Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Reação de hospedeiro de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e
*Meloidogyne incognita***

Victor Hugo Moura de Souza

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração
Fitopatologia

Piracicaba

2015

Victor Hugo Moura de Souza

Biólogo

Reação de hospedeiro de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita*

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **MÁRIO MASSAYUKI INOMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração
Fitopatologia

Piracicaba

2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Souza, Victor Hugo Moura de
Reação de hospedeiro de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e
Meloidogyne incognita / Victor Hugo Moura de Souza. - - versão revisada de acordo
com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.
57 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Pratylenchus brachyurus* 2. *Meloidogyne incognita* 3. *Eucalyptus* 4. Resistência a
fitonematoides I. Título

CDD 634.9734
S729r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“Na vida, não vale tanto que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós”.

Chico Xavier

Aos meus pais, Aldemir Alves de Souza e Tereza Lúcia C. de Moura Souza pelo firme arcabouço moral e discernimento do certo e errado, além dos valorosos ensinamentos e carinho em incontáveis momentos de minha vida;

À minha querida noiva Allyne Cristina A. de Azevedo pelo amor, companheirismo e por nunca vacilar perante nossa caminhada juntos;

Ao meu irmão Antonio Iury M. de Souza, pelo apoio e momentos de descontração;

Aos meus avós Francisca C. de Moura e Araken do Lago Moura [*in memoriam*];

A minha Bisavó Severina Anunciada de Jesus;

Com todo o carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus e aos Espíritos de Luz que me guiaram em minha trajetória;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), onde cursei o mestrado, por ser elemento crucial no fornecimento de conhecimento e experiências de grande importância para minha formação profissional e pessoal;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Mário M. Inomoto, pelos valorosos ensinamentos, por toda a paciência e amizade;

Aos componentes do laboratório de nematologia Caio Sousa, Élvio L. Uzuele, Isabella Vergili, Joaquim, Laize Rossini, Mauro Bonfim, Pedro Confort, Sônia Antedomenico e Thainá Santos que foram minha segunda família durante esse período, instigando a continuar, auxiliando e ensinando. Tudo o que posso dizer é muito obrigado;

Aos estagiários Gian C. Barros, Mariana Maikut, Nathalia Andrade e Nayara Ribeiro pelo auxílio prestado e inestimável amizade;

Ao professor Luiz C. C. B. Ferraz, por toda a ajuda, material cedido e valorosos conselhos;

Aos meus valorosos amigos Aline Zavaglia, Flávia Rogério, Jerônimo Araújo Filho, Juliana Ramiro, Lillian Bibiano, Mariana Cicarelli, Marina Mengardo, Thaís Bouffleur, Rafael Cardoso, Raphael Severo, Sebastian Serrano, Verônica Hoyos pelos momentos de descontração, suporte e amizade;

À Sebastião A. de Azevedo, Solange A. de Azevedo, André A. de Azevedo e Gerlane A. de Lima, por me acolher verdadeiramente como parte da família, pelo apoio e carinho;

À Profa. Dra. Juliana Espada Lichston (UFRN), pelo empenho e motivação fornecidos. Com toda certeza esta obra não estaria sendo realizada sem seu apoio;

Aos integrantes do Laboratório de Investigação de Matrizes Vegetais Energéticas (LIMVE), por toda amizade e incentivo, além de todos os concelhos e aprendizados;

Aos meus amigos potiguares Adlany Dias, Allyne Eufrásio, Danilo Flademir, Diego Gomes, Émile Rocha, Felype Franco, Gabriela Ourique, Gabrielle Pereira, Ivanice Bezerra, João Paulo de F. Nunes, Juliana Nascimento, Khadija Jobim, Mariana Pires, Marília Medeiros, Ricardo Almeida, e todos os outros, por tantos motivos que simplesmente não há maneira de expressar minha gratidão em algumas linhas. Apenas digo muito obrigado;

À todos os meus amigos do Depart. de Fitopatologia e Nematologia pelas experiências, ajudas, ensinamentos, etc. Agradeço a todos por tudo.

Aos meus primos Antonio Telmo e Alinielly Lima pelo apoio;

Aos meus tios Márcia Andréia e Jonnathas Araujo por todo incondicional apoio e carinho;

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitopatologia e Nematologia pelo auxílio e ensinamentos;

Em resumo, agradeço a todos que claramente contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta obra.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	17
2 DESENVOLVIMENTO	21
2.1 Revisão bibliográfica.....	21
2.1.1 O eucalipto: informações gerais, modo de plantio e doenças.	21
2.1.2 Nematoides em essências florestais e seus efeitos	24
2.1.2 Nematoides associados ao eucalipto	27
2.2 Material e métodos	30
2.2.1 Local de realização dos experimentos.....	30
2.2.2 Obtenção do material vegetal	31
2.2.3 Manutenção e obtenção de inóculo de <i>P. brachyurus</i> e <i>M. incognita</i>	31
2.2.4 Extração dos nematoides e análise dos dados	32
2.3 Delineamento dos experimentos.	33
2.3.1 Experimento 1: Hospedabilidade de 3 espécies de eucalipto a <i>P. brachyurus</i>	33
2.3.2 Experimento 2: Hospedabilidade de <i>E. saligna</i> a <i>P. brachyurus</i>	34
2.3.3 Experimento 3: Hospedabilidade de 5 espécies de eucalipto a <i>P. brachyurus</i>	34
2.3.4 Experimento 4: Hospedabilidade de 4 espécies de eucalipto a <i>P. brachyurus</i>	35
2.3.5 Experimento 5: Influência do plantio de algodão, soja e milho nas populações finais de <i>P. brachyurus</i>	35
2.3.6 Experimento 6: Reação de 3 espécies de eucalipto a <i>M. incognita</i> raça 3.	36
2.3.7 Terminologia	36
2.4 Resultados e discussão	37
2.4.1 Experimentos com <i>Pratylenchus brachyurus</i>	37
2.4.2 Experimento 5 – influência do plantio de soja, milho e algodão nas populações de <i>P. brachyurus</i> no eucalipto.	43
2.4.3 Reação de 3 espécies de eucalipto a <i>Meloidogyne incognita</i> raça 3	45
2.5 Conclusões	47
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS.....	55

RESUMO

Reação de hospedeiro de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita*

O gênero *Eucalyptus* possui diversas espécies que apresentam grande valor comercial, sendo utilizado principalmente para produção de energia (carvão e lenha) e celulose-papel. Na literatura, entretanto, existem poucas informações acerca de nematoses nessa cultura. Além dessa carência e de sua importância econômica, o eucalipto é comumente cultivado em locais de alta incidência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita*, além de ser consorciado com diversas outras culturas intolerantes, como por exemplo a soja. Dessa forma há uma necessidade de conhecer a reação das espécies de eucalipto a estes nematoides. Dito isso, o presente trabalho teve por objetivo testar a reação de algumas espécies de eucalipto a *P. brachyurus* e *M. incognita*. Foram realizados 6 experimentos, 5 envolvendo o nematoide das lesões e 1 com o nematoide de galhas. Os tratamentos foram inoculados com uma população inicial de nematoides e, após 90 dias, estimava-se o fator de reprodução (FR) e nematoides por grama de raiz (Nem/g). Adotou-se o critério baseado em Oostenbrink (1966), onde a espécie foi considerada suscetível quando apresenta $FR \geq 1$ e resistente quando $FR < 1$. Dos eucaliptos testados, 6 apresentaram reação suscetível e 4 reação resistente para *P. brachyurus*. As espécies com maiores FR estão entre as mais utilizadas no Brasil, exceto *E. saligna*. Ressalta-se que estas não necessariamente são resistentes, necessitando apenas de um período maior para o estabelecimento do patógeno. Observou-se indícios de que *E. saligna* e *E. camaldulensis* sejam intolerantes a *P. brachyurus*. Para *M. incognita* raça 3 todas as espécies testadas foram resistentes. Aconselha-se a realização de experimentos com períodos superiores a 100 dias para uma correta classificação da reação de hospedeiro. O eucalipto é uma opção para aproveitamento de áreas infestadas com *M. incognita* raça 3, porém seu uso mostra-se um risco em áreas infestadas com *P. brachyurus*.

Palavras-chaves: *Pratylenchus brachyurus*; *Meloidogyne incognita*; *Eucalyptus*; Resistência a fitonematoides

ABSTRACT

Host-status of eucalyptus species to *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne incognita*

The *Eucalyptus* has several species with high commercial value and is used mainly for energy purpose (Charcoal and firewood) and paper. In the literature, however, there is little information about plant parasitic nematodes in this woody specie. In addition to this lack and its economic importance, eucalypts is also commonly cultivated in areas with high incidence of *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne incognita*, and consorted with several intolerant crops, such as soybean. Thus, there is a need to know the host status of the eucalypts species to these nematodes. With that, this work aimed to test the reaction of some *Eucalyptus* species to *P.brachyurus* and *M. incognita*. For this purpose six experiments were performed, five to test the lesion nematode and one to test the root-knot nematode. The treatments were inoculated and, after 90 days, it was estimated the reproduction factor (FR) and nematodes per gram of root (Nem/g). The present work adopted the criteria based on Oostenbrink (1966), where the species was considered susceptible when presenting $FR \geq 1$ and resistant when $FR < 1$. Of species tested, six were susceptible hosts and four resistant host to *P. brachyurus*. The species with highest FR are among the most used eucalypts in Brazil, except *E. saligna*. It is emphasized that those species with $FR < 1$ are not necessarily resistant, requiring only a longer period for the pathogen establishment. There was some evidence that *E. saligna* and *E. camaldulensis* are intolerant hosts to *P. brachyurus*. To *M. incognita* Race 3 all tested species were resistant. It is advisable to perform experiments for periods longer than 100 days to a correct classification of host status. *Eucalyptus* is an option for utilization of areas infested with *M. incognita* race 3, but its use appears to be a risk in *Pratylenchus brachyurus* infested areas.

Keywords: *Pratylenchus brachyurus*; *Meloidogyne incognita*; *Eucalyptus*; Resistance to parasitic nematode

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Listagem da utilização de algumas espécies de eucalipto (Retirado de Wilcken, 2008).

Tabela 2 – Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 3 espécies de eucalipto, obtidas para o experimento 1, 90 dias após a inoculação.

Tabela 3 – – Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em *Eucalyptus saligna*, obtidas para o experimento 2, 90 dias após a inoculação.

Tabela 4 – Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 5 espécies de eucalipto, obtidas para o experimento 3, 90 dias após a inoculação.

Tabela 5 – Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 4 espécies de eucalipto, obtidas para o experimento 4, 90 dias após a inoculação.

Tabela 6 – Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) obtidos para os tratamentos “eucalipto”, “algodão + eucalipto”, “milho + eucalipto” e “soja + eucalipto”, obtidas no experimento 5, após 190 dias de inoculação.

Tabela 7 – Fator de reprodução (FR), nematoides por grama de raiz (Nem/g), população final (Pf) e reação de 3 espécies de eucalipto a *M. incognita* raça 3.

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família Mirtaceae, contém cerca de 600 espécies, tendo como centro de origem a Austrália. Diversas espécies apresentam grande valor comercial, sendo utilizadas principalmente para produção de energia (carvão e lenha) e celulose-papel. Destacam-se também devido à crescente importância para a produção de laminados, compensados e serrados (PRYOR, 1976; EMBRAPA, 2011). O eucalipto ainda pode ser utilizado como planta ornamental, em arranjos florais e na produção de óleo essencial. Suas flores têm uso na produção de mel (HIGA *et al.*, 2000). Além da grande diversidade de uso desse vegetal, a preferência das espécies de eucalipto como essências florestais dá-se também pelo seu rápido crescimento, boa produtividade, ampla diversidade de espécies e por sua grande capacidade adaptativa (MORA e GARCIA, 2000).

No Brasil, os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul destacam-se por possuírem as maiores áreas dedicadas ao plantio de eucalipto, totalizando 87%. Desses, a maior concentração de áreas dedicadas a agroflorestas está em MG e SP, sendo justificado pelo fato das principais unidades industriais dos segmentos de papel-celulose, painéis de madeira industrializada, siderurgia, carvão vegetal e madeira mecanicamente processada estarem concentradas nesses estados (ABRAF, 2012). Os produtos de origem florestal estão entre os 10 principais produtos comercializados internacionalmente, totalizando cerca de 300 bilhões de dólares, ou seja, 3% do comércio global. Nesse panorama mundial, o setor florestal possui participação significativa no produto interno bruto nacional, totalizando 3,4% do PIB, ou seja, 44,6 bilhões de dólares (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2008).

A grande variedade de condições edafoclimáticas do Brasil implica a necessidade de seleção de espécies que melhor se adequem às características particulares de cada região. Para melhor escolha deve-se levar em consideração a finalidade do plantio, o clima e o solo do local do plantio, os conhecimentos silviculturais sobre a espécie, em questão, produtividade e rentabilidade da plantação com a espécie selecionada e, por último, a disponibilidade de sementes melhoradas (HIGA, 2000). Ainda segundo o mesmo autor, as espécies mais plantadas no Brasil são o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com 55% do total, seguido por *E. saligna* Smith (17%) e *E. urophylla* S.T. Blake (9%). *E. citriodora* Hook (Sin. *Corymbia citriodora* Hill & Johnson) é a principal espécie explorada pelos seus óleos essenciais, apresentando o componente bioativo citronelal (VITTI e BRITO, 2003).

Uma das utilizações mais recentes para eucalipto no Brasil tem sido sua implantação em sistemas agroflorestais (SAF), que é o termo genérico utilizado para descrever o sistema de uso de áreas em que ocorre associação espacial e/ou temporal de árvores com plantios agrícolas e/ou animais (ALTIERI, 1998). Por reunir vantagens econômicas e possuir uma vertente ambiental, o setor agroflorestal sofreu grande expansão e vem se destacando cada vez mais para a sociedade brasileira em termos econômicos, sociais e ambientais (JOSE, 2009). Em 2011, a área destinada a plantios florestais no Brasil totalizou 6.515.844 ha, sendo 74,8% dedicadas ao plantio de eucalipto (ARMANDO, 2002; ABRAF, 2012).

O planejamento da SAF deve ser cuidadosamente analisado para não haver demora no retorno financeiro, investido durante o ciclo da produção da matéria-prima (PALUDZYSZYN FILHO, 2006). Devido a isso, o sistema agroflorestal é planejado para permitir colheitas desde o primeiro ano de implantação, para que o produtor, durante o período de crescimento das espécies florestais, obtenha rendimento a partir de culturas de interesse, como soja, milho, girassol e sorgo, e por meio de da produção dos produtos da atividade pecuária (ARMANDO, 2002; ALTIERI, 1998). As árvores do sistema lavoura – pecuária – floresta, nesse caso o eucalipto, exercem papel fundamental na mobilização de nutrientes estocados em camadas mais profundas do solo e reintegração nas camadas mais superficiais (BURESH e TIAN, 1998).

Uma das principais considerações atribuídas ao sistema da SAF é a possibilidade de redução do uso de produtos agroquímicos para controle de doenças e pragas. Maior diversidade vegetal representa uma maior diversidade genética, que por sua vez alivia a pressão de patógenos e insetos predadores, devido à possibilidade de resistência diferencial a estes agentes, reduzindo a possibilidade de epidemias (SMITH *et al.*, 1996; SCHROTH *et al.*, 2000). Em contrapartida, ainda segundo o último autor, já é descrito o fato de que algumas espécies arbóreas alteram a incidência de patógenos e pragas em certas plantas, o que impõe algumas restrições sobre sua associação com espécies sensíveis a esses agentes. Tal efeito pode ser exemplificado por estudos de Johnson *et al.* (*apud* JOSE, 2009) com sistemas de café, em que a grande riqueza de espécies vegetais atrai aves predadoras de insetos, o que consequentemente diminui os danos causados por eles, mas em contrapartida, aumentava a incidência de doenças fúngicas foliares.

Diversas espécies arbóreas comumente utilizadas em sistema agroflorestal são suscetíveis à nematoides fitoparasitas, principalmente dos gêneros *Meloidogyne* e

Pratylenchus (JOSE, 2009). No Brasil, *P. brachyurus* já foi relatado causando danos em diversas espécies vegetais importantes, como soja, algodão, milho, feijão, pastagens, sorgo, amendoim, batata, fumo, seringueira, guandu, arroz, abacaxi, algumas hortaliças, cana-de-açúcar e café (FERRAZ, 1999). A maioria dessas espécies é utilizada em sistema agroflorestal, ou seja, consorciada com eucalipto, que já foi relatado como hospedeira de *P. brachyurus* (LORDELLO, 1987; FERRAZ, 1980; CRUZ, 2003; INOMOTO, 2013). Outro fator a ser levado em consideração é a frequente a implantação de sistemas silviagroflorestais em regiões com alta incidência de nematoide das lesões radiculares, como o cerrado brasileiro (INOMOTO, 2013). O autor ainda levanta alguns questionamentos a serem levados em consideração, tais como qual o efeito do nematoide no crescimento do eucalipto; qual o efeito de florestas de eucalipto implantadas no cerrado sobre as culturas anuais; qual a reação das diversas espécies de eucalipto frente ao patógeno. Apesar de haver uma clara relação entre o nematoide das lesões radiculares e esta essência florestal, pouco se sabe acerca da capacidade de reprodução de fitonematoides no eucalipto e a sua capacidade de incitar doença.

Uma das poucas referências sobre o assunto é justamente o primeiro relato da associação entre esses organismos, onde Lordello (1967) observou sintomas severos em *E. alba* Reinw e *E. saligna*, provocado por *P. brachyurus*, em Santa Maria da Serra (SP). Segundo o mesmo autor, os sistemas radiculares infectados mostravam-se reduzidos, com áreas necróticas e grande descolamento cortical. O autor ainda adiciona a possibilidade de que *E. citriodora* fosse resistente ao patógeno, pois as plantas cultivadas em locais de grande infestação mostravam-se vigorosas e sem as lesões típicas incitadas por *P. brachyurus*.

Devido aos poucos dados acerca da interação desse nematoide com as diversas espécies de eucalipto, há uma negligência generalizada. Walker (1984) cita uma célebre frase para ilustrar a situação da época, no tocante a essências florestais e as espécies de *Pratylenchus* filipjev. Nas palavras de Steiner em 1945, embora possam ainda ser aplicadas nos dias atuais, “enquanto o nematoide das galhas tem recebido considerável atenção como um fator patogênico, o *meadow nematode* – *Pratylenchus* Filipjev – tem sido completamente ignorado”. É preciso investigações acerca da suscetibilidade das espécies de eucalipto em relação a *P. brachyurus*, além da necessidade de se conhecer a patogenicidade deste organismo e suas interações com outros patógenos. O presente trabalho tem por objetivo testar a reação de algumas espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne*

incognita, fornecendo assim informações, acerca da suscetibilidade/resistência de espécies de *Eucalyptus* em relação a esses dois nematoides.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 O eucalipto: informações gerais, modo de plantio e doenças.

Originado da Austrália, o gênero *Eucalyptus* possui cerca de 700 espécies, adaptadas a diversas condições edafoclimáticas. Destas, apenas duas espécies não são originárias da Austrália: *E. deglupta* Blume e *E. urophylla*. A maior parte das espécies conhecidas apresenta hábito arbóreo, apresentando alturas que variam de 30 a 50 metros, são de florestas abertas, mas existem espécies com porte menor, atingindo alturas entre 10 e 25 metros (ANGELI *et al.*, 2005; MORA, 2000). Os eucaliptos podem ser utilizados como plantas ornamentais; as folhas podem ser usadas em arranjos florais e para extração de óleo essencial. As flores podem ser utilizadas para produção de mel. A maior utilização é o aproveitamento da madeira como lenha, postes, mourões de cerca, construções rurais, produção de madeira serrada, fabricação de painéis e fabricação de papel e celulose (HIGA, 2000). Aliás, os eucaliptos australianos estão entre as plantas mais utilizadas e mais bem sucedidas em plantios florestais (FAO, 2001). O gênero *Eucalyptus* compreendem algumas das espécies arbóreas de mais rápido crescimento. Em campos férteis do rio Gogol, Papua-Nova Guiné, chega a 38 metros de altura e 39 cm de diâmetro da altura do peito em apenas três anos de idade (ELDRIDGE *et al.* 1993). A grande diversidade de produtos que podem ser obtidos, aliados ao rápido crescimento faz com que esse gênero botânico seja largamente cultivado em todo mundo.

No Brasil, acredita-se que em 1868 no Rio Grande do Sul foram plantadas as primeiras mudas de eucalipto. No mesmo ano, também foram plantadas outras plantas na Quinta da Boa Vista (Rio de Janeiro). Navarro de Andrade desenvolveu trabalhos com eucalipto no período de 1904 a 1909, no Horto de Jundiaí (SP), comparando essa espécie a várias outras nativas. No ensaio, o eucalipto se sobressaiu em relação às demais. Assim, em 1909, a Cia. Paulista de Estradas de Ferro iniciou o plantio de eucalipto em escala comercial (MORA, 2000). Atualmente no Brasil existem 6.516.000 de hectares ocupados com florestas plantadas, sendo 74,8% com eucalipto (ABRAF, 2012). Dados de 2006 (ABRAF) revelam que as parcelas ocupadas por florestas de eucalipto eram de 69%, o que significa um incremento de aproximadamente 6% em áreas silviculturais. Esse incremento reflete a importância da cultura para o desenvolvimento do país. O valor bruto da produção do setor agroflorestal é estimado

em cerca de R\$ 53.91 bilhões, valor 4% superior que 2010, sendo que os maiores estados reflorestados são Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Paraná (ABRAF, 2012).

Os reflorestamentos tradicionais de eucalipto são geralmente grandes adensamentos florestais maciços, plantados em espaçamentos regulares e com apenas uma espécie (RIBASKI, 2003). Porém, o plantio de eucaliptos pode ser realizado em conjunto com outras culturas, tais como feijão, milho e soja, principalmente nos primeiros meses de implantação. Além dessas culturas anuais, pode-se utilizar plantas frutíferas, madeireiras, graníferas, ornamentais, medicinais e forrageiras, cada qual implantada no período mais adequado ao seu desenvolvimento.

A agrofloresta deve ser organizada de modo que permita a colheita desde o primeiro ano de implantação (culturas anuais, hortaliças e frutíferas de ciclo curto), enquanto o produtor aguarda a maturação das plantas de ciclo mais longo (HIGA *et al.*, 2000; ARMANDO, 2002). Tal estratégia estabiliza a produtividade em longo prazo, promove a diversidade de regime alimentar e maximiza retornos com baixos níveis tecnológicos e recursos limitados (RICHARDS, 1985 apud ALTIERI, 2004). As espécies a serem implantadas no sistema agroflorestal (SAF) devem ser criteriosamente selecionadas pelo agricultor, já que a diversidade de culturas é fundamental para manter a estabilidade biológica e econômica do sistema (MILLER, 2009 *apud* TITO, 2011). Além disso, considerando-se a grande variedade de condições edafoclimáticas do Brasil, há necessidade de seleção de espécies de eucalipto que melhor se adequem as características particulares de cada região. Para melhor escolha, deve-se levar em consideração a finalidade do plantio, o clima e o solo do local do plantio, os conhecimentos silviculturais sobre a espécie, em questão, produtividade e rentabilidade da plantação com a espécie selecionada e, por último, se há sementes melhoradas disponíveis (HIGA *et al.*, 2000).

Silva *et al.* (2007, *apud* WILCKEN *et al.*, 2008) cita estes e alguns outros pontos pertinentes na seleção da espécie de eucalipto a ser utilizada, tais como o tempo de rotação de cultura, o custo da implantação, a qualidade do produto para mercado, a versatilidade na produção e a resistência da planta em questão contra pragas e doenças. Os clones foram desenvolvidos pelas empresas florestais para atender à demanda, principalmente para o mercado de celulose e papel, chapas de fibras e de carvão vegetal, adequando se, obviamente, as respectivas regiões produtoras. Por exemplo, os clones do híbrido chamado “urograndis” produzem madeira de baixa densidade, sendo adequada para a produção de postes e mourões.

Em alguns casos há uma necessidade da utilização das mudas seminais, ou seja, produzidas por sementes. No Brasil existem diversos fornecedores de sementes melhoradas e de mudas seminais de qualidade, que geralmente apresentam-se mais baratas.

Apesar de haver cerca de 700 espécies pertencentes ao gênero, no Brasil, segundo o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF) apenas algumas são utilizadas para plantio comercial, sendo as principais *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Smith, *E. globulus* Labill, *E. viminalis* Labill, *E. deglupta*, *E. citriodora*, *E. exserta* F. Mueller, *E. paniculata* Smith e *E. robusta* Smith (ANGELI *et al.*, 2005). O autor ainda cita *E. cloeziana* e *E. dunnii* como espécies promissoras para as regiões central e sul do país, respectivamente. A tabela abaixo (Tabela 1) mostra as espécies mais indicadas conforme o produto a ser obtido.

Tabela 1 - Listagem da utilização de algumas espécies de eucalipto (Retirado e adaptado de Wilcken, 2008)

Utilização	Espécies mais recomendadas
Papel e celulose	<i>E. grandis</i> , <i>E. globulus</i> , <i>E. urophylla</i> e híbridos “urograndis” (<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>).
Chapas de fibra	<i>E. grandis</i> , <i>E. urophylla</i> , híbridos “urograndis”
Móveis	<i>E. saligna</i> , <i>E. urophylla</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. dunnii</i> , híbridos “urograndis”, <i>E. pilularis</i> .
Postes, dormentes e mourões	<i>E. citriodora</i> , <i>E. cloeziana</i> , <i>E. urophylla</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. paniculata</i> .
Energia (carvão lenha)	<i>E. cloeziana</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. urophylla</i> , <i>E. grandis</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>E. tereticornis</i> .
Estruturas de construção civil	<i>E. citriodora</i> , <i>E. cloeziana</i> , <i>E. urophylla</i> , <i>E. paniculata</i> , <i>E. pilularis</i>
Óleos essenciais	<i>E. citriodora</i> , <i>E. staigeriana</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. globulus</i>

Ainda segundo Wilcken *et al.* (2008), outro aspecto relevante consiste na escolha das mudas. Atualmente há uma grande demanda por parte dos produtores rurais de mudas clonais. Essas mudas são caracterizadas por serem produzidas a partir da propagação vegetativa (estaquia) e têm como vantagem principal a uniformidade de desenvolvimento e da qualidade da madeira. Dentro do sistema de produção das mudas, a garantia da qualidade e do bom desenvolvimento dessas é conferida pela qualidade do patrimônio genético, pelos manejos hídricos e nutricionais, embalagens e substratos (SILVA, 2013). Em se tratando da variabilidade genética, a ampla utilização de mudas clonais por parte dos produtores pode acarretar uma maior problemática em relação a doenças e pragas, já que se um indivíduo for suscetível à determinado patógeno, praga, deficiência de micronutrientes e sensível a adversidades ambientais, todo o plantio será (WILCKEN, 2008).

No tocante a doenças de plantas, o eucalipto, em seu ambiente nativo, é hospedeiro de diversos patógenos, que geralmente atacam suas folhas, ramos e caule. A coleção gênica diversa desses organismos, individualmente, em conjunto com sua ocorrência em comunidades florestais heterogêneas fornece uma significativa proteção contra epidemias de doenças (OLD *et al.*, 2003). Porém, segundo o mesmo autor, é contrastante este tipo de estrutura florestal com a uniformidade genética das florestas com finalidade industrial, onde se tem uma ampla utilização de híbridos ou clones, já que geralmente essas plantas compartilham alguma semelhança genética. Esse tipo de plantio envolve diversas práticas culturais que visam uma maior eficiência produtiva, tais como grande densidade no plantio, monocultura baseada em uniformidade genética, uso de mecanização e outras, que trazem, na maioria dos casos, diversos problemas relacionados aos organismos fitopatogênicos (KIMATI *et al.*, 2011).

2.1.2 Nematoides em essências florestais e seus efeitos

Os nematoides parasitas de plantas já se estabeleceram como limitantes para diversas culturas. Em 2008, esses patógenos causaram perdas econômicas anuais girando em torno de 80 bilhões de dólares (AGRIOS, 2008). Esses prejuízos geralmente incluem as culturas de maior importância, como hortaliças, frutas e culturas não comestíveis. Apesar de haver essa estimativa, não há uma avaliação mais adequada dos prejuízos reais. Walker (1984) relatou os impactos de nematoides fitoparasitas em espécies arbóreas (ornamentais), que foram em torno de 100 milhões de dólares, porém o valor atribuído para as espécies de *Pratylenchus* não foi dimensionado. Nematoides parasitas de plantas são encontrados em praticamente todas as

regiões do mundo onde florestas crescem, apesar disso não há muitas informações acerca do efeito desses organismos no crescimento de mudas (RUEHLE, 1973a). Quando se trata de espécies florestais e suas mudas, não se tem uma dimensão exata de quanto de dinheiro é perdido devido à ação destes patógenos, em partes pela falta de comprovação da patogenicidade desses organismos em relação às essências florestais, em parte pela ausência de sintomas de declínio mais acentuado (WALKER, 1984; RUEHLE, 1973a). Além disso, a área de nematologia florestal é negligenciada e parece existir na comunidade científica um errôneo pensamento de que plantas arbóreas ou florestais não podem ser afetadas pelos nematoides.

Ruehle (1973a) em sua brilhante revisão intitulada “*nematodes on forestry species*” explica a necessidade do entendimento dos tipos de danos causados nas raízes das essências florestais. Consequentemente, um entendimento apropriado da relação patógeno/hospedeiro requer a análise da natureza da interferência do nematoide no crescimento e desenvolvimento das raízes. Os nematoides podem atacar as raízes diretamente e causar danos fisiológicos ou mecânicos. Alguns podem atuar como vetores de patógenos ou mesmo como agentes que atuam predispondo os tecidos favorecendo complexos de doença. Outra ação destes patógenos consiste na inibição ou redução da interação simbiótica entre fungos e as espécies florestais, inibindo assim a formação de micorrizas. Essas ações ocorrem de forma concomitante ou isoladamente.

De uma forma geral, apenas a injúria mecânica infligida pelos nematoides causa um dano leve no hospedeiro. Porém, as secreções produzidas por sua glândula esofágica, que é injetada nas plantas enquanto o nematoide se alimenta, são causadores de maiores prejuízos (AGRIOS, 2005). Essa secreção consiste em uma mistura de diversas enzimas e efetores, que conferem acesso às células vegetais e manipula o metabolismo celular a favor do nematoide, respectivamente. Essas são particularmente bem descritas para os nematoides endoparasitas sedentários, tais como *Meloidogyne* spp. e *Heterodera* spp., onde já se identificou a presença de celulasas, hemicelulasas e pectinases (GUEYSEN e MITCHUM, 2011). Ainda segundo esses autores, além dessas enzimas, existem diversos efetores que atuam ativando o ciclo celular e a fragmentação do citoesqueleto, que culminam nas células nutridoras.

Para melhor entendimento, Ruehle (1973a), no decorrer de seu texto, caracteriza os sintomas infligidos por nematoides em hiperplásticos, hipoplásticos e necróticos. Dessa

maneira, esse modelo será adotado para explicar os efeitos dos nematoides em essências florestais.

Sintomas necróticos.

Na fitopatologia, os sintomas necróticos são caracterizados pela degeneração do protoplasma, seguida de morte de células, tecidos e órgãos. Algumas vezes, esses sintomas podem ser precedidos de outros sintomas (pré-necrótico), tais como amarelecimento, anasarca e murcha (REZENDE *et al.*, 2011). Os danos causados por nematoides variam de necrose superficial, que se mostram como manchas castanhas superficiais, até um escurecimento generalizado na raiz parasitada (RUEHLE, 1973a). Os sintomas associados com nematoides podem ser muito variáveis, pois, em alguns casos, as mudas podem ser excessivamente afetadas, mostrando necrose, atrofiamento severo, clorose e até murcha. Tal quadro sintomático foi observado em mudas de *Pinus taeda* infestadas com *Longidorus americanus* (CRAM e FRAEDRICH, 2012).

Em outros casos, as nematoses constituem-se bem menos severas e apenas notadas devido ao crescimento mais lento das plantas ou devido a alguma alteração na coloração. Lesões necróticas distintas ocorrem devido à penetração dos nematoides nos tecidos radiculares e congregam em áreas limitadas (RUEHLE, 1973a). Esse tipo de sintoma é observado em essências florestais infestadas por *P. brachyurus*, como álamo amarelo (*Liriodendron tulipifera*) e eucalipto (RUEHLE, 1973; LORDELLO, 1967). Os nematoides das lesões radiculares atuam utilizando o estilete em conjunto com diversas enzimas, fragilizando a parede celular, que pode assumir tonalidade marrom devido ao acúmulo de fenóis, formação de HCN ou enzimas, a depender do hospedeiro (WALKER, 1984).

Apesar da ação destes patógenos e da presença de necroses, muitas vezes, umidade adequada e boa adubação podem diminuir os efeitos do nematoide e minimizar os sintomas nos órgãos subterrâneos (RUEHLE, 1973b). Em alguns casos, os sintomas incitados pelos nematoides parasitas de plantas podem ser confundidos com outros fatores, como deficiência nutricional, injúrias ocasionadas por insetos, efeitos sazonais, excesso ou falta de água, bem como outras doenças (RUEHLE, 1973b; SHURTLEFF e AVERRE, 2000; CASTILLO e VOVLAS, 2007). Geralmente esses fatores ocorrem em conjunto com os nematoides fitoparasitas, sendo difícil identificar a causa primária do sintoma observado (CRAM e FRAEDRICH, 2012).

Sintomas hiperplásticos.

Os sintomas plásticos são caracterizados por anomalias que levam a alterações morfofisiológicas na célula (REZENDE *et al.*, 2011). Os nematoides endoparasitas migratórios frequentemente estão relacionados aos sintomas do tipo necrótico. Por outro lado, endoparasitas sedentários estimulam a presença das galhas e distorções radiculares. Não apenas isso, mas esses patógenos induzem uma profunda modificação tecidual para sua alimentação, sendo essas as células nutridoras (CRAM e FRAEDRICH, 2012; GUEYSEN e MITCHUM, 2011). Segundo o último autor, essas células possuem ontogenias diferentes, ou seja, pode ser originado devido à amalgamação de centenas de células devido a uma degradação da parede celular, gerado um sincício, ou ainda ser originado por mitoses sucessivas de células do parênquima cortical sem, no entanto, a ocorrência de citocinese, gerando cenócito. Outros nematoides que afetam as espécies florestais, como *Xiphinema index*, possuem a capacidade de induzir galhas por meio da modificação das células vegetais, que, quando parasitadas por esse patógeno, apresentam-se volumosas, multinucleadas e progressivamente tornam-se necróticas (WYSS *et al.*, 1980).

Apesar da variedade de sintomas plásticos, as galhas causadas por nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* são os mais comumente observados e consistem em hiperplasia e hipertrofia tecidual, variando em formato e tamanho, a depender do hospedeiro, da espécie de nematoide, da densidade desses organismos e das condições do solo (RUEHLE, 1973a). Apesar de ser um sintoma típico causado por nematoides, outros organismos podem causar galhas, como *Agrobacterium tumefaciens* (AGRIOS, 2008).

2.1.2 Nematoides associados ao eucalipto

As espécies de *Eucalyptus* são afetadas por diversas doenças, majoritariamente causadas por fungos, desde a sua fase de viveiro até os plantios adultos (SANTOS, 2001). Dentre as principais, pode-se citar a ferrugem do eucalipto, causado por *Puccinia psidii*; damping-off, causado por fungos, como *Cylindrocladium candelabrum* Viégas (*C. scoparium* Morgan), *C. clavatum* Hodges & May, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp.; mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers), entre outras. No Brasil, a doença de maior relevância é causada por *Chrysosporthe cubensis* (sin. *Cryphonectria cubensis*), ocorrente desde o Estado de Santa Catarina até a Região Amazônica (KRUGNER e AUER, 1997; ALFENAS *et al.*, 2009).

No tocante a nematoides, ao consultar manuais e algumas coleções literárias que abordam pragas e doenças do eucalipto, como Auer e Santos (2001), Santos (2001), Old *et al.* (2003), Krugner e Auer (2005), Mutitu *et al.* (2008), Wilcken *et al.* (2008) e Alfenas *et al.* (2009), não se encontra nenhuma listagem ou menção de nematoides fitoparasitas relacionados aos eucaliptos, embora já se conheça os efeitos desses organismos em outras essências florestais (RUEHLE, 1972; RUEHLE 1973a; CRAM e FREADRICH, 2012). Apesar dessa escassez, em “*Diseases and pathogens of Eucalypts*” (KEANE *et al.*, 2000), os autores realizam um intenso apanhado literário, com casos e relatos da associação de nematoides fitoparasitas em eucalipto. Este inicia seu texto com uma frase que demonstra a atual situação dos estudos de nematoses em eucaliptos: “Existem apenas alguns poucos registros de doenças em eucalipto associadas com nematoides parasitas de plantas. Evidência de patogenicidade é ausente para a maioria das associações entre eucalipto e nematoides relatados”.

Reay e Wallace (1981) demonstraram que a abundância de organismos fitoparasitas em regiões mais úmidas da Austrália associados ao eucalipto, porém sem indícios de perdas. Solano (2013) menciona *Tylenchorhynchus* sp. e *Meloidogyne* sp. em espécies de eucaliptos da Costa Rica. Khair (1987) encontrou 22 espécies de nematoide associadas 45 espécies de eucalipto. Dessas, 18 espécies foram pertencentes aos gêneros *Hemicriconemoides*, *Hemicycliophora* e *Radopholus*. De forma similar, no Brasil, Mattos *et al.* (2008) observou a presença de *Helicotylenchus*, *Tylenchulus*, *Trophotylenchulus*, *Hemicriconemoides* e *Xiphinema*, sendo esse o gênero mais prevalente dentro desses fitoparasitas, em regiões de cerrado do Brasil central. Cruz *et al.* (2003) analisou a ocorrência de nematoides fitoparasitas em genótipos diferentes de eucalipto e *Pinus caribaea*. Segundo os autores, *Mesocriconema* sp., *Hemicycliophora* sp. e *Paratrichodorus* sp. foram os nematoides mais destacaram em quantificação no solo. Esse fator deve-se principalmente ao seu hábito ectoparasita (LORDELLO, 1984; FERRAZ, 2010).

Cruz *et al.* (2003) relatou no mesmo trabalho a ocorrência do nematoide das galhas, tanto no substrato quanto nas raízes, nas análises das espécies *E. citriodora*, *E. tereticornis* e *E. toreliana*. Ferraz (1980) inoculou *M. javanica* e *M. incognita* em essências florestais, incluindo as espécies *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, além de outras três espécies de *Pinus*. As galhas estiveram presentes nas raízes de *E. citriodora*, sendo mais numerosas para *M. incognita*, ocorrendo na raiz principal e em radículas dos mais diferentes

diâmetros. Para *M. javanica*, havia menor número de galhas concentradas, geralmente, nas radicelas e raramente ultrapassavam o dobro do diâmetro das áreas sadias vizinhas. Para *E. saligna*, o mesmo autor observou a ausência de galhas para as duas espécies de nematoide de galhas e evidenciou a presença de larvas pré-parasitas aos 14 dias e 14 e 28 dias, para *M. incognita* e *M. javanica*, respectivamente. *E. grandis* não apresentou galhas e tanto para essa florestal, quanto para *E. urophylla* foram recuperados apenas juvenis pré-parasitas de *Meloidogyne incognita*. Em síntese, Ferraz (1980) classifica as quatro espécies de eucalipto da seguinte maneira: *E. grandis* e *E. uroophylla* mostraram-se altamente resistentes para *M. incognita* e *M. javanica*, havendo indicação de imunidade em relação a última espécie; *E. saligna* altamente resistente às duas espécies de nematoides; *E. citriodora* tolerante a *M. javanica* e intolerante para *M. incognita*.

Mais recentemente, Almeida *et al.* (2012) testou reação de clones de eucalipto a *M. enterolobii*, espécie essa muito daninha para a cultura da goiabeira. Ambas as espécies botânicas são pertencentes a família Myrtaceae e tem como centro de origem o continente Australiano (ALMEIDA *et al.*, 2008; PRYOR 1976). Apesar de sua agressividade para *Psidium guajava* L., os três clones testados do eucalipto “urograndis” não multiplicaram o nematoide de galhas da goiabeira e resultaram em altamente resistentes ou não hospedeiras. Esses trabalhos constituem o conhecimento disponível no Brasil sobre a relação entre a essência florestal e nematoides de galhas.

Com relação a *P. brachyurus*, Lordello (1967) observou sintomas severos em *E. alba* e *E. saligna*, provocado por esse nematoide, em Santa Maria da Serra (SP). Segundo o mesmo autor, (*apud* FERRAZ, 1980) os sistemas radiculares infestados mostravam-se reduzidos, com áreas necróticas e grande descolamento cortical. O autor ainda relata que *E. citriodora* seja resistente ao patógeno, pois as plantas cultivadas em locais de grande infestação mostravam-se vigorosas e sem as lesões típicas incitadas por *P. brachyurus*.

Cruz *et al.* (2003) relata que *Pratylenchus* sp. apenas não foi encontrado nas raízes de *E. camaldulensis*. De maneira similar, Favoreto *et al.* (2013) encontraram *Pratylenchus* sp. em 19 amostras das 56 mudas coletadas. Adicionalmente, no teste de hospedabilidade para *P. brachyurus*, todas as essências florestais testadas (incluindo eucalipto) apresentaram reação de suscetibilidade, sendo que *Eucalyptus* sp. apresentou FR igual a 15,45, quando considerou-se as populações do solo e raízes. Os autores explanam que, apesar de ser endoparasita migrador,

o nematoide das lesões radiculares foi encontrado em grande densidade no solo provavelmente devido à alta lignificação das raízes, que dificulta a infecção.

A espécie *P. coffeae* foi encontrado em espécies mortas de eucalipto (*E. globulus*, *E. microcorys* e *E. obtusiflora*), porém não houve informações acerca das condições de crescimento das plantas, tamanho das plantas ou observações dos sintomas (BEAUMONT, 1975 *apud* KEANE, 2000). Shah e Chaudrey (1975 *apud* KEANE, 2000) observaram espécies pertencentes a 24 gêneros associados com a mortalidade de mudas de eucalipto em plantações e viveiros no Paquistão. Destes, *Pratylenchus* foi um dos gêneros mais frequentemente associado, isolado tanto do solo quanto das raízes das plantas. Segundo Scribner (1889, *apud* CRUZ, 2003), *Pratylenchus* foi considerado o nematoide que mais causa dano para a cultura do eucalipto.

Provavelmente um dos trabalhos mais recentes é acerca da reação de hospedeiro de espécies de eucalipto à *P. brachyurus*, realizado por Inomoto (2013), onde se observou FR > 1 para as espécies testadas (*E. grandis*, *E. citriodora* e *E. urophylla*). O pesquisador ainda levanta algumas questões interessantes: Qual a reação dos demais eucaliptos?; qual o efeito das florestas de eucalipto implantadas no cerrado sobre as culturas anuais?; qual o efeito de *P. brachyurus* sobre o crescimento de plantas de eucalipto? Nessa linha de pensamento e considerando-se as condições de edafoclimáticas dos principais locais de plantio, que incluem o cerrado brasileiro, favoráveis a *P. brachyurus* e, de forma aditiva, o plantio em áreas próximas a outras destinadas ao cultivo da soja e o tempo de permanência do eucalipto no plantio, que varia de 6 até 15 anos (de acordo com HIGA *et al.*, 2000), este autor posiciona essa espécie botânica em importante componente epidemiológico deste patógeno, atuando no aumento de inóculo por longos períodos e na sua sobrevivência em determinada área. A dispersão desses organismos ocorre principalmente por tratos culturais, porém irrigação ou alagamentos por chuvas podem transportar esses organismos por distâncias maiores e incrementar as densidades populacionais em áreas circunvizinhas (CASTILLO e VOLVLAS, 2007).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local de realização dos experimentos

Todos os experimentos foram realizados sob condições de casa de vegetação, no setor de nematologia agrícola, do Departamento de Fitopatologia e Nematologia (LFN) da Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP – 22° 42’ S, 47° 38’W, 546 m de altitude), localizada em Piracicaba, estado de São Paulo.

2.2.2 Obtenção do material vegetal

As mudas utilizadas para os experimentos foram obtidas através de sementes adquiridas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, com exceção ao *E. saligna*, que foram obtidas através de doação de mudas clonais I144 para o laboratório de nematologia. Para obtenção das mudas seminais, as sementes foram semeadas em sementeira e cobertas por uma pequena camada de solo peneirado autoclavado (peneira de 40 “mesh”, abertura de 0,420 mm) e umedecido. A germinação ocorreu por volta de 15 dias depois da semeadura. Após 20 dias de germinação, as plântulas foram transferidas para recipientes plásticos de 300 mL, contendo substrato autoclavado (121°C por 2h, 62% de areia, 8% de silte e 30% de argila), onde permaneceram por mais 3 meses. As plantas com essa idade mostraram-se adequadas para a realização do experimento. Originalmente seriam adquiridas mudas (clonais ou seminais) comercialmente para facilitar e acelerar os experimentos, porém, os viveiros consultados possuíam pouca variedade de espécies/ clones e quando possuíam variedade apreciável de espécies, não se interessaram em fornecer as quantidades solicitadas de mudas, por serem reduzidas.

As espécies testadas foram: *Corymbia citriodora* (sin. *Eucalyptus citriodora*); *E.camaldulenses*; *E. dunnii* x *Eucalyptus* sp.; *E. grandis*; *E. phaeotricha* Blankely & McKie; *E. resinifera* Smith; *E. robusta*; *E. saligna*, *E. urophylla*; *E. urophylla* x *E. grandis* (referido por “urograndis”).

Nos diferentes experimentos, essas espécies foram testadas juntamente com espécies de reação conhecida. Utilizou-se milho ‘DKB 390’, *Crotalaria spectabilis* Roth / *C. ochroleuca* G. don, soja ‘Pintado’ e/ou algodão Deltapine ‘Opal’ para *P. brachyurus*. Para *M. incognita* utilizou-se *C. ochroleuca* e algodão. Para obtenção dessas espécies houve semeadura uma semana antes da data do experimento em substrato autoclavado. Após a emissão do primeiro par de folhas, as plantas foram desbastadas e transferidas para recipientes plásticos de 300mL.

2.2.3 Manutenção e obtenção de inóculo de *P. brachyurus* e *M. incognita*

Para realização dos experimentos, utilizou-se o nematoide das lesões radiculares (*P. brachyurus*) e o nematoide de galhas (*M. incognita*). As populações desses nematoides foram

mantidas em plantas hospedeiras suscetíveis para garantir sua multiplicação. Para *P. brachyurus* foram utilizadas plantas de sorgo, milho, soja e algodão. Para *M. incognita* (Raça 3) utilizou-se o algodão. As plantas contendo inóculo foram mantidas em casa de vegetação sob irrigação diária e condições de casa de vegetação.

Os juvenis e adultos de *P. brachyurus* foram obtidos através do método de Baermann modificado para recipiente raso (HOOPER, 1986). Tal método consistiu no processamento das raízes das plantas infestadas em liquidificador, para obtenção de uma suspensão, contendo os nematoides. Posteriormente, depositou-se, em papel toalha previamente umedecida, posicionado acima de uma peneira, e mantido em B.O.D por 24h e à temperatura de 25°C. Após esse tempo houve recolhimento, com auxílio de uma pisseta, do líquido contido no recipiente e vertido em peneira de 500 “mesh”, com posterior recolhimento em béquer. A população utilizada nos experimentos foi a Pb 23, previamente caracterizada por Machado (2007) e isolada a partir de raízes de algodoeiro cultivado no município de Sapezal, localizado no Mato Grosso. Para *M. incognita* utilizou-se como inóculo os ovos e eventuais juvenis de segundo estágio, sendo obtido pelo método de Coolen e D’Herde (1972), que será descrito no próximo tópico.

Para ambos os nematoides, a suspensão obtida resultante foi calibrada em microscópio de luz, utilizando-se uma lâmina de Peters, onde se realizou duas contagens de 0,5mL para estimar a quantidade total do inóculo e, dessa maneira, calibrar de modo a obter a alíquota necessária para inoculação de 200 nematoides por planta.

2.2.4 Extração dos nematoides e análise dos dados

As extrações dos nematoides seguiram a mesma metodologia proposta por Coolen e D’Herde (1972) intitulada “Método do liquidificador, peneiramento e flutuação em centrífuga com solução de sacarose”. Esse método assemelha-se ao famoso método proposto por Jenkins (1964). Para tal, realizou-se secção da porção aérea do vegetal seguida de posterior lavagem das raízes em água corrente. Após retirar o excesso de substrato aderido, a porção radicular foi seca, com auxílio de papel toalha, cortada em pequenos pedaços, homogeneizada, pesada, colocada em sacos plásticos e acondicionadas em geladeira até o momento do processamento. Após isso, as raízes foram trituradas em liquidificador, contendo aproximadamente 300 mL de água, por 1 minuto. Feito isso, verteu-se essa suspensão resultante pelas peneiras de 60 e 500 “mesh”. Os nematoides retidos na última peneira foram recolhidos, com auxílio de uma

pisseta, e foram submetidos a centrifugação (5 minutos, 1800 giros), após a adição de caulim. Após esse processo, descartou-se o sobrenadante e adicionou-se solução de sacarose (400g de açúcar em 750mL de água). Posteriormente realizou-se outra centrifugação (1 minuto, 1800 giros) e, subsequentemente, verteu-se o conteúdo dos tubos em peneira de 500 “mesh”, seguida de lavagem com água para retirar excesso da solução de sacarose. Terminada essa etapa, houve posterior recolhimento dos nematoides em frascos.

Depois de obtida a suspensão de nematoides (adultos, ovos e juvenis), oriunda do processamento, houve recolhimento em recipiente de vidro. O volume da suspensão foi padronizado em 10mL para as amostras. Dessa, retirou-se uma alíquota de 1 ml para contagem em lâmina de Peters. Ao final do processo, obtiveram-se as variáveis: população final (Pf), nematoides por grama de raízes (Nem/g) e fator de reprodução (FR). As médias de cada uma dessas variáveis foram calculadas para cada tratamento e foram posteriormente submetidas a análise de variância. O teste de Tukey (5%) foi utilizado para comparação das médias. Com base no trabalho de Oostenbrink (1966) definiu-se o FR (R em Oostenbrink, 1966) pela razão da população final pela inicial. Caso o FR seja superior a 1, serão hospedeiro é considerado suscetível e, abaixo de 1, a planta é considerado resistente.

2.3 Delineamento dos experimentos.

2.3.1 Experimento 1: Hospedabilidade de 3 espécies de eucalipto a *P. brachyurus*.

Para o primeiro experimento, os tratamentos foram *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. urophylla*. Além dessas espécies, utilizou como tratamentos adicionais soja “Pintado” e milho “DKB 390” como parâmetros de controle positivo. Todos os tratamentos foram inteiramente casualizados. Esse experimento diferiu dos demais no modo de obtenção das mudas. As plantas foram obtidas por meio de semeadura em tubetes contendo solo autoclavado, sendo posteriormente transplantadas e limitadas a uma planta por parcela. Após 64 dias, inocularam-se 200 nematoides, que consistiram na população inicial do experimento. A avaliação ocorreu 94 dias depois da inoculação. Para a extração dos nematoides realizou-se o procedimento descrito no item 2.2.4. Para o presente experimento, foram realizadas sete repetições por espécies, onde considerou-se cada repetição como uma planta. Ao final, obteve-se as variáveis população final (Pf), fator de reprodução (FR) e o número de nematoide por grama de raiz (nem/g). O FR foi calculado pela razão da população final pela

população inicial. Os dados obtidos foram submetidos a teste estatístico de Tukey para comparação das médias.

2.3.2 Experimento 2: Hospedabilidade de *E. saligna* a *P. brachyurus*.

O experimento 2 teve por objetivo testar a hospedabilidade de *E. saligna* a *P. brachyurus*. Para tal, utilizaram-se 12 mudas de eucalipto do clone I-44, algodão e soja ‘Pintado’. As mudas foram retiradas do tubete e postas em recipiente plástico de 500 mL contendo substrato autoclavado. Para o eucalipto, houve uma planta para cada parcela experimental. As plantas de reação conhecida possuíram três indivíduos para cada parcela experimental. Dessa forma, o experimento foi composto de 12 repetições para cada tratamento, sendo eles *E. saligna*, algodão e soja, tendo sua implantação em 10/07/2013. Posteriormente, a avaliação ocorreu no dia 10/10/2013. O procedimento de extração e avaliação ocorreram da mesma forma que o item anterior. As temperaturas médias do período do experimento foram 19°C, 17°C e 18°C, para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente.

2.3.3 Experimento 3: Hospedabilidade de 5 espécies de eucalipto a *P. brachyurus*

Para o experimento 3 foram utilizadas 5 espécies de eucalipto e duas espécies de reação já conhecida para o controle. Os tratamentos foram *Crotalaria ochroleuca* (controle negativo), algodão (controle positivo) e as espécies de eucalipto, *E. citriodora*, *E. dunnii* x *Eucalyptus* spp., *E. urophylla*, *E. urophylla* x *E. grandis* (urograndis) e *E. grandis*. Cada tratamento possuiu 10 repetições e a parcela experimental consistiu em um indivíduo por recipiente plástico. A obtenção dessas espécies ocorreu da forma descrita anteriormente. Para a obtenção dos controles positivo e negativo, foram semeadas 3 sementes por recipiente de plástico, contendo aproximadamente 300mL de solo autoclavado, sendo mantidas uma planta por copo. A inoculação ocorreu no dia 01/02/2014 e a extração ocorreu no dia 01/05/2014. Os procedimentos para essas duas etapas já foram descritos anteriormente. As médias das temperaturas para meses de fevereiro, março e abril foram de 26,6°C, 24,8°C e 22,7°C, respectivamente.

O inóculo de *P. brachyurus* foi obtido das raízes de soja e sorgo. Para a inoculação realizou-se dois orifícios próximos a base do vegetal, onde inoculou-se uma suspensão de 110 nematoides por planta, caracterizando a população inicial. O número reduzido de nematoides é justificado pela baixa disponibilidade de inóculo devido a altas temperaturas ocorridas antes

do período da inoculação, que podem ter afetado o desenvolvimento dos organismos. Apesar das médias mensais, as temperaturas na casa de vegetação chegaram a 50°C.

2.3.4 Experimento 4: Hospedabilidade de 4 espécies de eucalipto a *P. brachyurus*.

Para o experimento 4 utilizou-se os seguintes tratamentos: *Crotalaria spectabilis* (controle negativo), milho e algodão (controles positivos), *E. phaeotricha*, *E. resinifera*, *E. camaldulenses* e *E. robusta*. Para cada tratamento designou-se 6 repetições. Os processos de obtenção do material vegetal, inoculação e extração dos nematoides foram os mesmos descritos anteriormente. A avaliação do experimento ocorreu 90 dias após a inoculação, sendo essa etapa feita no dia 15/05/2014 e a extração no dia 15/08/2014. A média das temperaturas atmosféricas totalizaram 19,6°C, 19,2°C, 17,7°C e 19,8°C, para os meses de maio, junho, julho e agosto, respectivamente.

2.3.5 Experimento 5: Influência do plantio de algodão, soja e milho nas populações finais de *P. brachyurus*.

O experimento 5 foi realizado com o objetivo de observar a influência do plantio de algodão, soja e milho nas populações finais de *P. brachyurus* em eucalipto. Esse experimento visou simular, de certa forma, como as populações desse nematoide presentes nas raízes do eucalipto podem flutuar caso haja o plantio de outras culturas hospedeiras de forma consorciada. Para tal, realizou-se inoculação de *E. citriodora* com uma população inicial de 110 nematoides no dia 12/03/2014. Após 14 dias, transferiu-se o torrão contendo a muda para vasos de 5L, e, após mais 14 dias, realizou-se semeadura das culturas hospedeiras, sendo posteriormente limitadas de forma a ficar apenas 2 plantas de cada uma dessas por vaso. Para contornar problemas eventuais de germinação, semeou-se 50 sementes de cada espécie em vasos separados. As plântulas sobressalentes, quando necessário, eram transferidas para as parcelas, onde se realizava um orifício de 8 cm para facilitar a transferência. Dessa forma, essas culturas consistiram nos tratamentos, sendo o experimento inteiramente casualizado, contendo 4 tratamentos com 5 repetições. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram definidos como algodão Deltapine ‘Opal’ e eucalipto (A+E), milho ‘DKB 390’ e eucalipto (M+E), soja ‘Pintado’ e eucalipto (S+E) e o tratamento com apenas eucalipto (E), que consistiu no controle para estabelecer comparativo. O experimento foi iniciado no dia 12/04/2014.

Após 100 dias, houve remoção da parte aérea das culturas associadas. Esse período foi definido com base no tempo do ciclo das culturas, que é de, aproximadamente, 120 dias. Após a secção das plantas, aguardou-se cerca de 90 dias, para que os nematoides presentes nas raízes da soja, algodão e milho, se estabeleçam nas raízes do eucalipto. A secção da parte aérea das plantas hospedeiras ocorreu em 25/07/2014 e a extração dos nematoides ocorreu no dia 22/10/2014. As temperaturas atmosféricas na época de realização dos experimentos foram de 24,8°C, 22,7°C, 19,6°C, 19,2°C, 17,7°C, 19,8°C, 22,5°C e 24,4°C para os meses de março até o dia 22 de outubro, respectivamente.

2.3.6 Experimento 6: Reação de 3 espécies de eucalipto a *M. incognita* raça 3.

O presente experimento testou a reação de três espécies de eucalipto a *M. incognita* raça 3. Para o presente experimento utilizou-se os seguintes tratamentos: *C. ochroleuca* (controle negativo), algodão (controle positivo), *E. citriodora*, *E. urograndis* e *E. urophylla*. Para cada tratamento houveram 6 repetições. A inoculação ocorreu no dia 19/03/2014 e a extração dos nematoides ocorreu aproximadamente 90 dias depois, no dia 22/06/2014. A obtenção do material vegetal, a inoculação, extração e avaliação foram realizadas de mesma forma que os experimentos anteriores, sendo a população inicial do experimento 200 nematoides por planta (ovos e juvenis de 2 estádio). Adicionalmente, realizou-se observação das raízes em estereoscópio em busca dos sintomas típicos do patógeno.

2.3.7 Terminologia

Os termos “resistência” e “suscetibilidade” são diferentes a depender do patógeno que se trabalha. Para nematoides fitoparasitas, foram considerados os conceitos postulados por Trudgill (1991), onde resistência consiste na capacidade do vegetal de restringir o desenvolvimento e a multiplicação do nematoide em suas raízes. Dessa forma, as plantas suscetíveis permitiriam o desenvolvimento e reprodução desse patógeno. Neste trabalho, os tratamentos (espécies) que apresentaram valores médios do fator de reprodução superior a 1 ($FR \geq 1$) foram consideradas suscetíveis e, de forma oposta, ao apresentar fator de reprodução menor que 1 ($FR < 1$) foram consideradas resistentes (OOSTENBRINK, 1966).

2.4 Resultados e discussão

As médias dos valores obtidos para FR, Nem/g e Pf estão expostas nas tabelas 2 a 6. As tabelas 2, 3, 4 e 5 referem-se aos experimentos com *P. brachyurus* e a tabela 6 refere-se ao experimento com *M. incognita* Raça 3. Essa contém também a reação ao nematoide testado.

2.4.1 Experimentos com *Pratylenchus brachyurus*

No experimento 1 todas as plantas promoveram o aumento nas populações de *P. brachyurus*, sendo consideradas suscetíveis. Os tratamentos *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. urophylla* não diferiram estatisticamente do milho no FR e no Nem/g, mas permitiram menor reprodução de *P. brachyurus* que a soja. Essa espécie foi o hospedeiro mais favorável para a multiplicação de *P. brachyurus*. Dentre os eucaliptos, destaca-se *E. citriodora*, que apresentou Nem/g superior ao valor obtido para o milho.

Tabela 2 - Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 3 espécies de eucalipto, obtidas para experimento 1, 90 dias após a inoculação

Tratamento	Pop. final	Fator de Reprodução	Nem/g
<i>Eucalyptus citriodora</i>	697	3,57 b	158 b
<i>Eucalyptus grandis</i>	375	1,85 b	96 b
<i>Eucalyptus urophylla</i>	467	2,77 b	137 b
Milho 'DKB 390'	6394	31,96 b	146 b
Soja 'Pintado'	22020	110,1 a	3842 a

Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%).

Tabela 3 - Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em *Eucalyptus saligna*, obtidas para o experimento 2, 90 dias após a inoculação.

Tratamento	Pop. final	Fator de Reprodução	Nem/g
<i>Eucalyptus saligna</i>	87	0,43 b	14 c
Aldogão ‘Opal’	1017	4,60 a	85 a
Soja “Pintado”	1115	4,97 a	294 a

Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%).

No experimento 2 (tabela 3), *E. saligna* apresentou FR e Nem/g inferiores ao das espécies controle. Apesar da baixa densidade de nematoides nas raízes, esses órgãos encontravam-se, em todas as repetições, com acentuado escurecimento e extensas lesões. Tal reação será discutida mais adiante.

As espécies de eucalipto testadas no experimento 3 (tabela 4) tenderam a ficar agrupadas estatisticamente, todas diferindo do algodão, espécie altamente favorável a *P. brachyurus*. Analisando apenas as espécies de eucalipto, *E. urophylla* apresentou o menor FR (0,9) e o híbrido “urograndis” apresentou o maior (3,7), ambos diferindo estatisticamente um do outro. Todas as espécies testadas foram favoráveis a *P. brachyurus*, exceto *E. urophylla*, o qual apresentou o menor FR. Essa espécie apresentou comportamento ambíguo ao apresentar FR menores que 1, como no presente experimento, e FR equiparável ao milho, no experimento 1. Tal comportamento será discutido mais adiante.

No experimento 4 (tabela 5), os tratamentos avaliados diferiram das espécies de reação conhecida. Em geral, o FR dos eucaliptos foram relativamente baixos, porém observou-se que as espécies agruparam-se estatisticamente. *E. camaldulensis* e *E. phaeotricha* apresentaram os maiores FR dentre os eucaliptos, sendo comparáveis ao algodão. Destaca-se ainda *E. resinifera* e *E. robusta*, que apresentaram os menores FR e diferiram do algodão. Essa segunda espécie apresentou o menor Nem/g, diferindo dos controles positivos. Ambas não apresentaram tonalidade escura em sua porção radicular, de forma contrária a *E. camaldulensis* que, de maneira similar a *E. saligna*, apresentou grande necrose radicular, mesmo com uma população relativamente baixa de nematoides inoculados. Outra observação é *E. phaeotricha*, que mesmo ao apresentar FR similar às demais espécies, apresentou Nem/g

estatisticamente idêntico aos hospedeiros controle, diferindo estatisticamente das demais espécies. Tal fato é um indicativo que *E. phaeotricha* é um hospedeiro favorável, porém provavelmente em razão do volume radicular reduzido, não conseguiu sustentar uma quantidade maior de nematoides por falta de substrato. A massa das raízes teve média: 2,89g, enquanto que os outros tratamentos apresentaram médias de 4,01g até 12,46g. Essa variável é boa para comparação de tratamentos distintos, principalmente em análises de campo, onde se não tem precisão da medida da população inicial. Apesar disso, não fornece informações acerca de resistência ou suscetibilidade do hospedeiro (INOMOTO, 2011).

Tabela 4 Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 5 espécies de eucalipto, obtidas para o experimento 3, 90 dias após a inoculação

Tratamento	Pop. final	Fator de Reprodução	Nem/g
<i>Eucalyptus citriodora</i>	231	2,1 bc	34 bc
<i>Eucalyptus dunnii</i> x sp	199	1,8 bc	39 bc
<i>Eucalyptus grandis</i>	177	2,77 bc	15 bc
<i>Eucalyptus urophylla</i>	130	0,9 c	14 c
“Urograndis”	405	3,7 b	47 b
Algodão ‘Delta Opal’	3103	28,2 a	1100 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	0	0	0

Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%)

Tabela 5 - Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) de *Pratylenchus brachyurus* em 4 espécies de eucalipto obtidas para o experimento 4, 90 dias após a inoculação

Tratamento	Pop.final	Fator de Reprodução	Nem/g
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	172	0,86 bc	32 bc
<i>Eucalyptus resinifera</i>	142	0,71 c	36 abc
<i>Eucalyptus robusta</i>	112	0,56 c	16 c
<i>Eucalyptus phaeotricha</i>	212	1,06 bc	78 a
Algodão 'Delta Opal'	443	2,22 b	75 ab
Milho 'DKB 390'	827	4,13 a	66 ab

Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%).

Ao se observar os diferentes experimentos, as espécies de eucalipto tendem a se agrupar estatisticamente, demonstrando uma certa uniformidade na resposta a *P. brachyurus*. Apesar disso, de todas as espécies de eucalipto testadas, *E.urophylla*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. saligna* e *E. camaldulensis* apresentaram os menores FR, sendo 0,9, 0,71, 0,56, 0,43 e 0,86, respectivamente. Pelo conceito clássico de Oostenbrink (1966), essas espécies seriam consideradas resistentes, por apresentarem FR menor que 1, porém, os eucaliptos são espécies de ciclo longo, que levam até 8 anos para o primeiro corte (HIGA *et al.*, 2000) e podem permitir o incremento nas densidades populacionais de *P. brachyurus*, mesmo que lentamente. Além disso, essas espécies de eucalipto foram testadas somente em 1 experimento neste trabalho e não haviam sido testados anteriormente por outros autores.

E. urophylla apresentou FR abaixo de 1 apenas no experimento 3, possuindo FR 2,72 e 2,77, no primeiro e segundo experimento, respectivamente. *E. resinifera* e *E. robusta* não apresentaram escurecimento da porção radicular e possuíram FR abaixo de 1. Aliado a isso, a última espécie apresentou o menor número de nematoide por grama de raiz (Nem/g) do experimento, 16 Nem/g. Esses fatos apontam para uma possível resistência e tolerância ao nematoide das lesões radiculares, porém é indubitável que mais experimentos com essa espécie deverão ser realizados, com a finalidade de confirmar a sua reação a *P. brachyurus*.

E. camaldulensis e *E. saligna* apresentaram seus fatores de reprodução 0,9 e 0,43, sendo consideradas plantas com moderada resistência a colonização do nematoide, porém, em

ambos os casos, as suas raízes encontravam-se seriamente deterioradas e exibindo grande escurecimento radicular, mesmo com uma população inicial relativamente pequena. Bos e Parlevliet (1995) definem que hospedeiros podem demonstrar poucos sintomas, mesmo quando submetidas a populações muito altas, sendo assim tolerantes. Por outro lado, existem casos, como o observado para *E. camaldulensis* e *E. saligna*, onde hospedeiros exibem órgãos muito injuriados, mesmo com populações relativamente pequenas, sendo intolerantes.

Em se tratando de *E. saligna*, a intolerância poderia corroborar com os dados obtidos por Lordello (1969), que observou sintomas severos de *P. brachyurus* nessa essência florestal, onde os sistemas radiculares infestados mostravam-se reduzidos, com áreas necróticas e grande descolamento cortical. Para *P. brachyurus*, a reação de intolerância foi observada em alguns genótipos de café, onde notou-se grande dano nas plântulas de *Coffea arabica* desencadeado pela atuação de uma população pequena de nematoides (INOMOTO *et al.*, 1998).

Apesar da necessidade de repetições experimentais ou estudos posteriores de patogenicidade, *E. camaldulensis* e *E. saligna* podem ser consideradas plantas com uma certa resistência de acordo com a conceituação clássica de Oostenbrink (1966), por não permitir reprodução do nematoide e intolerantes, por não conseguir suportar a atuação do patógeno. No decorrer do experimento 2, as temperaturas baixas podem ter desfavorecido o desenvolvimento do nematoide. Outros experimentos devem ser realizados com a finalidade de verificar a reprodução de *P. brachyurus* neste eucalipto.

As espécies com os maiores valores de FR para *P. brachyurus* foram *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis* e o híbrido “urograndis”, sendo eles 3,57, 2,77, 2,77 e 3,7, para as espécies supracitadas, sendo os maiores dentre os experimentos de 90 dias. O escurecimento radicular foi presente na maioria dos indivíduos testados. O híbrido “urograndis” apresentou o FR igual a 3,7 sendo o tratamento que apresentou o maior valor dessa variável, dentre os eucaliptos testados. A associação entre *P. brachyurus* e diversas espécies de eucalipto já tem sido relatada por alguns pesquisadores. Lordello (1967) foi o primeiro a relatar a relação da essência florestal com *P. brachyurus*, onde observou as mudas de *E. saligna* e *E. alba* apresentando sintomas severos de pratilencose na cidade de Santa Maria da Serra (SP). O autor ainda continua relatando que *E. citriodora* é resistente, já que essas mudas estavam vigorosas em meio aos outros eucaliptos deteriorados e sem os sintomas típicos do nematoide.

Os dados do presente trabalho, seguindo a classificação tradicional de Oostenbrink (1966), mostram que *E. citriodora* pode ser considerada suscetível por apresentar FR acima de 1.

Cruz *et al.* (2003) observou a presença de *Pratylenchus*. sp. nas raízes de diversos eucaliptos, incluindo *E. citriodora*, *E. saligna*, *E. urophylla* e no híbrido “urograndis”, apesar de os níveis populacionais do nematoide serem baixos.

Ferraz (1980) relata que *P. brachyurus* é hospedado por *E. robusta*. Essa espécie apresentou FR 0,56 (experimento 4) e, pela conceituação clássica de Oostenbrink (1966) poderia ser classificada como resistente. Por ter sido testada uma única vez, se faz necessário a realização de mais experimentos, afim de comprovar a reação dessa espécie.

O mesmo autor explana que, devido a sua larga disseminação em solos paulistas, o nematoide das lesões radiculares constitui-se uma das espécies potencialmente mais nocivas a eucaliptos. Na mesma linha de pensamento, a região com maior área de florestas plantadas compostas de eucalipto é a região central do Brasil, que consiste, também, no local de maior incidência do nematoide das lesões radiculares (ABRAF, 2012; FERRAZ, 2010). De fato, são necessários mais trabalhos para suplantar a carência de informações envolvendo eucaliptos e *P. brachyurus*, afim de se ter real dimensão da importância epidemiológica desse patossistema para outras espécies vegetais.

As espécies mais utilizadas, no Brasil, são o *E. grandis* (55%), *E. saligna* (17%), o híbrido “urograndis” (11%) e *E. urophylla* (9%). Outras espécies, incluindo *E. citriodora*, totalizam 6% (Revista madeira, 2001). *E. grandis* é a espécie florestal mais plantada no Brasil e amplamente utilizada para produção de híbridos, principalmente com *E. urophylla* (SOUZA *et al.*, 2004; COTTERILL e BROLIN, 1997). Tais espécies, com exceção de *E. saligna*, consistiram nos tratamentos com os maiores fatores de reprodução e são cultivadas em locais com maior incidência e favorabilidade do nematoide das lesões radiculares (DIAS, 2010). As florestas plantadas geralmente possuem outras espécies anuais implantadas, tais como diversas hortaliças, culturas anuais e frutíferas, que podem ser suscetíveis e intolerantes a ação de *P. brachyurus* (ARMANDO, 2002; GOULART, 2008). Dentre essas espécies, destaca-se a soja como a espécie mais importante do ponto de vista econômico e mais afetada pelo nematoide das lesões radiculares. Essa cultura já foi relatada nas proximidades de florestas de eucaliptos ou consorciadas com essa essência florestal (INOMOTO, 2013; SOUZA *et al.*, 2012).

Fazendo uma análise holística da relação *P. brachyurus* e eucalipto, as espécies mais utilizadas mostram-se suscetíveis e devidamente implantadas em locais de densidades elevadas desse patógeno, de forma consorciada com *commodities* ou próximas a locais com essas culturas suscetíveis e intolerantes, sendo a principal a soja. Em plantios agroflorestais, a situação sempre é mais delicada, principalmente com a introdução de culturas anuais, pois o sistema torna-se mais estável (devido à presença de árvores) e, em contrapartida, o conjunto acaba aumentando a dificuldade para ações essenciais de controle para pestes e doenças importantes, sendo *P. brachyurus* particularmente problemático para manejo, justamente por ser um endoparasita cosmopolita (SCHROTH, 2000; FERRAZ *et al.*, 2012).

O presente trabalho levanta outra questão relevante, que consiste no tempo de permanência do eucalipto durante o cultivo, que é por volta de 8 anos (HIGA, 2000). No caso do eucalipto, este tempo inviabiliza o manejo cultural e permite pleno desenvolvimento dos nematoides, podendo acarretar densidades populacionais bastante elevadas. Tal fato remete a fortes implicações para a epidemiologia e manejo de *P. brachyurus*, ao passo que esse patógeno assume grande importância no panorama atual para esta essência florestal.

2.4.2 Experimento 5 – influência do plantio de soja, milho e algodão nas populações de *P. brachyurus* no eucalipto.

Tabela 6 - Fator de reprodução, população final e nematoides por grama de raiz (Nem/g) obtidos para os tratamentos “eucalipto”, “algodão + eucalipto”, “milho + eucalipto”, “soja + eucalipto”

Tratamento	Pop. final	Fator de Reprodução	Nem/g
A+E	2769	24,95 a	81 a
M+E	6213	56,48 a	120 a
S+E	3846	34,96 a	90 a
E (Controle)	3762	34,20 a	93 a

Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%).

Os dados obtidos no experimento estão expostos na tabela 6. Tanto o FR quanto o Nem/g não diferiram estatisticamente para nenhum dos tratamentos (Tukey a 5% de significância). Dessa forma, não houve influência do plantio de outras culturas nas populações de *P. brachyurus* das raízes de *E. citriodora*, o que de certa maneira é surpreendente. Favoreto (2013) discorre em seu texto acerca dos prejuízos causados pela disseminação de *P. brachyurus* em um sistema agroflorestal, principalmente quando mais de um componente é hospedeira desse nematoide. A quantidade de substrato fornecida ao nematoide levaria a uma acentuada densidade populacional, o que dificultaria o desenvolvimento adequado da cultura de interesse. Em contrapartida, ciclos sucessivos de um patógeno em um único hospedeiro pode levar a uma seleção de indivíduos mais efetivos no parasitismo desse. De forma similar, Kandji *et al.* (2001) ao observar as populações de *Pratylenchus* em agroflorestal com milho/feijão e *Crotalaria*, não observou diferença nos tratamentos, que apresentaram 3045 e 2345 nematoides do gênero *Pratylenchus* por litro de solo, respectivamente, mesmo havendo um declínio com o uso de crotalaria. As espécies do gênero *Pratylenchus* geralmente possuem a capacidade de migrar de raízes infectadas para raízes saudáveis de plantas diferentes, constituindo um importante mecanismo de disseminação (CASTILLO e VOLVAS, 2007). Dessa forma, as variações entre valores dos tratamentos do presente experimento podem ser atribuídas a essa habilidade.

Mesmo não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos, outras implicações podem ser mencionadas. Como já mencionado anteriormente, Lordello (1967) sugere que *E. citriodora* é resistente e tolerante, por se mostrar vigorosa em solos com alta incidência de *P. brachyurus*. As variáveis obtidas para *E. citriodora* para o experimento 1 e 3 foram 3,57 e 2,1, para FR e 158 e 34 para Nem/g. No presente experimento, as médias para o tratamento M+E totalizou 56,48 e 120, para FR e Nem/g, respectivamente. O que confirma que este eucalipto é um bom hospedeiro ao nematoide das lesões radiculares, ao contrário do que este autor sugere.

É plausível que as diferenças nas variáveis entre os experimentos sejam atribuídas a duração desses, já que não houve diferença estatística nos presentes tratamentos testados. Sendo assim, as espécies que pelo conceito clássico de Oostenbrink (1966), seriam resistentes, por apresentar FR abaixo de 1, necessitariam, na realidade, de um tempo maior para uma avaliação mais concreta. Inomoto (2011), ao estudar a reação de híbridos de milho a *P. brachyurus*, observou que alguns tratamentos classificados como resistentes em análises de 60

e 70 dias após a inoculação, em períodos mais longos, de 107 dias, mostrou incremento nas populações do nematoide. Seguindo esse raciocínio, as espécies de eucalipto com FR baixo, devem ser testadas em períodos mais longos, como *E. citriodora* ao final de 190 dias, afim de melhor representar o ciclo da cultura no campo. Ressalta-se que, apesar de ser uma maneira muito confiável para se conhecer a reação da planta ao nematoide, existe a limitação para condução em casa de vegetação, já que esses experimentos demandam espaços consideráveis, além de esforço acentuado para manuseio do material de grandes volumes radiculares. Apesar disso, sugere-se aqui a necessidade de períodos longos para analisar a hospedabilidade de *Eucalyptus* a *P. brachyurus*.

Pelos dados observados, pode-se afirmar que esta essência florestal tem uma grande capacidade de sustentar grandes populações de *P. brachyurus*, o que coloca o eucalipto como componente importante na sobrevivência e disseminação do nematoide das lesões radiculares.

2.4.3 Reação de 3 espécies de eucalipto a *Meloidogyne incognita* raça 3

Os dados obtidos do experimento estão expostos na tabela 7. Os tratamentos testados para *M. incognita* raça 3 não apresentaram as galhas, exceto o algodão (Anexo 3.A e anexo 3.B). Os nematoides das galhas consistem em importantes patógenos de diversas culturas e, dependendo da região, podem apresentar um dos principais entraves para o cultivo de determinadas espécies vegetais (FERRAZ, 2012). *M. incognita* possui grande expressividade no Brasil, atacando diversas culturas, como algodão, batata, milho, café, figo, pêssego, repolho, alface, tomate, cenoura, entre outras (SOCIEDADE BRAS. DE NEMATOLOGIA, 2014). As galhas contêm geralmente de 3 à 6 células gigantes, também chamados de sítios de alimentação, que são estimulados por enzimas do nematoide (AGRIOS, 2005). Essas enzimas estimulam o ciclo celular e fragmentam o citoesqueleto, gerando células parenquimáticas do cilindro vascular que vão por sucessivas divisões celulares sem passar pela citocinese (GHEYSEN e MITCHUM, 2011). Esses sítios obliteram os vasos de xilema, ao passo que conferem nutrientes e alimento para o nematoide (AGRIOS, 2005).

Tabela 7 - Fator de reprodução (FR), nematoides por grama de raiz (Nem/g), população final (Pf) e reação de 3 espécies de eucalipto a *M. incognita* raça 3

Tratamento	Pf	FR	Nem/g	Reação
<i>E. citriodora</i>	0	0	0	R
<i>E. urophylla</i>	0	0	0	R
“Urograndis”	0	0	0	R
Algodão ‘Delta Opal’	3255	16,28	2126,9	Padrão(S)
<i>C. ochroleuca</i>	0	0	0	Padrão(R)

Variáveis de reprodução (Pf, FR, Nem/g) obtidos para o experimento 6 após 90 dias de inoculação. $FR \geq 1$ indica espécie suscetível e $FR < 1$ resistente (Oostenbrik, 1966). Números acompanhados de mesma letra não diferiram estatisticamente (Tukey 5%).

O fator de reprodução menor que 1 coloca essas espécies de eucalipto como resistentes à atuação de *M. incognita*. Esse fato é reforçado pela ausência de galhas, necessárias para o prosseguimento da doença. Ferraz (1980) já relatou que *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* são altamente resistentes a *M. incognita* e *M. javanica*, onde *E. citriodora* foi considerada tolerante ao segundo nematoide e intolerante ao primeiro. Cruz et al (2003) relata a presença de *Meloidogyne* sp. nas raízes de *C. citriodora*, *E. tereticornis* e *E. torelliana*, porém em quantidades muito baixas (40, 8 e 24, respectivamente). Almeida *et al.* (2012) testou reação de clones de eucalipto a *M. enterolobii*, espécie essa, muito daninha para a cultura da goiabeira. Ambas as espécies botânicas são pertencentes à família Myrtaceae e tem como centro de origem o continente Australiano (ALMEIDA *et al.*, 2008; PRYOR 1976). Apesar de sua agressividade para *Psidium guajava* L., os três clones testados do eucalipto “urograndis” não multiplicaram o nematoide de galha da goiabeira e possuíram $FR = 0$, sendo altamente resistentes ou não hospedeiras. Essas evidências sugerem que a resistência dessas plantas aos nematoides de galha é um aspecto conservado dentro das espécies de eucalipto.

Dada essa alta resistência, *P. brachyurus* pode ser considerado o nematoide mais daninho para as espécies de eucalipto. O comportamento das populações de nematoide em condições de campo, em uma SAF, não são afetados apenas pelas espécies consorciadas, que podem influenciar esses organismos, mas também por algumas práticas culturais, que podem igualmente levar a flutuações na presença destes. Por exemplo, Herrera *et al.* (2011) não

observou diferença nas densidades populacionais dos nematoides do gênero *Pratylenchus* em plantio convencional e orgânico, ao passo que Inomoto e Oliveira (2008) relataram que esses nematoides toleram um amplo espectro de variação de temperaturas. Não há dúvidas que experimentos em casa de vegetação devam ser realizados para fornecer conhecimentos acerca da hospedabilidade destas essências florestais, sendo aconselhado períodos longos para avaliação dos ensaios.

2.5 Conclusões

Das 10 espécies testadas para *P. brachyurus*, 6 foram suscetíveis e 4 resistentes, pela conceituação clássica de Oostenbrink (1966). Ressalta-se que essas não necessariamente são resistentes, necessitando um período maior para o estabelecimento do patógeno. Das 3 espécies de eucalipto testadas para *M. incognita* raça 3, todas mostraram-se resistentes. As espécies consorciadas com eucalipto não influenciaram as populações de *P. brachyurus*. *E. citriodora* possuiu FR diferente ao ser testado por períodos mais longos. Aconselha-se a realização de experimentos com períodos acima de 100 dias para uma correta classificação da reação de hospedeiro. Sendo assim o eucalipto é uma opção para aproveitamento de áreas muito infestadas com *M. incognita* raça 3, porém o seu uso mostra-se um risco em áreas infestadas com *P. brachyurus*.

REFERÊNCIAS

- ABRAF 2012. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011**. Brasília: Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, 2012. 150p.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 500p.
- ALMEIDA, E.J.; PAES, V.S.; BARBOSA, B.F.F.; SANTOS, J.M.; SOARES, P.L.M. Reação de Clones de Eucalipto a *Meloidogyne enterolobii*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, São Paulo, v. 36, p. 80 – 82, 2012.
- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável / Miguel Altieri. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 117p.
- ANGELI, A.; BARRICHELO, L.E.G.; MULLER, P.H. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>>. Acesso em: 09 de outubro de 2014.
- AMORIM, L.; REZENDE, J.A.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. v.1.local:editora, 2011. 704p.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5th ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005.952p.
- ARAYA, M. Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. en Ocho Cantones Productores de Café en Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, n. 18, p. 193-187, 1994.
- ARMANDO, M.S.; BUENO, Y.M.; ALVES, E.R.S. **Agrofloresta para agricultura familiar**. Brasília (DF): EMBRAPA, 2002. Dez. (comunicado técnico 16).
- AUER, C.G. ; SANTOS, A.F. dos . Doenças em eucaliptos destinados à produção de energia na região Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo**, v. 31, p. 373-379, 2011.
- BURESH, R. ; TIAN, G. Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. **Agroforestry System**, Dordrecht, v.38, p.51–76, 1998.
- CASTILLO, P. ;VOLVAS, N. ***Pratylenchus* (nematoda: Pratylenchidae):** Diagnosis, biology, pathogenicity and management. Brill Leiden-Boston, 2007.v.6.529p.
- COOLEN, W.A.; HERDE, C.J. **A Method for the Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue**. Guent: State of Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.
- CRAM, M.M.; FRAEDRICH, S.W. Nematodes Damage and Management in North American Forest Nurseries. **Tree Planter's Notes**. v.55, n.1. P: 27 – 35,, 2012.
- CRUZ, M.C.; OTOBONI, C.E.M.; FERREIRA, R.V.; GOULART, S.L. Ocorrência de Nematóides em Genótipos de *Eucaliptus* e *Pinus caribaea*. **Revista Científica eletrônica Agronomia, Garça**, v. 2, n. 4. P 1- 3. dez.2003.
- DANIEL, O.; BITTENCOURT, D. Avaliação de um Sistema Agroflorestal Eucalipto-milho no Mato Grosso do Sul. **Agrossilvicultura**, Viçosa, v.1, n. 1, p.15-28. 2004.

- DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides em soja: Identificação e Controle**. Londrina, PR. Abril, 2010. P.8(Circular Técnico ,76)
- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWOOD, C.; VAN WYK, G. *Eucalyptus* domestication and breeding. Clarendon Press. P. 287.
- FAO. Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Forest Resources Development Service, Forest Resources Divisions. Rome. P.145.2001.
- FAVORETO, L.; PEREIRA, G.H.; JESUS, A.M.S.; OLIVEIRA, B.R. Ocorrência e Hospedabilidade de Nematoides em Mudanças de Espécies Florestais Utilizadas no Sistema Agrossilvipastoril. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 37, n.3/4, p. 31 - 36. Piracicaba, SP. 2013.
- FERRAZ, L.C.C.B. **Nematoides parasitos de espécies de *Eucalyptus*, *Pinus* e outras essências florestais cultivadas no estado de São Paulo**. 1980. 92p.. Tese (Doutorado em Agronomia, subárea Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- FERRAZ, L.C.C.B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.19, p. 1 – 8,1995.
- FERRAZ, S.; Freitas, L.G.; Lopes,E.A.; Dias-Arieira, C.R.*et al.* **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 304p.
- GOULART, A. M.C. **Aspectos gerais sobre nematoide-das-lesões-radiculares (gênero: *Pratylenchus*)**. Planaltina, DF.:EMBRAPA cerrados. 2008.30p.
- GUEYSEN, G. MITCHUM, M.G. How nematodes manipulate plant development pathways for infection. **Current Opinion in Plant Biology**, Oxford, v. 14, p.415 – 421, 2011.
- HERRERA, I.; BRYNGELSSON, T.; MONZÓN, A. Occurrence of *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. in Conventional and Organic Coffee Systems in Nicaragua. **Nematropica, Bradenton**, v.41,p. 82-90, 2011.
- HIGA, R.C.V.; MORA, A.L.; HIGA, A.R. Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54).
- INOMOTO, M.M. Avaliação da Resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília (DF), v..36, n.5, p. 308-312. Dec., 2011.
- INOMOTO, M.M. Importância do manejo de *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Plantio direto**, edição 8, novembro/dezembro.2008.disponível em:
<http://plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=894>.Acesso em: 06 jun.2013.
- INOMOTO, M.M. Reação de espécies de eucalipto a *Pratylenchus brachyurus*. In: Instituto Biológico, 2013, São Paulo (SP). **Summa Phytopathologica** 2013. 1 CDROM
- INOMOTO, M.M.; OLIVEIRA, C.M.G.; MAZZAFERA, P.; GONCALVES, W. Effects of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae* on seedlings of *Coffea arabica*. **Journal of Nematology**, College Park, n. 30, p.: 362 – 367
- JENKINS, W.R. A Rapid centrifugal-flotation Technique for Separating Nematodes from Soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.48, p. 692, 1964.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services environmental benefits: an overview.. **Systems**, Dordrecht, n.76, p.1 – 10, 2009.

KANDJI, S.T.; OGOL, C.K.P.O; ALBRECHT, A. Influence of Some Agroforestry Practices on Temporal Structures of Nematodes in Western Kenya. **European Journal of Soil Biology**, Mountrouge, v. 38, p.197-203, 2002.

KEANE, P.J.; KILE, G.A.; PODGER, F.D.; BROWN, B.N. **Diseases and Pathogens of Eucalypts**. CSIRO Publishing, 2000. 558p.

KHAIR, G.T. List of plant parasitic nematodes of Australia. Canberra: Australian Government Publishing Service, 3ed. 1987. 156p.

KIMATI, H. (*in memorium*), BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4ed. v.1: Princípios e Conceitos. Agronômica CERES. 2011.

KRUGNER, T.L.; AUER, C.G. Doenças do Eucalipto. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia**. 3ed. v.2: Doenças das Plantas Cultivadas. Agronômica CERES. 1997.

LINDSEY, D.W.; CAIRNS, E.J. Pathogenicity of the Lesion Nematode, *Pratylenchus brachyurus*, on six Soybean Cultivars. **Journal of Nematology**, College Park, v.3, n 3, p. 220 – 226, July, 1971.

JOSE, S. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits**: an overview. Florida, 2009. P.: 1 – 10.

LORDELLO, L.G. A Root-lesion Nematode Found Infesting Eucalyptus Trees in Brazil. **Plant Disease repórter**, Washington, v.. 51, n. 9, p.791, 1967

LORDELLO, L.G. Doença de eucalipto causada por um nematóide. **Revista de Agricultura, Piracicaba**, SP, v. 42, n.1, p.11-13, 1987.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho Silvicultural de Clones de Eucalipto e Características Agronômicas de Milho Cultivados em Sistema Silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n.5, p. 701 – 709, 2006.

MACHADO, A.C.Z.; FERRAZ, L.C.C.B.; INOMOTO, M.M. Pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* on Cotton Plants. **The Journal of Cotton Science**, Cordova, v.16, p.268 – 271, 2012.

MACHADO, A.C.Z. ;FERRAZ, L.C.C.B.; INOMOTO, M.M. Response of Cotton Cultivars to Two Brazilian Populations of *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Sch. Stekh. **The Journal of Cotton Science**, v. 11, n. 4, p: 288-297, 2007.

MATTOS, J.K.A.; ANDRADE, E.P.; TEIXEIRA, M.A.; CASTRO, A.P.G.; HUANG, S.P. Gêneros-chaves de Onze Diferentes Comunidades de Nematóides do Solo na Região dos cerrados do Brasil Central. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP), v. 32, n.2, p: 142 – 148, 2008.

MANEJO sustentável de fitonematoides. FERRAZ, S.; Freitas, L.G.; Lopes, E.A.; Dias-Arieira, C.R. .Viçosa, MG, Ed.UFV, 2010. 304p.

- MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo, :Sociedade Brasileira de Silvicultura. 2000.112p.
- MUTITU, K.E.; MWANGI, L.; OTIENO, B.; MINJIRE, M. **Pests and Diseases associated with Eucalyptus in Kenya**. Kenya Forestry Research Institute. June, 2008.14p (Research Note, 7)
- OLD, K.M.; WINGFIELD, M.J.; YUAN, Z.Q. A manual of diseases of *Eucalypts* in South-East Asia. Center for International Forestry Research. Sindang Barang, Indonesia. 2003. 99p.
- OOSTENBRINK, M. Major Characteristics of the Relation Between Nematodes and Plants. Mededeelingen van de Landbouwhogeschool Wageningen, n. 66, p 8-10. 1966.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P.E.T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, 2011. 63p.
- PENG, Y.; MOENS, M. Host Resistance and Tolerance to Migratory Plant-parasitic Nematodes. **Nematology**, Leiden, v. 5, n.2, p. 145 – 177, 2003.
- PRYOR, L.O. **Biology of Eucalyptus**. London: E. Arnold, 1976. 82p. (Studies in Biology, 61.).
- REAY, F.; WALLACE, H.R. Plant nematodes associated with native vegetation in South Australia. *Nematologica* 27. P. 319 – 329, 1981.
- REZENDE, J.A.M.; MASSOLA Jr, N.S.; BEDENDO, I.P.; KRUGNER, T.L. Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4ed. v.1: Princípios e Conceitos. Agronômica CERES. 2011.
- RIBASKI, J. Cultivo do eucalipto: Sistemas Agroflorestais. EMBRAPA Florestas, 2003. Versão eletrônica disponível em: <http://https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=3712&p_r_p_-996514994_topicoId=3164> . Acesso em: 07 de novembro de 2014.
- RUEHLE, J.L. Nematodes of Forest Trees. In: WEBSTER, J.M. **Economic Nematology**. London:Academic Press, 1972.p.: 312 - 334
- RUEHLE, J.L. Nematodes and Forest trees: Types of damage to tree roots. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, n.11. p. 99- 118, 1973a
- RUEHLE, J.L. Influence of plant-parasitic nematodes on longleaf pine seedling. **Journal of nematology**, College Park, n.5. p. 7-9, 1973b.
- SANTOS, A.F.; AUER, C.G.; GRIGOLETTI JR, A. Doenças do Eucalipto no Sul do Brasil: Identificação e controle. Colombo, PR:EMBRAPA. jun., 2001.(Circular técnica, 45)
- SCHROTH, G.; KRAUSS, U.; GASPAROTTO, L.; DUARTE AGUILAR, J.A.; VOHLAND, K. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. **Agroforestry system** 50, p. 199 – 241. 2000.

SCRIBER, F.L. Disease of the Irish Potato. **Tennessee Agricultural Experiment. Station. Bulletins.**, Knoxville, v.2, p. 27 – 43, 1889.

SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; ANDRADE, F.R.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas seminais de Eucalipto em função dos substratos e fertilização de liberação controlada. **Interciência**, v. 38, n. 3, p.: 215 - 220 2013.

SOC. BRASIL. DE NEMATOLOGIA. *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br/sbn/fix/mincog.pdf>. Acesso em: 18 maio 2013.

SOLANO, O.M.F.; SOLÍS, A.S.Q. Nematodos Asociados a los cultivos de Costa Rica. Costa Rica. Minist. de Agricult. y Ganadería: Servicio Fitoss. del Estado. Depart. de Laboratorios. 49p.. 2013.

SOUZA, C.R.; Rossi, L.M.B.; Azevedo, C.P.; Lima, R.M.B. Comportamento da *Acacia mangium* e de Clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scentia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 95 – 101, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. SBS: **Fatos E Números Do Brasil Florestal**. local:editoradez., 2008. 90p.

SHURTLEFF, M.C.; AVERRE III, C.W. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. St. Paul, MN: The American Phytopathological society. 2000. 189p.

STARR, J.L.; COOK, R.; BRIDGE, J. Plant Resistance to Parasitic Nematodes. New York. CABI Publishing, 2002. 258p.

TEIXEIRA, M.R.O. A Cultura do Milho e sua Importância nos Sistemas de Produção de Mato Grosso do Sul. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO MILHO, 1997, Dourados. **Anais...** Dourados: 1998. 78p. (EMBRAPA – CPAO. Documentos, 23).

TITO, M.R.; NUNES, P.C; VIVAN, J.L. Desenvolvimento agroflorestal no noroeste do Mato Grosso: dez anos contribuindo para a conservação e uso das florestas. Brasília, 1ed. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), P. 134. 2011.

TRUDGILL, D.L. Resistance to and Tolerance of Plants Parasitic Nematodes in Plants. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 29, p. 167-192, 1991.

UMESH, K.C.; FERRIS, H.; BAYER, D.E. Competition Between the Plant Parasitic Nematodes *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodi*. **Journal of Nematology**, College Park, v. 26. P.286-295, 1994.

WALKER, J.T. The Impacto of Root Lesion Nematode on Woody Plants. **Journal of environmental Horticulture**, Washington, v. 2, n.4, p136. Dec., 1984.

WANG, K.C.; BERGESON, G.B.; GREEN JR, R.J. Effect of *Meloidogyne incognita* on selected Forest Trees Species. **Journal of nematology**, College Park, v. 7, n 2. P.: 140 - 149 April, 1975.

WILCKEN, C.F.; LIMA, A.C.V.; DIAS, T.K.R.; MASSON, M.V.; FERREIRA FILHO, P.J.; DAL POGETTO, M.H.F.A. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto**. Botucatu, SP. 2008. 25p.

WYSS, U.; LEHMANN, H.; JANK-LADWIG, R. ULTRASTRUCTURE OF MODIFIED ROOT-TIP CELLS IN *FICUS CARICA*, INDUCED BY THE ECTOPARASITIC NEMATODE *XIPHINEMA INDEX*. **Journal of cells science.**, n. 41, p.: 193 – 208, 1980.

ANEXOS

ANEXO 1. A - Figura evidenciando o contraste entre raízes de *E. camaldulensis* não inoculada (abaixo) e inoculada (acima) com *Pratylenchus brachyurus*. A planta não inoculada foi sobressalente e não foi utilizada em experimentos. A planta inoculada foi utilizada no experimento 4. Observar a redução no tamanho da raiz inoculada e sua coloração escura devido as lesões necróticas causadas pelo nematoide

ANEXO 1. B - Figura evidenciando necrose nas raízes de *E. saligna* causado por *P. brachyurus*. Inoculou-se uma Pi de 500 nematoides para manutenção de inóculo, não havendo recuperação desses. Essa espécie parece ser intolerante ao nematoide *P. brachyurus*

ANEXO 2.A: Observação das lesões radiculares em raízes de algodão (seta) em estereoscópio. Anexo 2.B: *Pratylenchus brachyurus* parasitando as raízes de *E. citridora* (seta). Observação em microscópio ótico com a coloração de fuccina ácida. Ambas as plantas foram oriundas do experimento 3

ANEXO 3.A: observação do aspecto geral das raízes de algodoeiro infestadas com *M. incognita* raça 3.

ANEXO 3.B: Destaque nas galhas presentes nas raízes. Essa espécie foi utilizada como controle positivo no experimento 6.