23 táxons de fungos filamentosos (152×10^4 UFC/g): *Aspergillus* (10), *Penicillium* (7) e *Cunninghamella*, *Fusarium*, *Humicola*, *Paecilomyces*, *Rhizopus* e *Trichoderma* (1) (Tabela 2).

Conforme observado na Tabela 2, a área com goiabeiras sadias apresentou maior riqueza em número de espécies, enquanto que a área com goiabeiras infestadas apresentou maior número de UFC. *Aspergillus flavipes*, *Curvularia pallescens*, *Neocosmospora vasinfecta* var. *africana*, *Penicillium citrinum*, *P. decumbens*, *P. funiculosum*, *P. griseofulvum*, *P. pinophilum*, *P. pulvillorum*, *P. verruculosum*, *Podospora* aff. *comata* e *Trichoderma pseudokoningii* foram isolados exclusivamente na área com goiabeiras sadias; *Emericella nidulans* var. *echinulata*, *Eupenicillium brefeldianum*, *Penicillium canescens* e *Trichoderma viride* ocorreram apenas na área com goiabeiras infestadas; na área de caatinga ocorreram com exclusividade *Aspergillus carbonarius*, *A. carneus*, *A. cervinus*, *A. niger* var. *awamori*, *A. niveus*, *Cunninghamella elegans*, *Humicola grisea* e *Penicillium implicatum*.

Os solos apresentaram as seguintes características: acidez da solução aquosa de média (5,44) a fraca (6,25 e 6,57); teor de fósforo variando de baixo para a área de caatinga ($< 7\text{mg}/\text{dm}^3$) a alto para a área com goiabeiras infestadas ($> 40\text{mg}/\text{dm}^3$); cálcio variando de baixo (1,7 e 1,9 cmol/dm^3) a médio (3,6 cmol/dm^3); potássio variando de médio (0,33 e 0,39 cmol/dm^3) a alto (0,43 cmol/dm^3) e magnésio com baixo teor, variando de 0,75 a 0,9 cmol/dm^3 (Tabela 1).

Os fungos isolados do solo das três áreas foram classificados, em sua maioria, como ocasionais e abundantes, com *Aspergillus japonicus* var. *japonicus* prevalecendo na área com goiabeiras sadias (17,16%), *Aspergillus terreus* (29,46%) e *Penicillium vinaceum* (11,23%) na área com goiabeiras infestadas e *Aspergillus niger* var. *niger* (11,84%) e *Aspergillus fumigatus* (10,53%) na área de caatinga (Figuras 2A, B e C).

Os valores do Coeficiente de Sorensen indicaram que a micota da área com goiabeiras sadias é mais similar à da área com goiabeiras infestadas (68,7%) do que à da caatinga (45,1%). Entre a composição de fungos da área com goiabeiras infestadas e da caatinga a similaridade foi menor (43,1%).

Os Índices de Diversidade para as áreas com goiabeiras sadias (área 1) e infestadas (área 2) e para a caatinga (área 3) foram de 4,59, 3,86 e 4,25 bits por indivíduo, respectivamente. Os valores de *t* obtidos mediante comparação das diversidades apresentadas foram 7,673 (área 1 x

área 2), 3,654 (área 1 x área 3) e 4,000 (área 2 x área 3), indicando que houve diferença significativa entre os resultados, pois em todas as situações o valor de t obtido foi maior que o t tabelado (1,646 para área 1 x área 2; 1,6485 para área 1 x área 3 e área 2 x área 3).

4. Discussão

Os fungos isolados na presente pesquisa já foram relatados de solo e de outros ambientes (Grandi & Attili, 1996; Santos et al., 1998; Cavalcanti et al., 2006). Cavalcanti & Maia (1994), estudando fungos celulolíticos em solo da zona semi-árida do Estado de Pernambuco, detectaram uma predominância dos Hyphomycetes, sobressaindo os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em número de espécies. O mesmo ocorreu em estudo realizado por Costa et al. (2006), que obtiveram grande riqueza de Hyphomycetes em região semi-árida afetada por mineração de cobre, no Estado da Bahia.

Apesar dos trabalhos desenvolvidos em áreas de caatinga serem escassos, os realizados em outras regiões áridas demonstraram resultados semelhantes aos do presente estudo. Abdullah & Al-Bader (1990), pesquisando fungos termofílicos e termotolerantes em solos do Iraque, isolaram *Aspergillus terreus*, *A. fumigatus*, *Emericella nidulans*, *Penicillium* sp. e *Trichoderma* sp., sendo *Trichoderma* sp. considerada como verdadeiramente termofílica e as demais, termotolerantes. Ainda segundo esses autores, espécies do gênero *Aspergillus* foram as mais freqüentes, corroborando com os resultados obtidos por Gochenaur (1975) que, estudando a distribuição de microfungos mesófilos e termófilos em solos nas Bahamas, considerou espécies de *Aspergillus* como as mais freqüentes por sua tolerância a condições áridas. Da mesma forma Abdel-Hafez (1982), estudando solos desérticos da Arábia Saudita, isolou espécies de *Aspergillus* com grande freqüência, principalmente *A. fumigatus* (90%), *A. terreus* (85%), *A. niger* (82,5%) e *A. flavus* (52,5%).

Segundo Del Val et al. (1999), altos teores de fósforo, cálcio e magnésio podem interferir na sobrevivência dos microrganismos do solo, porém no presente estudo tal resposta não foi observada, pois os teores obtidos destes macronutrientes não foram isoladamente indicadores de alta ou baixa riqueza e diversidade de espécies.

Para Raymundo Junior & Tauk-Tornisielo (1997), fatores como locais onde existe um pequeno número de plantas, temperatura e conteúdo de água no substrato podem interferir negativamente na diversidade de fungos do solo, o que corrobora com estudos realizados por Peuke & Rennenberg (2004), para os quais a escassez de água afeta a disponibilidade de certos nutrientes essenciais como o fósforo para as plantas, devido à sua baixa mobilidade no substrato.

5. Conclusões

As rizosferas de goiabeiras sadias e infestadas por fitonematóides e de vegetais de caatinga nativa do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina, Pernambuco estão representadas por 48 espécies de fungos conidiais e duas espécies de Ascomycota;

Aspergillus e *Penicillium* foram os mais representativos, em número de espécies, nas rizosferas das goiabeiras e dos vegetais da caatinga;

Fatores bióticos e abióticos podem ter interferido na diversidade dos fungos filamentosos das três áreas estudadas;

Paecilomyces lilacinus, isolada nas três áreas estudadas nesta pesquisa, constitui uma referência para utilização no controle biológico de nematóides do gênero *Meloidogyne* em goiabeiras.

Referências

- Abdel-Hafez, S.I.I., 1982. Survey of the mycoflora of desert soils in Saudi Arabia. *Mycopathologia* 80, 3-8.
- Abdullah, S.K., Al-Bader, S.M., 1990. On the thermophilic and thermotolerant mycoflora of Iraqi soils. *Sydowia* 42, 1-7.
- Alexander, M., 1977. Introduction to soil microbiology. John Wiley, New York, 467pp.
- Booth, C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Institute, Kew, Surrey, 237 pp.
- Brito, J., Stanley, J., Cetintas, R., Powers, T., Inserra, R., McAvoy, G., Mendes, M., Crow, B., Dickson, D., 2004. *Meloidogyne mayaguensis* a new plant nematode species, poses threat for vegetable production in Florida. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Florida. Disponível em: <http://mbao.org/2004/Proceedings04/081%20DicksonD%20M%20mayaguensisMBR%20conf.pdf>. Acesso em: 22/06/2005.
- Cannon, P.F., Hawksworth, D.L., 1984. A revision of the genus *Neocosmospora* (Hypocreales). *Transactions of the British Mycological Society* 82(4), 673-688.
- Cardoso, E.J.B.N., Tsai, S.M., Neves, M.C.P., 1992. *Microbiologia do solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 250pp.
- Cavalcanti, M.A.Q., Maia, L.C., 1994. Cellulolytic fungi isolated from alluvial soil in semi-arid area of the northeast of Brazil. *Revista de Microbiologia* 25, 251-254.

- Cavalcanti, M.A.Q., Motta, C.M.S., Lima, D.M., Laranjeira, D., Fernandes, M.J.S., 2003. Identification and characterization of filamentous fungi isolated from the sunflower (*Helianthus annuus* L.) rhizosphere according to their capacity to hydrolyse inulin. *Brazilian Journal of Microbiology* 34(3), 273-280.
- Cavalcanti, M.A.Q., Oliveira, L.G., Fernandes, M.J.S., Lima, D.M.M., 2006. Fungos filamentosos isolados do solo em municípios na Região Xingó, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 53(4), 2006.
- Clark, F.E., 1965. Agar-plate method for total microbial count. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E., Dinauer, R.C. (Eds.), *Methods of soil analysis - Part 2*. Madson Inc., New York, pp. 1460-1466.
- Costa, I.P.M.W., Cavalcanti, M.A.Q., Fernandes, M.J.S., Lima, D.M.M., 2006. Hyphomycetes from soil of an area affected by copper mining activities in the state of Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 37, 290-295.
- Del Val, C., Barea, J.M., Azcón-Aguilar, C., 1999. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungus population in heavy-metal contaminated soil. *Applied Environment Microbiology* 65, 718-723.
- Dix, N.J., Webster, J., 1995. *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, London, 594pp.
- Domsch, K.H., Gams, W., Anderson, T., 1980. *Compendium of soil fungi*. v.1, IHW-Verlag, San Francisco, 405pp.
- Egler, W.A., 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia* 13(4), 65-77.
- Ellis, M.B., 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England, 608pp.
- Ellis, M.B., 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England, 507pp.
- Gochenaour, S.E., 1975. Distributional patterns of mesophilous and termophilous microfungi in two Bahamia soils. *Mycopathologia* 57, 155-164.
- Grandi, R.A.P., Attili, D.S., 1996. Hyphomycetes on *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müell. Arg. leaf litter from the Ecological Reserve Juréia-Itatins, State of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon* 60, 373-386.
- Krebs, C.J., 1999. *Ecological methodology*. 2nd ed., Addison-Wesley Longman, Inc., New York, 620pp.
- Lordello, L.G.E., 1984. *Nematóides das plantas cultivadas*. 8^a ed., Nobel, São Paulo, 314pp.
- Lorenzi, H., 1998. *Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. v.1, 2^a ed., Editora Planarum, São Paulo.

- Lynch, J.M., 1986. Biotecnologia do solo – Fatores microbiológicos na produtividade agrícola. Editora Manole, São Paulo, 209pp.
- Maia, L.C., 1998. Diversidade de fungos e líquens e sucessão fúngica na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado, I.C., Lopes, A.V., Porto, K.C. (Eds.), Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Editora Universitária (UFPE), Recife, pp. 85-113.
- Metting, B.F., 1993. Soil microbial ecology. Marcel Dekker, New York.
- Peuke, A.D., Rennenberg, H., 2004. Carbon, nitrogen, phosphorus, and sulphur concentration and partitioning in beech ecotypes (*Fagus sylvatica* L.): phosphorus most affected by drought. *Trees* 18, 639-648.
- Pfenning, L., 1997. Soil and rhizosphere microfungi from Brazilian Tropical Forest ecosystems. In: Hyde, K.D. (Ed.), Biodiversity of Tropical microfungi. Hong Kong University Press, Hong Kong, pp. 341-365.
- Pitt, J.I., 1988. A laboratory guide to common *Penicillium* species. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – Division of Food Processing, North Ryde.
- Raper, K.B., Thom, C., 1949. A manual of the *Penicillia*. The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 875pp.
- Raper, K.B., Fennell, D.I., 1977. The genus *Aspergillus*. Robert e Krieger, Florida, 686pp.
- Raymundo Junior, O., Tauk-Tornisielo, S.M., 1997. Occurrence of Hyphomycetes and Actinomycetes in red-yellow latosol from a cerrado region in Brazil. *Revista de Microbiologia* 28, 197-203.
- Rifai, M.A., 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycological Papers* 116, 1-56.
- Samson, R.A., 1974. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. *Studies in Mycology* 6, 1-119.
- Santos, A.C., Cavalcanti, M.A.Q., Fernandes, M.J.S., 1989. Fungos isolados da rizosfera da cana-de-açúcar da Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 12, 23-29.
- Santos, V.B., Wellbaum, C, Schoenlein-Crusius, I.H., 1998. Fungos filamentosos do solo da Ilha dos Eucaliptos na Represa do Guarapiranga em São Paulo, SP. *Acta Botanica Brasilica* 12, 101-110.
- Schipper, M.A.A., Stalpers, J.A., 1984. A revision of the genus *Rhizopus*. *Studies in Mycology* 25, 1-34.
- Schnittler, M., Stephenson, S.L., 2000. Myxomycetes biodiversity in four different forest types in Costa Rica. *Mycologia* 92, 626-637.
- Silva, M.I.L., Cavalcanti, M.A.Q., Lima, D.M.M., 1990. Fungos da rizosfera de sementeiras de tomate. *Fitopatologia Brasileira* 15(4), 323-326.

- Silva, F.B.R., Riché, G.R., Tonneau, J.P., Souza Neto, N.C., Brito, L.T.L., Correia, R.C., Cavalcanti, A.C., Silva, F.H.B.B., Silva, A.B., Araújo Filho, J.C., 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrosocioeconômico. v. 2, EMBRAPA-CPATSA/Recife e EMBRAPA-CNPS, Petrolina, 382 pp.
- Suárez, Z., Rosales, L.C., Rondón, A., González, M.S., 1998. Histopatología de raíces de *Psidium guajava* atacadas por el nematodo *Meloidogyne incognita* raza 1 y los hongos *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium oxysporum*. Fitopatología Venezolana 11(2), 44-47.
- Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G., Zuberer, D.A., 1998. Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall, New Jersey, 550pp.
- Tomé Júnior, J.B., 1997. Interpretação dos resultados. In: Tomé Júnior, J.B. (Ed.), Manual para interpretação de análise do solo. Agropecuária, Guaíba, pp. 89-107.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis. 4^a ed., Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 663pp.

Tabela 1. Características químicas do solo cultivado com goiabeiras (não infestadas e infestadas por fitonematóides) e do solo da caatinga nativa, na região do Vale do Submédio São Francisco.

Área	pH	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H
	(H ₂ O)	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
Não infestada*	5,44	22	1,7	0,9	0,15	0,43	0,05	1,51
Infestada*	6,57	76	1,9	0,75	0,05	0,39	0	0,74
Caatinga	6,25	4	3,6	0,75	0,02	0,33	0	1,73

*por fitonematóides.

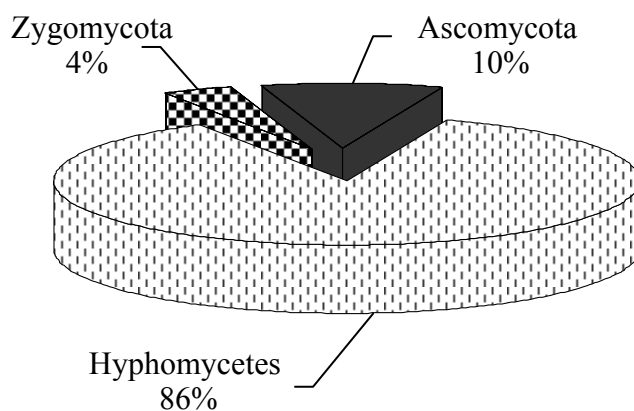


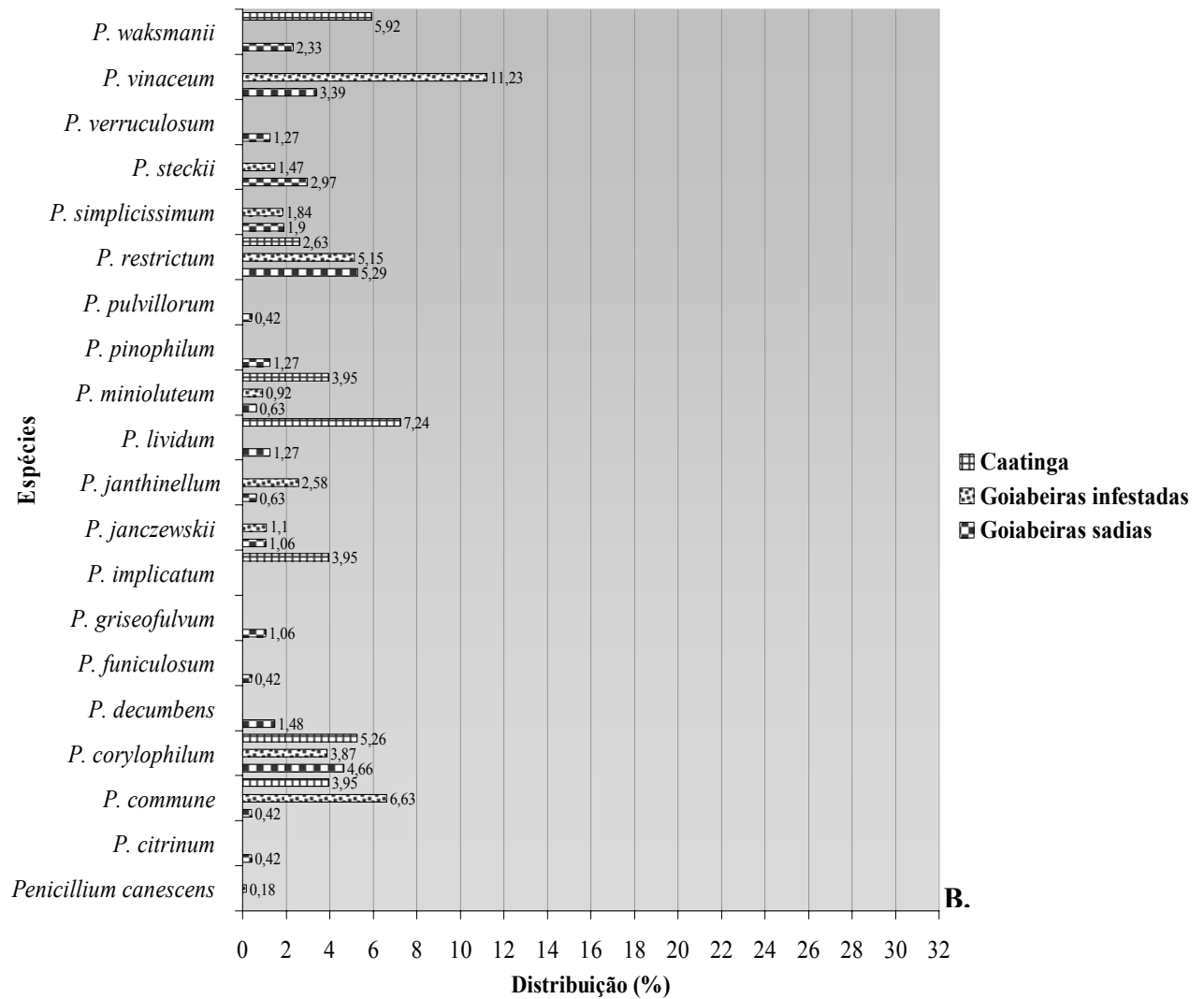
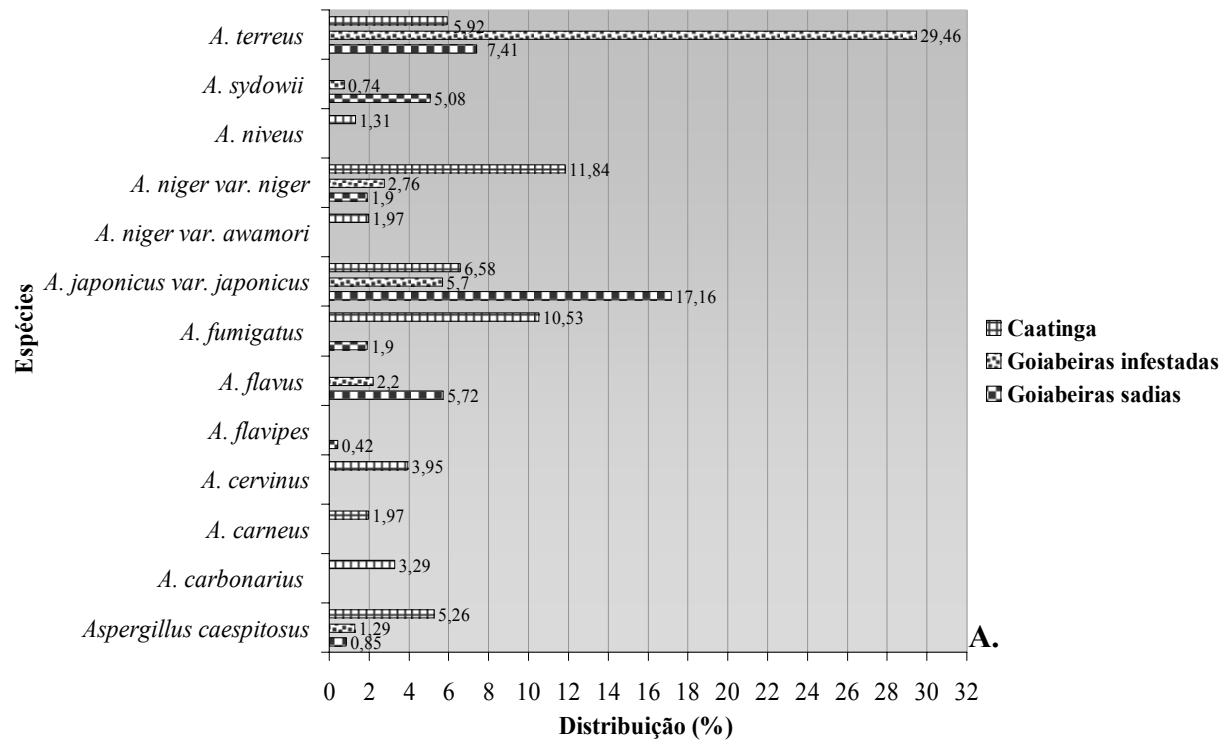
Figura 1. Frequência dos grupos de fungos filamentosos isolados.

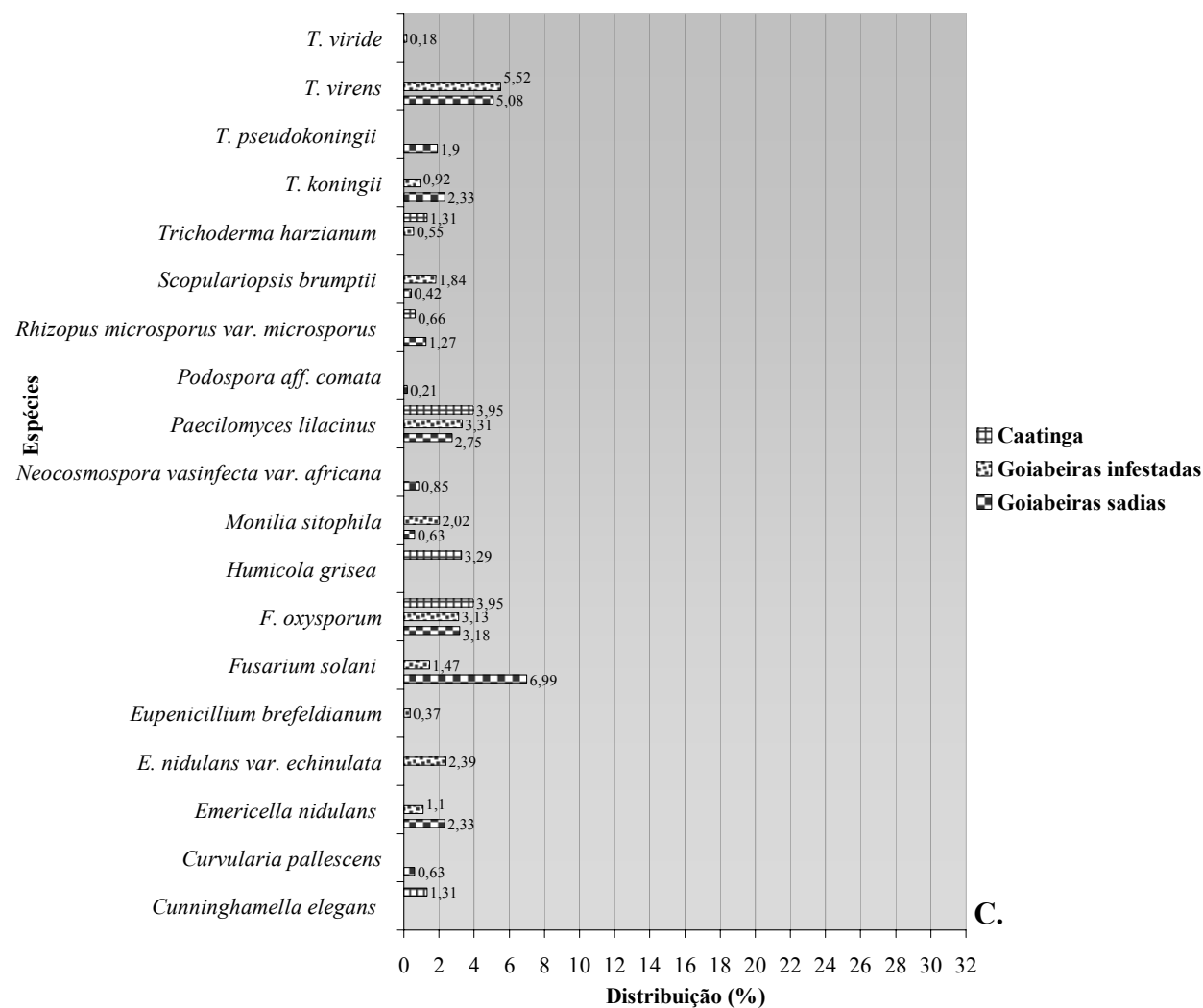
Tabela 2. Unidades Formadoras de Colônias (UFC x 10⁴/g) dos fungos filamentosos isolados da rizosfera de goiabeiras sadias e infestadas por fitonematóides e de vegetais da caatinga.

Gêneros/Espécies	Número de UFC		TOTAL	
	Goiabeiras	Caatinga		
	sadias	infestadas		
<i>Aspergillus caespitosus</i> Raper & Thom	4	7	8	19
<i>A. carbonarius</i> (Bainier) Thom	0	0	5	5
<i>A. carneus</i> Blochwitz	0	0	3	3
<i>A. cervinus</i> Masee	0	0	6	6
<i>A. flavipes</i> (Bainier & R. Sartory) Thom & Church	2	0	0	2
<i>A. flavus</i> Link	27	12	0	39
<i>A. fumigatus</i> Fresen.	9	0	16	25
<i>A. japonicus</i> Saito var. <i>japonicus</i>	81	31	10	122
<i>A. niger</i> var. <i>awamori</i> (Nakaz.) Al-Musallam	0	0	3	3
<i>A. niger</i> Tiegh. var. <i>niger</i>	9	15	18	42
<i>A. niveus</i> Blochwitz	0	0	2	2
<i>A. sydowii</i> (Bainier & Sartory) Thom & Church	24	4	0	28
<i>A. terreus</i> Thom	35	160	9	204
<i>Cunninghamella elegans</i> Lendn.	0	0	2	2
<i>Curvularia pallescens</i> Boedijn	3	0	0	3
<i>Emericella nidulans</i> (Eidam) Vuill.	11	6	0	17
<i>E. nidulans</i> var. <i>echinulata</i> Godeas	0	13	0	13
<i>Eupenicillium brefeldianum</i> (B.O. Dodge) Stolk & D.B. Scott	0	2	0	2
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	33	8	0	41
<i>F. oxysporum</i> Schltdl.	15	17	6	38
<i>Humicola grisea</i> Traaen	0	0	5	5
<i>Monilia sitophila</i> (Mont.) Sacc.	3	11	0	14
<i>Neocosmospora vasinfecta</i> var. <i>africana</i> (Arx) P. F. Cannon & D. Hawksw.	4	0	0	4
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	13	18	6	37
<i>Penicillium canescens</i> Sopp	0	1	0	1
<i>P. citrinum</i> Thom	2	0	0	2
<i>P. commune</i> Thom	2	36	6	44
<i>P. corylophilum</i> Dierckx	22	21	8	51

Continuação da Tabela 2

Gêneros/Espécies	Número de UFC			TOTAL
	Goiabeiras	Caatinga		
	sadias	infestadas		
<i>P. decumbens</i> Thom	7	0	0	7
<i>P. funiculosum</i> Thom	2	0	0	2
<i>P. griseofulvum</i> Dierckx	5	0	0	5
<i>P. implicatum</i> Biourge	0	0	6	6
<i>P. janczewskii</i> K.M. Zalesky	5	6	0	11
<i>P. janthinellum</i> Biourge	3	14	0	17
<i>P. lividum</i> Westling	6	0	11	17
<i>P. minioluteum</i> Dierckx	3	5	6	14
<i>P. pinophilum</i> Thom	6	0	0	6
<i>P. pulvillorum</i> Turfitt	2	0	0	2
<i>P. restrictum</i> J. C. Gilman & E. V. Abbott	25	28	4	57
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom	9	10	0	19
<i>P. steckii</i> K. M. Zalesky	14	8	0	22
<i>P. verruculosum</i> Peyronel	6	0	0	6
<i>P. vinaceum</i> J. C. Gilman & E. V. Abbott	16	61	0	77
<i>P. waksmanii</i> Zaleski	11	0	9	20
<i>Podospora</i> aff. <i>comata</i> Milovtz.	1	0	0	1
<i>Rhizopus microsporus</i> var. <i>microsporus</i> Tiegh.	6	0	1	7
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salv.-Duval	2	10	0	12
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	0	3	2	5
<i>T. koningii</i> Oudem.	11	5	0	16
<i>T. pseudokoningii</i> Rifai	9	0	0	9
<i>T. virens</i> (J. H. Mill., Giddens & A. A. Foster) Arx	24	30	0	54
<i>T. viride</i> Pers.	0	1	0	1
TOTAL	472	543	152	1167





Figuras 2A, B e C. Distribuição (%) dos fungos filamentosos isolados da rizosfera de goiabeiras sadias, infestadas por fitonematóides e de vegetais da caatinga. A. Espécies de *Aspergillus*. B. Espécies de *Penicillium*. C. Espécies de *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Humicola*, *Monilia*, *Neocosmospora*, *Paecilomyces*, *Podospora*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis* e *Trichoderma*.

Conclusões Gerais

CONCLUSÕES GERAIS

As rizosferas de goiabeiras sadias e infestadas por fitonematóides e de vegetais de caatinga nativa do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina, Pernambuco estão representadas por 48 espécies de fungos conidiais e duas espécies de Ascomycota;

Aspergillus e *Penicillium* foram os mais representativos, em número de espécies, nas rizosferas das goiabeiras e dos vegetais da caatinga;

Fatores bióticos e abióticos podem ter interferido na diversidade dos fungos filamentosos das três áreas estudadas;

Paecilomyces lilacinus, isolada nas três áreas estudadas nesta pesquisa, constitui uma referência para utilização no controle biológico de nematóides do gênero *Meloidogyne* em goiabeiras.

Anexos

APPLIED SOIL ECOLOGY

A companion journal of Agriculture, Ecosystems & Environment

Guide for Authors

Applied Soil Ecology addresses the role of soil organisms and their interactions in relation to: agricultural productivity, nutrient cycling and other soil processes, the maintenance of soil structure and fertility, the impact of human activities and xenobiotics on soil ecosystems and bio(techno)logical control of soil-inhabiting pests, diseases and weeds. Such issues are the basis of sustainable agricultural and forestry systems and the long-term conservation of soils in both the temperate and tropical regions.

The disciplines covered include the following, and preference will be given to articles which are interdisciplinary and integrate two or more of these disciplines.

- soil microbiology and microbial ecology
- soil invertebrate zoology and ecology
- root and rhizosphere ecology
- soil science
- soil biotechnology
- ecotoxicology
- nematology
- entomology
- plant pathology
- agronomy and sustainable agriculture
- nutrient cycling
- ecosystem modelling and food webs

The journal publishes original papers, short communications, viewpoints, letters to the editor, editorials, book reviews and announcements. Review articles on critical and emerging topics are especially welcomed.

Submission of manuscripts

PLEASE NOTE: As of January 2006 submission to this journal proceeds totally on-line. Use the following guidelines to prepare your article. Via the [Author Gateway](#) page of this journal, you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. Once the uploading is done, our system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. It is crucial that all graphical elements be uploaded in separate files, so that the PDF is suitable for reviewing. Authors can upload their article as a LaTeX, Microsoft (MS) Word, WordPerfect, PostScript or Adobe Acrobat PDF document. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by e-mail.

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://authors.elsevier.com>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: contact ELSEVIER, Rights Department, P.O. Box 800, Oxford, OX5 1DX, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: permissions@elsevier.com

Types of contribution

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Review articles
3. Short Communications
4. Viewpoints
5. Letters to the Editor
6. Editorials
7. Book Reviews
8. Announcements

Original research papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review articles should cover a subject of active current interest. They may be submitted or invited.

A *Short Communication* is a concise, but complete, description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, etc.).

The section *Viewpoints* offers comment or useful critique on material published in the journal or on soil ecological issues. Contributions to this section should not occupy more than 2 printed pages (about 4 manuscript pages).

Books for review may be sent to Professor J.P. Curry

Authors wishing to submit a *Letter to the Editor* or an *Editorial* should contact one of the Editors-in-Chief to discuss this.

Enquiries

Authors can also keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature of Elsevier's [Author Gateway](http://authors.elsevier.com) <http://authors.elsevier.com>. For privacy, information on each article is password-protected. The author should key in the "Our Reference" code (which is in the letter of acknowledgement sent by the publisher on receipt of the accepted article) and the name of the corresponding author. In case of problems or questions, authors may contact the Author Service Department, E-mail: authorsupport@elsevier.com.

Electronic Format Requirements for Accepted

Articles Electronic manuscripts have the advantage that there is no need for rekeying of text, thereby avoiding the possibility of introducing errors and resulting in reliable and fast delivery of proofs.

For the initial submission of manuscripts for consideration, hardcopies are sufficient. Elsevier is now publishing all manuscripts using electronic production methods, and therefore *needs to receive the electronic files of the accepted version of your article*.

General points

We accept most wordprocessing formats, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. An electronic version of the text should be submitted together with the final hardcopy of the manuscript. The electronic version must match the hardcopy exactly. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Label storage media with your name, journal title, and software used. Save your files using the default extension of the program used. No changes to the accepted version are permissible without the explicit approval of the Editor. Electronic files can be stored on diskette, ZIP-disk or CD (either MS-DOS or Macintosh).

Wordprocessor documents

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed 'graphically designed' equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Author Gateway's Quickguide: <http://authors.elsevier.com>). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Preparation of electronic illustrations. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spellchecker' function of your wordprocessor.

Although Elsevier can process most wordprocessor file formats, should your electronic file prove to be unusable, the article will be typeset from the hardcopy printout.

Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be written in English. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission.

English language help service:

Upon request, Elsevier will direct authors to an agent who can check and improve the English of their paper (*before submission*). Please contact authorsupport@elsevier.com for further information.

2. Submit the original and two copies of your manuscript. Enclose the original illustrations and two sets of photocopies (three prints of any photographs). The manuscript must be accompanied by a covering letter detailing what you are submitting (type of contribution, title, authors' names and affiliation, etc.). Please also indicate the author to whom we should address our correspondence in the case of multiple authors and include a contact address, telephone/fax numbers and e-mail address. Authors are requested to submit, with their manuscripts, the names and addresses of two potential referees.

3. Manuscripts should be typewritten, typed on one side of the paper (with numbered lines), with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Underline words that should be in italics, and do not underline any other words. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

4. Manuscripts in general should be organized in the following order:

Title (should be clear, descriptive and not too long)

Name(s) of author(s)

Complete postal address(es) of affiliations

Full telephone, E-mail and Fax No. of the corresponding author

Present address(es) of author(s) if applicable

Complete correspondence address to which the proofs should be sent

Abstract

Keywords (indexing terms), normally 3-6 items

Introduction

Material studied, area descriptions, methods, techniques

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.

References

Tables

Figure captions

5. In typing the manuscript, titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation. Use lower-case letter type.

6. SI units should be used.

7. If a special instruction to the copy editor or typesetter is written on the copy it should be encircled. The typesetter will then know that the enclosed matter is not to be set in type. When a typewritten character may have more than one meaning (e.g. the lower case letter l may be confused with the numeral 1), a note should be inserted in a circle in the margin to make the meaning clear to the typesetter. If Greek letters or uncommon symbols are used in the manuscript, they should be written

very clearly, and if necessary a note such as "Greek lower-case chi" should be put in the margin and encircled.

8. Elsevier reserves the privilege of returning to the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

Abstracts

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words.

Tables

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.
2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.
3. Drawn tables, from which prints need to be made, should not be folded.
4. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text should include references to all tables.
5. Each table should be typewritten on a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.
6. Each table should have a brief and self-explanatory title.
7. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.
8. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.
9. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

Illustrations

1. All illustrations (line drawings and photographs) should be submitted separately, unmounted and not folded.
2. Illustrations should be numbered according to their sequence in the text. References should be made in the text to each illustration.
3. Each illustration should be identified on the reverse side (or - in the case of line drawings - on the lower front side) by its number and the name of the author. An indication of the top of the illustrations is required in photographs of profiles, thin sections, and other cases where doubt can arise.
4. Illustrations should be designed with the format of the page of the journal in mind. Illustrations should be of such a size as to allow a reduction of 50%.
5. Lettering should be in Indian ink or by printed labels. Make sure that the size of the lettering is big enough to allow a reduction of 50% without becoming illegible. The lettering should be in English. Use the same kind of lettering throughout and follow the style of the journal.
6. If a scale should be given, use bar scales on all illustrations instead of numerical scales that must be changed with reduction.
7. Each illustration should have a caption. The captions to all illustrations should be typed on a separate sheet of the manuscript.
8. Explanations should be given in the typewritten legend. Drawn text in the illustrations should be kept to a minimum.
9. Photographs are only acceptable if they have good contrast and intensity. Sharp and glossy copies are required. Reproductions of photographs already printed cannot be accepted.

Preparation of electronic illustrations

Submitting your artwork in an electronic format helps us to produce your work to the best possible standards, ensuring accuracy, clarity and a high level of detail.

- Always supply high-quality printouts of your artwork, in case conversion of the electronic artwork is problematic.
- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and the software used.
- Provide all illustrations as separate files and as hardcopy printouts on separate sheets.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.

Files can be stored on diskette, ZIP-disk or CD (either MS-DOS or Macintosh).

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://authors.elsevier.com/artwork>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Colour Reproduction

Submit colour illustrations as original photographs, high-quality computer prints or transparencies, close to the size expected in publication, or as 35 mm slides. Polaroid colour prints are not suitable.

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://authors.elsevier.com/artwork>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.
2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".
3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.
4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1974a, 1974b, etc.
5. Use the following system for arranging your references:
 - a. *For periodicals*
Tietema, A., Riemer, L., Verstraten, J.M., van der Maas, M.P., van Wijk, A.J., van Voorthuyzen, I., 1992. Nitrogen cycling in acid forest soils subject to increased atmospheric nitrogen input. *For. Ecol. Manage.* 57, 29-44.
 - b. *For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical*
Rice, K., 1992. Theory and conceptual issues. In: Gall, G.A.E., Staton, M. (Eds.), *Integrating Conservation Biology and Agricultural Production. Agriculture, Ecosystems and Environment* 42, 9-26.
 - c. *For books*
Gaugh, Jr., H.G., 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials*. Elsevier, Amsterdam, 278 pp.
 - d. *For multi-author books*
Baker, Jr., 1993. Insects. In: de Hertogh, A., Le Nard, M. (Eds.), *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier, Amsterdam, pp. 101-153.
6. Abbreviate the titles of periodicals mentioned in the list of references; according to the *International List of Periodical Title Word Abbreviations*.
7. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.
8. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".
9. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in

the reference list but may be mentioned in the text.

Formulae

1. Formulae should be typewritten, if possible. Leave ample space around the formulae.
2. Subscripts and superscripts should be clear.
3. Greek letters and other non-Latin or handwritten symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.
4. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.
5. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.
6. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.
7. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.
8. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ and *** $P < 0.001$.
9. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca^{2+} and not as Ca^{++} .
10. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., ^{18}O .
11. The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g., phosphate as P_2O_5).

Footnotes

1. Footnotes should only be used if absolutely essential. In most cases it should be possible to incorporate the information in normal text.
2. If used, they should be numbered in the text, indicated by superscript numbers, and kept as short as possible.

Nomenclature

1. Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
2. All botica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.
3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
4. For chemical nomenclature, the conventions of the *International Union of Pure and Applied Chemistry* and the official recommendations of the *IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature* should be followed.

Supplementary data

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In

order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our Author Gateway at <http://authors.elsevier.com>.

Proofs

When your manuscript is received at the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'.

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility.

A form with queries from the copy editor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required.

The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within two working days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

Offprints

1. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free offprints of any paper supplied. 100 free offprints will be given to authors of a Review article. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

Applied Soil Ecology carries no page charges

2 November 2004

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)