



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA / PRODUÇÃO VEGETAL

KEYLA COSME DA SILVA

Tithonia diversifolia* como alternativa de controle de *Pratylenchus brachyurus

TERESINA - PI
2015

KEYLA COSME DA SILVA

Tithonia diversifolia* como alternativa de controle de *Pratylenchus brachyurus

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Alcântara Neto

TERESINA- PI
2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

S586 Silva, Keyla Cosme da
Tithonia diversifolia como alternativa de controle de *Pratylenchus brachyurus*
/ Keyla Cosme da Silva - 2015.
37 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí,
Teresina, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Francisco de Alcântara Neto

1. Planta antagonista 2. Girassol mexicano 3. Nematoides das lesões
radiculares I. Título

CDD 632.96

**TITHONIA DIVERSIFOLIA COMO ALTERNATIVA DE CONTROLE DE
PRATYLENCHUS BRACHYURUS**

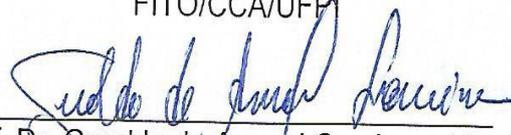
Keyla Cosme da Silva
Engenheira Agrônoma

Aprovada em 15 / 04 / 2015

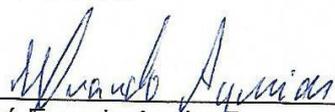
Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Francisco de Alcântara Neto – Membro Interno/Presidente
FITO/CCA/UFRJ



Prof. Dr. Geraldo de Amaral Gravina - Membro Externo/Titular
UENF/RJ



Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Júnior – Membro Interno/Titular
FITO/CCA/UFRJ



Prof. Dr. Gilson Soares da Silva – Membro Externo/Titular
UEMA/MA

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu DEUS, minha fortaleza, por absolutamente TUDO.

À Universidade Federal do Piauí e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Francisco de Alcântara Neto, por confiar em meu trabalho, pela orientação e apoio na realização deste sonho.

Ao querido Prof. Dr. Gilson Soares da Silva, pela amizade, confiança, ensinamentos na área de Nematologia, ao qual sou eternamente grata.

Aos professores do Programa de Pós - Graduação em Agronomia/ Produção Vegetal da Universidade Federal do Piauí.

À minha família, pelo amor, apoio e incentivo sempre constante na realização dos meus projetos.

Ao meu querido noivo Gustavo Delpupo pelo amor, apoio, sempre estive ao meu lado, incentivando e cuidando.

Aos amigos do Mestrado, Rodrigo Brito, Chico Porto, Raphael Lira, Carolina de Sousa, Nayara Moraes, Manoel Jr, Luciano Moura, Adão Cabral, Mirya Grazielle, João Silvestre, Hygor Barreiras, Raimundo Rodrigues de Brito, Paulo Dalton, José Eduardo, André da Silva, José Ribamar, pela amizade e pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários, Antônia “Toinha”, Francisco das Chagas e Srº Vicente pelo apoio.

Muito obrigada a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais uma conquista em minha vida.

“Antes tem o seu prazer na lei do senhor, e na sua lei medita de dia e de noite. Pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dá o seu fruto no seu tempo; as suas folhas não cairão, e tudo quanto fizer prosperará” (Salmo 1:2-3).

Tithonia diversifolia* como alternativa de controle de *Pratylenchus brachyurus

Autora: Keyla Cosme da Silva

Orientador: Francisco de Alcântara Neto

RESUMO

Objetivando verificar o potencial de *Tithonia diversifolia* como alternativa de controle ao nematoide *Pratylenchus brachyurus* em quiabeiro, foram conduzidos três ensaios, sob condições de casa de vegetação, no município de Teresina – PI. Foram utilizados diferentes dosagens (0, 5, 10, 15 e 20 g kg⁻¹ de solo) de folhas de *Tithonia diversifolia* para avaliar o efeito desta sobre a população de nematoides quando da incorporação de folhas frescas no solo e quando deixado a cobertura morta (*mulch*) sobre o solo. Foram avaliados também, diferentes períodos de incubação (0, 7, 14 e 21 dias) de folhas de *T. diversifolia* incorporadas ao solo, verificando aquele que apresenta melhor resposta no controle, sobre o nematoide. Os experimentos foram desenvolvidos em vasos, sob condições de casa de vegetação, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com sete repetições. A incorporação de folhas frescas no solo reduziu a população do nematoide, sendo a dosagem de 20 g de folhas kg⁻¹ de solo a mais eficiente. A cobertura do solo com *mulch* de *Tithonia diversifolia* reduziu a população do nematoide em todas as dosagens, diferindo da testemunha. Na avaliação dos períodos de incubação de folhas ao solo, os períodos 14 e 21 dias apresentaram maior eficiência de controle.

Palavras-chave: Planta antagonista; Girassol mexicano; Nematoide das lesões radiculares.

Tithonia diversifolia* as an alternative to the control the *Pratylenchus brachyurus

Author: Keyla Cosme da Silva

Adviser: Francisco de Alcântara Neto

ABSTRACT

To ascertain the potential *Tithonia diversifolia* as control nematode *Pratylenchus brachyurus* alternative to in okra, were conducted three tests, under greenhouse conditions of growth in the city of Teresina - PI. We used different dosages (0, 5, 10, 15 and 20 g kg⁻¹ of soil) *Tithonia diversifolia* sheets to evaluate the effect of this on the population of nematodes when incorporating fresh leaves the ground and left as *mulch* on the ground. Was also evaluated the different incubation periods (0, 7, 14 and 21 days) of leaves of *T. diversifolia* incorporated into the soil, making sure that it has a better response in the control of the nematode. The experiments were conducted in pots under greenhouse conditions of vegetation, using a completely randomized design with seven replicates. The incorporation of fresh leaves in the soil decreased the nematode population, the dosage of 20 g kg⁻¹ soil leaves the most efficient. The soil cover with mulch *Tithonia diversifolia* reduced the nematode population in all dosages, differing from the control. In assessing incubation periods leaves the ground, the periods 14 and 21 days showed greater control efficiency.

Keywords: Plant antagonist; Mexican sunflower; Nematode of root lesions

LISTA DE FIGURAS

	página
1. Raízes de quiabeiro (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.) parasitadas por <i>Pratylenchus brachyurus</i>	15
2. Inflorescência de <i>Tithonia diversifolia</i>	20
3. Planta de <i>Tithonia diversifolia</i>	20
4. Experimento em casa de vegetação, com plantas de quiabo e de sorgo recém inoculadas com <i>Pratylenchus</i>	25
5. Preparo do <i>mulch</i> de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i>	26
6. Inoculação da suspensão de <i>Pratylenchus brachyurus</i> no solo	28
7. Quiabeiro com 15 dias de idade plantado em solo infestado com <i>Pratylenchus brachyurus</i>	28
8. Desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após inoculação de <i>Pratylenchus brachyurus</i> , representados por T1 – 0 g; T2 – 5 g; T3- 10 g; T4 – 15 g; T5 – 20 g kg ⁻¹ solo, de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i> incorporadas.....	32
9. Desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após inoculação com <i>Pratylenchus brachyurus</i> , utilizando <i>mulch</i> de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i> : T1 - 0g; T2 - 5 g; T3 - 10 g; T4 - 15 g; T5 - 20 g kg ⁻¹ solo....	35
10. Desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após inoculação com <i>Pratylenchus brachyurus</i> nos períodos de 0, 7, 14 e 21 dias de incubação de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i> no solo, representados pelos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.....	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Experimento 1 - Efeito da incorporação de folhas frescas de *Tithonia diversifolia* no solo infestado com *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros, 60 dias após a inoculação (TERESINA - PI, 2014)..... **30**
- Tabela 2** - Experimento 2 - Efeito de *mulch* de folhas de *Tithonia diversifolia* no solo infestado com *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros, 60 dias após a inoculação (TERESINA - PI, 2014)..... **33**
- Tabela 3** - Experimento 3 - Avaliação do período de incubação de folhas de *Tithonia diversifolia* em solo com *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros 60 dias após a inoculação (TERESINA – PI, 2014)..... **36**

SUMÁRIO

	página
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEORICO	13
2.1. Importância de <i>Pratylenchus brachyurus</i>	13
2.1.1. Sintomas e danos causados por <i>Pratylenchus brachyurus</i>	14
2.2. A utilização de plantas antagonistas no controle de nematoides.....	17
2.3. <i>Tithonia diversifolia</i>	19
2.3.1. Caracterização botânica e distribuição geográfica.....	19
2.3.2. Composição química de extratos de <i>T. diversifolia</i>	20
2.3.3. Usos de <i>Tithonia diversifolia</i>	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Obtenção e multiplicação de <i>Pratylenchus brachyurus</i>	23
3.2. Produção de mudas de quiabeiro.....	24
3.3. Implantação dos experimentos.....	24
3.3.1. Experimento 1: Efeito da incorporação de folhas frescas de <i>T. diversifolia</i> no solo sobre <i>Pratylenchus brachyurus</i>	24
3.3.2. Experimento 2: Efeito do <i>mulch</i> de folhas de <i>T. diversifolia</i> sobre <i>P. brachyurus</i>	26
3.3.3. Experimento 3: Efeito do período de incubação de folhas frescas de <i>Tithonia diversifolia</i> sobre <i>Pratylenchus brachyurus</i>	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Experimento I - Avaliação da incorporação de folhas frescas de <i>T. diversifolia</i> no solo com <i>Pratylenchus brachyurus</i>	30
4.2. Experimento II - Avaliação do efeito de <i>mulch</i> de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i> no solo com <i>Pratylenchus brachyurus</i>	33
4.3. Experimento III - Avaliação do período de incubação de folhas de <i>Tithonia diversifolia</i> incorporadas no solo sobre <i>Pratylenchus brachyurus</i>	36
5. CONCLUSÃO	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Os fitonematoides estão entre aqueles fitopatogenos que mais causam danos às plantas. Estima-se que 12 a 15% da produção mundial de alimentos sejam perdidos anualmente como consequência do ataque de nematoides. Esses danos podem ser ainda maiores em regiões menos desenvolvidas, onde a tecnologia empregada na exploração agrícola não alcança os níveis tecnológicos encontrados nos países mais desenvolvidos (SILVA, 2011).

As espécies do gênero *Pratylenchus* são genericamente referidas como nematoides das lesões radiculares, sendo considerados, no Brasil e no mundo, o segundo grupo de fitonematoides de maior importância econômica, superados apenas pelos nematoides das galhas, *Meloidogyne* spp. (LORDELLO, 1992; FERRAZ, 1999; TIHOHOD, 2000).

Espécies de *Pratylenchus* são encontradas parasitando uma ampla gama de espécies vegetais, como soja, arroz, cana-de-açúcar, milho, trigo, feijão, algodão, hortaliças e fruteiras (DIAS et al., 2010). No Estado de Mato Grosso, *P. brachyurus* tem apresentado elevada incidência nas plantações de soja, tendo ocorrido em 96% das amostras coletadas por Ribeiro (2010). Segundo este autor, este valor é superior ao verificado para *Meloidogyne* spp, cuja ocorrência está em torno de 23%.

Vários métodos podem ser empregados no controle dos fitonematoides, dentre eles, a exclusão, revolvimento do solo, incorporação da matéria orgânica e rotação de culturas. O uso de nematicidas tem sido o método mais utilizado, em função da relativa facilidade de uso; porém, é considerado antieconômico e pouco eficiente, além de poder causar sérios problemas à saúde humana, contaminar o meio ambiente e não garantir a eficiência do uso no controle desses organismos (SILVA, 2011).

Atualmente, a sociedade tem exigido uma exploração agrícola mais sustentável e com produção de alimentos mais saudáveis, o que têm contribuído para o aumento de pesquisas direcionadas à descobertas de novas alternativas de controle de nematoides, com menor efeito negativo ao meio ambiente e à saúde humana e animal (SILVA, 2011).

Algumas plantas contêm na parte aérea, compostos nematicidas pré-formados que podem contribuir para redução da população de nematoide, após incorporados ao solo (ZAMBOLIM et al., 2007).

Na literatura, existem várias informações sobre plantas que possuem efeito antagônico aos fitonematoides, seja pela ação direta na planta, diminuindo ou impedindo a multiplicação do patógeno, seja pela ação indireta, por meio da aplicação de extratos dessas plantas ou seus produtos (MELLO et al., 2006).

Tithonia diversifolia é uma planta herbácea da família Asteraceae, originária da América Central, foi introduzida posteriormente em diversos países da África, Ásia e América do Sul, sendo chamada vulgarmente de girassol mexicano, boldo japonês, margaridão amarelo, dentre outras (WANJAU et al., 1998).

Em uma análise fitoquímica preliminar dos extratos das folhas de *T. diversifolia*, Slomp et al. (2009) verificaram a presença de flavonoides com ação nematicida contra *Pratylenchus zae* e *P. jaehni*, levando-o a concluir que esta planta tem potencial biotecnológico no desenvolvimento de novos bioinseticidas / nematicidas.

Além disso, esta planta tem sido utilizada em algumas áreas agrícolas como adubo verde para melhoria dos solos, em função do seu rápido crescimento, abundante produção de folhas e rápida decomposição da fitomassa. Essa espécie parece acelerar a ciclagem de nutrientes, permitindo a reabilitação do solo em um período curto de trabalho (CAIRNS, 1996).

Relatos como estes justificam novas pesquisas com plantas com potencial antagonista, de baixo custo de produção e alta eficiência, auxiliando no manejo de nematoides.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de *Tithonia diversifolia* como alternativa de controle de *Pratylenchus brachyurus*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância de *Pratylenchus brachyurus*

O gênero *Pratylenchus* é um dos mais importantes grupos de nematoides fitoparasitas no mundo. De acordo com Ferraz (2006), essa relevância está associada a algumas características do nematoide, entre as quais se destacam a ampla distribuição geográfica, alto grau de polifagia e ação patogênica pronunciada em várias culturas de interesse agrônômico, anuais e perenes, podendo ocasionar grandes perdas econômicas.

São conhecidas aproximadamente setenta espécies de *Pratylenchus* distribuídas pelo mundo. No Brasil foram registradas: *P. coffeae*, *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *P. penetrans*, *P. neglectus*, *P. scribneri*, *P. vulnus*, *P. pseudopratensis*, *P. jordanensis*, *P. pseudofallax* e *P. jaehni* (MONTEIRO et al. 2003), sendo *P. brachyurus* a primeira espécie encontrada no país atacando soja, algodão, batata, milho e outras culturas importantes (FERRAZ, 2006).

Com a intensificação de cultivos convencionais, a importância econômica dos nematoides das lesões tem aumentado nos últimos anos. As causas podem estar relacionadas com os seguintes fatores: cultivo contínuo de uma mesma espécie vegetal, principalmente soja, algodão ou feijão; rotação ou sucessão com culturas que são hospedeiras do nematoide (maioria dos genótipos de soja, feijão, algodão, milho, sorgo e de diversas gramíneas forrageiras, além de muitos genótipos de girassol e milheto); o uso de irrigação, que viabiliza até três safras anuais nas áreas com este recurso; pulverização do solo; desbalanço nutricional e a ocorrência simultânea de outros fitonematoides e patógenos de solo, como *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani* (RIBEIRO, 2009).

A autodisseminação do nematoide das lesões é relativamente pequena, pois se movem a pequenas distâncias, formando reboleiras que aumentam de ano para ano, no mesmo local. De acordo com Silva (2008) há outras formas de disseminação, tais como vento, insetos, sementes, implementos agrícolas contaminados, trânsito de trabalhadores e animais, escoamento de água em áreas de declive e águas de irrigação, que disseminam os nematoides a longas distâncias. Além disso, a utilização de material vegetativo propagativo

contaminado também é um meio de disseminação dos fitonematoides (FERRAZ, 2006),

A umidade do solo é necessária para muitos processos vitais de *Pratylenchus*, considerado um dos mais importantes fatores que influenciam o aumento das populações. A literatura indica que o teor de água no solo na faixa de 70 a 80% da capacidade de campo, representa condição ótima para várias atividades dos nematoides em geral (GOULART, 2008). Na ausência de hospedeiro, esses nematoides podem sobreviver em solo úmido por mais de oito meses (AGRIOS, 2004).

Segundo Mcsorley (2003), os nematoides sob estresse ambiental, podem sobreviver em estado de quiescência temporária e entrar em anidrobiose, suspendendo suas atividades em ambientes desfavoráveis. Em trabalho realizado por Castilho; Volvas (2007) em casa de vegetação, eles constataram a sobrevivência de *P. brachyurus* por um período de 21 meses, em solo sem irrigação e sem qualquer planta hospedeira.

O ciclo de vida do *Pratylenchus* é simples e relativamente rápido, compreendendo seis estádios: o ovo, quatro estádios juvenis (J1 a J4) e a forma adulta. Todas as fases de juvenis a adulto são vermiformes e a partir de J2 podem se mover até as raízes. Uma fêmea coloca setenta a oitenta ovos no interior dos tecidos vegetais e todo ciclo biológico ocorre na planta, migrando para o solo quando as condições das raízes tornam-se desfavoráveis (FERRAZ et al., 2010).

Os machos de *P. brachyurus* são extremamente raros, sendo a reprodução por partenogênese. Uma geração completa seu ciclo, em média, com três a oito semanas, dependendo das condições climáticas. Assim, podem ocorrer várias gerações durante o ciclo das culturas (CASTILHO; VOLVAS 2007). São endoparasitas migradores, de corpo vermiforme, cujo comprimento dos adultos varia de 0,3 a 0,9 mm (LOOF, 1991).

2.1.1 Sintomas e danos causados por *Pratylenchus*

Os sintomas causados por espécies do gênero *Pratylenchus* geralmente estão associados à podridões e necroses do sistema radicular das

plantas hospedeiras (Figura 1), causando lesões através das quais outros organismos patogênicos, como bactérias e fungos penetram. A interação desses agentes resulta na redução das radículas, e em muitos casos, perda da raiz pivotante. As folhas das plantas afetadas podem apresentar clorose ou murchamento durante a estação seca, refletindo em perda da produção. A desfolha total pode ocorrer quando o ataque é severo (ALVES, 2008).

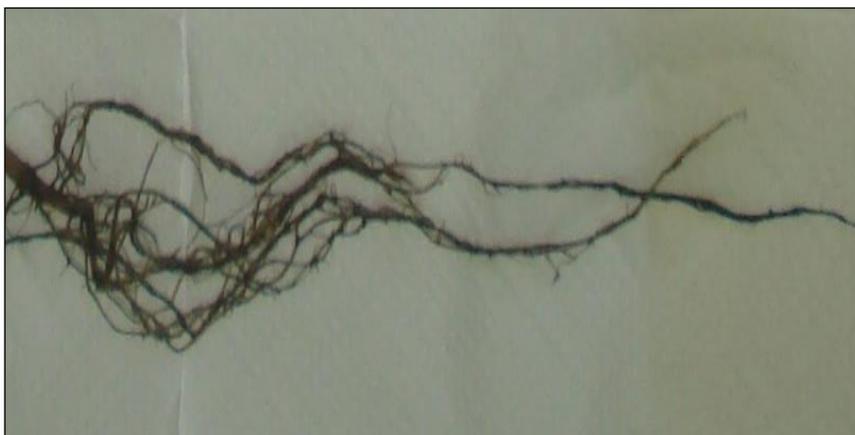


Figura 1 - Raízes de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) parasitadas por *Pratylenchus brachyurus*

Os danos causados por *P. brachyurus* ocorrem com a associação de três tipos de ações: i) mecânica - decorrente da migração realizada pelo nematoide no interior do córtex radicular, destruindo grande número de células mesmo sem se alimentar; ii) espoliativa - representada pela remoção do conteúdo citoplasmático e iii) tóxico - resultante da injeção de secreções esofagianas produzidas pelo nematoide no citoplasma das células selecionadas para o parasitismo (FERRAZ, 2006).

Segundo Machado; Inomoto (2001), dentre 18 plantas olerícolas testadas em casa de vegetação, o quiabeiro cv. Santa Cruz foi um dos melhores hospedeiros de um isolado de *P. brachyurus*, aumentando a população do nematoide em 15 vezes, 65 dias após a inoculação.

Em áreas de pastagens naturais, a incidência de espécies de *Pratylenchus* pode chegar a 81%, enquanto que a ocorrência de nematoides do cisto não ultrapassa 21% das áreas, e para nematoides de galhas, 19% (SOUZA, 2009).

Trabalho realizado por Neves (2013), avaliando diferentes plantas forrageiras sobre a reprodução de *P. brachyurus*, foi constatado que espécies de *Brachiaria* e *Sorghum bicolor* propiciaram o aumento no nível populacional do nematoide, cujo FR foi de 1,40 e 1,57, respectivamente.

Favoreto et al. (2013) analisando a ocorrência e hospedabilidade das espécies florestais: jatobá (*Hymenaea courbaril* L), guanandi (*Symphonia globulifera* L), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), amoreira (*Myracrodruon urundeuva*), angico-cangalha (*Peltophorum dubium* Spreng.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), ipê-branco (*Tabebuia cassinoides* Lam.), ipê - roxo (*Tabebuia heptaphylla* Vell.), ipê -rosa (*Tabebuia impetiginosa* Mart.), mogno - africano (*Khaya ivorensis* A.), ingá (*Inga edulis* Martíus), bálsamo (*Myroxylon balsamum* L.), gameleira (*Ficus insipida* Willd), sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) e paineira (*Eriotheca pubescens* Mart), constataram que todas as espécies estudadas, foram hospedeiras de *P. brachyurus*.

Rack et al. (2013) verificaram a reação de cultivares e híbridos de arroz de terras altas à duas populações de *P. brachyurus*. As cultivares AN Cambará, BRS Cirad, BRSMG Coringá, AN Ipê, BRS monarca, BRS Pepita, BRS Primavera, BRS Sertaneja e o híbrido Ecco CL foram susceptíveis, apresentando FR de 1,22 a 2,94. Estudos realizados por Jesus; Wilcken (2010), indicaram que a reprodução de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *P. coffeae* em cultivares de bananeira, ocorreu grande multiplicação de *P. coffeae* nas cultivares PV-0344, Maçã, Grande Naine, FHIA 01, Thap Maeo e Prata Anã, cujo FR variou de 1,03 a 2,68.

Avaliando a resistência de 12 híbridos comerciais de milho a *P. brachyurus*, Inomoto (2011) constatou que nenhum dos materiais avaliados foi resistente ao nematoide das lesões radiculares. Mesmo considerando que os híbridos de milho testados nesse trabalho representem pequena fração do material genético comercial atualmente disponível, os resultados são fortes indicativos de que o milho não deve ser utilizado para o manejo de *P. brachyurus*.

2.2 Plantas antagonistas no controle de nematoides

O uso de bionemáticas produzidos a partir de plantas já são realidade em muitos países, como nos Estados Unidos. Assim muitas pesquisas se direcionam na busca de novos compostos, que podem ser utilizados na agricultura (FERRAZ et al., 2010).

Partes de vegetais como caules, folhas, flores, raízes e sementes produzem e estocam grande número de aleloquímicos que são liberados para o meio ambiente durante o desenvolvimento da planta ou durante sua degradação biológica SARTORI (2005).

Silva et al. (2008a) avaliaram o efeito antagônico de vedélia a *M. incognita* em tomateiro. O pré-plantio de vedélia por 30, 45 e 60 dias apresentou efeito supressivo ao nematoide, eliminando a população do solo e não permitindo a formação de galhas nas raízes do tomateiro.

A hospedabilidade de vedélia (*Sphagnetocola trilobata* L.), erva - de - touro (*Tridax procumbens* L.), cravo - de - defunto (*Tagetes patula* L.), girassol - mexicano (*Tithonia diversifolia* Hemsl.), botão - de - ouro (*Unxia suffruticosa* Baker.), zínia (*Zinnia peruviana* L.), cosmo (*Cosmos bipinnatus* Cav.), áster (*Callistephus chinensis* L.), margarida (*Chrysanthemum leucanthemum* Lam.) e centáurea (*Centaurea cyanus* L.) foi estudada por Ferreira et al. (2012), os quais observaram que todas as espécies analisadas apresentaram fator de reprodução menores que o tomateiro (FR = 2,6), com destaque para vedélia, erva - de - touro, girassol - mexicano, cravo - de - defunto, botão - de - ouro e zínia, com FR = 0 e classificação como altamente resistentes a *M. incognita*.

A possibilidade de controle de fitonematoides utilizando extratos ou óleos de origem vegetal com propriedades nematicidas tem estimulado pesquisadores em todo mundo, testando-se metabólitos e componentes químicos de muitas plantas para controlar esses patógenos (CHITWOOD, 2002). Outra característica interessante é que estes compostos, com propriedades nematicidas, podem ser utilizados diretamente pelo agricultor, não gerando gastos e, com isso, aumentando a receita do agricultor ou também serem isolados, identificados e sintetizados por indústrias (GARDIANO, 2008).

Com a finalidade de preparo de extratos ou extração de óleos essenciais com propriedades nematicidas, algumas plantas são comumente utilizadas, destacando-se mamona (*Ricinus communis* L.), cravo - de - defunto (*Tagetes* spp), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), mucuna (*Mucuna prurienses* L.), *Crotalaria* spp; várias Poaceas; brássicas e plantas aromáticas e medicinais (FERRAZ et al., 2010).

Ferreira et al. (2013) verificaram que a utilização de extratos aquosos de védelia (*Sphagneticola trilobata* L.), erva-de-touro (*Tridax procumbens* L.), cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L.), girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*), botão de ouro (*Unxia suffruticosa* Baker.) e zínia (*Zinnia peruviana* L.) foram eficientes na redução da eclosão de juvenis do nematoide das galhas.

Em experimentos *in vitro*, Olabiyi et al. (2008) verificaram que os extratos aquosos de espinho-de-cristo (*Euphorbia hirta* L.), quebra-pedra (*Phyllanthus amarus* L.) e fedegoso (*Cassia obtusifolia* L.) a 0,15 e 0,20 g mL⁻¹, ocasionaram até 100,0% de mortalidade de juvenis de *M. incognita*.

O efeito nematicida *in vitro* dos extratos de melão - de - São - Caetano (*Momordica charantia* L.), artemísia (*Artemisia velorum* L.), confrei (*Symphytum officinalis* L.), losna (*Artemisia absinthium* L.), bardana (*Arctium lappa* L.) e mentrasto (*Agerathum conyzoides* L.) na concentração de 0,1 g mL⁻¹ na mortalidade de juvenis de segundo estágio de *M. incognita* foi estudada por Dias et al. (2000), os quais verificaram frequência de 100,0, 92,0, 91,0, 90,0, 84,2 e 81,4% de mortalidade de J2 de *M. incognita*, respectivamente para cada extrato.

Silva et al. (2008b) avaliaram o efeito da incorporação de folhas frescas de nim ao solo sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* e *Meloidogyne* spp em quiabeiro. Foi observado que a incorporação de 25 g de folhas de nim foi eficiente no controle de *Meloidogyne* isoladamente. Contudo, quando 50 g de folhas frescas dessa planta foram incorporadas ao solo, foi obtido controle eficiente para o complexo *Fusarium* x *Meloidogyne*.

Espécies de Poaceae apresentam efeito antagônico à importantes espécies de fitonematoides, podendo ser utilizadas em rotação de culturas com plantas anuais, como culturas de cobertura ou em associação com plantas perenes, FERRAZ et al., (2010).

A reação de espécies de gramíneas e leguminosas a *Meloidogyne enterolobbi* foi avaliada por Silva; Silva (2009) e o estudo mostrou que *Mucuna pruriens* e *Crotalaria paulina* reduziram para zero os índices de galhas e de massas de ovos em tomateiro.

Ainda que várias espécies de plantas tenham sido estudadas para o controle de nematoides, considerando que a flora brasileira é muito ampla e rica, ainda há muitas espécies a serem pesquisadas, e muitas famílias botânicas que não foram sequer estudadas. Assim, novos estudos devem se basear na busca por plantas com potencial nematicida, na descoberta e caracterização de compostos ativos, na concentração destes, seu modo de ação, e melhor forma de aplicação (FERRAZ et al. 2010).

2.3 *Tithonia diversifolia*

2.3.1 Caracterização botânica e distribuição geográfica

Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray pertence à Divisão Sphermatophyta, Classe Dicotiledoneae, Subclasse: Metaclamídeas, ordem: Campanuladas, Família: *Asteraceae* e Gênero *Tithonia*. Esse gênero compreende dez espécies, todas originárias principalmente do México, sendo introduzida na África como planta ornamental (NASH, 1976; JAMA et al., 2000).

No Brasil, pode ser encontrada em todo o território nacional, sendo semelhante ao girassol (*Helianthus annuus* L.) (AZANIA et al., 2003). É conhecida popularmente como margaridão amarelo, cinco-pontas, mão-de-Deus, boldo japonês e girassol mexicano.

Tithonia diversifolia é um arbusto perene que cresce de dois a cinco metros, apresentando inflorescências de cor amarela brilhante ou alaranjada, ramos fortes com folhas alternadas, pecioladas, variando de 7,0 a 20,0 cm de comprimento e com 4,0 a 20,0 cm de largura, estabelecendo - se naturalmente a partir de sementes. Sua propagação ocorre também por meio de estaquia, pela facilidade que ocorre o pegamento, podendo ser utilizadas estacas de 20 a 30 cm de comprimento do terço médio das hastes verdes (WANJAU et al., 1998; OWOYELE et al., 2004; FERRO, 2006) (Figuras 2 e 3).



Figura 2 - Inflorescência de *Tithonia diversifolia*. **Figura 3** - Planta de *Tithonia diversifolia*.

2.3.2 Composição química de extratos de *T. diversifolia*

Análises realizadas em folhas de *T. diversifolia* detectaram a presença de 14 lactonas sesquiterpênicas, um diterpenóide e um flavonoide, os quais foram quimicamente identificados (KUO et al. 1998; AMBRÓSIO et al., 2008). Além desses metabólitos, Tona et al., (1998) já haviam identificado a presença de taninos, esteroides, triterpenóides e saponinas. Nesse mesmo estudo, foi também descrito a ação fagoinibidora desses compostos, testando-os frente a larvas do lepidóptero *Chlosyne lacinia*.

Segundo Cowan (1999), os flavonóides são sintetizados pelas plantas em resposta às infecções microbianas, justificando sua ação antimicrobiana frente a vários micro-organismos. Essa atividade se dá provavelmente devido a habilidade de complexação com a parede bacteriana. Os flavonoides mais lipofílicos podem lisar a membrana microbiana.

Os flavonoides têm grupos hidroxila sobre o anel β , o que aumenta sua atividade contra micro-organismos do que flavonas com grupo - OH não ligados ao anel. Este fato levanta a hipótese de que o mecanismo de ação seja em nível de membrana plasmática. Compostos lipofílicos podem interromper a estrutura da membrana microbiana e a maior hidroxilação do composto pode levar a maior atividade antimicrobiana por aumento de toxicidade aos micro-organismos (COWAN, 1999).

Os efeitos biológicos aos micro-organismos têm estimulado a quantificação e identificação dos princípios ativos presentes em *T. diversifolia* (GOFFIN et al., 2003; ZIEMONS et al., 2005). Assim, muitos estudos se direcionaram na identificação de mais compostos presentes nessa planta, encontrando: tagitininas A-F, guaianolídeo, epoxitifrucina, heliangolídeo, tirotundina, tirotundina-3-O-metileter, deacetilviguiestina, 1 β -metoxidiversifolina, 1 β -metoxidiversifolina 3-O-metileter, 4 β -10 α -dihidroxi-3-oxo-8 β -isobutiroiloxiguaia-11(13)-en-6, 12-olídeo, luteolina, nepetina, hispedulina e sesquiterpenos germacronos (1-acetiltagitininina A) e guaionolídeos 8 β -isobutiriloxicumambranolídeo (SARMA et al., 1987; PEREIRA et al., 1997; KUO, 1998; GU et al., 2002; KURODA et al., 2007).

2.3.3 Usos de *Tithonia diversifolia*

Tithonia diversifolia contém metabólitos com propriedades farmacológicas, como atividade antimalária, antiinflamatória, antidiarréica, antiamébrica, antimicrobiana e espasmolítica (MADUREIRA et al., 2002). Além destes, os usos da *T. diversifolia* incluem também alimentação animal, atração de insetos, adubo verde, cerca viva, quebra vento, atividade fitoterápica e alelopática, efeito nematicida, entre outros (GUALBERTO et al., 2011; ODEYEMI; ADEWALE, 2011).

Há evidências de que plantas de *T. diversifolia* acumulam nitrogênio em suas folhas tanto quanto as leguminosas, têm altos níveis de fósforo, grande volume radicular, habilidade especial para recuperar os escassos nutrientes do solo, ampla faixa de adaptação e toleram condições de acidez e baixa fertilidade do solo. Considerada uma espécie rústica, podem suportar podas ao nível do solo ou mesmo queimadas. Além disso, apresenta boa capacidade de produção de biomassa, rápido crescimento e baixa demanda de insumos e de manejo para seu cultivo (RIOS, 1998; WANJAU et al., 1998).

Tithonia diversifolia possui maior concentração de todos os macronutrientes em comparação com leguminosas utilizadas como *mulch* ou adubação verde na África tropical. O uso da fitomassa em solo deficiente em

fósforo reforça a atividade microbiana, aumenta a disponibilidade de P e incrementa o rendimento de grãos de culturas anuais (JAMA et al., 2000).

Pesquisa realizada em nove localidades do Quênia, abrangendo 257 hectares de cultivo de *T. diversifolia*, estimou-se que esta espécie tem potencial de produção de biomassa de 530 toneladas de massa fresca, correspondendo a 84,8 toneladas de massa seca ha ano⁻¹, onde 5,0 toneladas de massa fresca de *T. difersifolia* incorporada em 1 hectare correspondem à aplicação de fertilizantes inorgânicos: de 159 kg (N), 10 kg (P), 161 kg (K), 18 kg (Ca) e 22 kg (Mg) (RESEARCH REPORT, 2000).

O uso de resíduos de *T. diversifolia* em um sistema de pousio de curta duração resultou em aumento na disponibilidade de fósforo no solo (MUSTONEN et al. 2013). Na Costa Rica, rendimentos do feijoeiro foram significativamente maiores com uso de fitomassa de *T. diversifolia* adicionada ao solo como matéria orgânica (MUSTONEN et al. 2012).

A fitomassa de *T. diversifolia* beneficiou as culturas do arroz e milho, em trabalho realizado por Jama et al. (2000). Além disso, também tem sido preconizada para a detoxificação de áreas contaminadas com chumbo, crescendo marginal às rodovias com tráfego pesado, identificando-se elevadas concentrações do metal pesado nas folhas e raízes, sem que isso afete seu desenvolvimento ou expresse sintomas de toxidez (OLIVARES, 2003).

Estudo sobre os efeitos da biomassa fresca de *T. diversifolia* na germinação, crescimento e produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) demonstraram que essa planta pode ser usada com sucesso na melhoria do solo e aumento da produção desta cultura (OLUWAFEMI; OLUMIDE, 2013).

A biomassa de *T. diversifolia* apresenta grande potencial como fertilizante natural, podendo ser utilizado pelos agricultores como adubo verde, pois fornece nutrientes adequados e necessários para melhoria da produção de gergelim, assim contribuiu para o aumento na produção e uma redução nos gastos com o uso de fertilizantes inorgânicos (BABAJIDE et al., 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram realizados três experimentos em casa de vegetação e no Laboratório de Fitossanidade do Departamento de Fitotecnia, localizado na Universidade Federal do Piauí – UFPI, sendo estes: 1- Efeito da incorporação de folhas frescas de *T. diversifolia* ao solo sobre *P. brachyurus*; 2 - Efeito do *mulch* de folhas de *T. diversifolia* sobre *P. brachyurus*; 3 - Avaliação do período de incubação de folhas frescas de *T. diversifolia* incorporadas ao solo sobre *P. brachyurus*.

3.1 Obtenção e multiplicação de *Pratylenchus brachyurus*

A população original de *P. brachyurus* foi obtida a partir de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) procedentes do Município de Bom Jesus – PI. Para a multiplicação do inoculo, mudas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) foram inoculadas e mantidas em casa de vegetação por 90 dias.

Na obtenção do inoculo para os experimentos foi realizada a extração dos espécimes conforme metodologia de Coolen; D’Herde (1972), onde as raízes foram lavadas e cortadas em pedaços de aproximadamente 1 cm . Em seguida retirou-se uma alíquota de 10 g que foram trituradas em liquidificador por 15 segundos, em volume de água suficiente para cobrir os fragmentos. Passou-se a suspensão resultante em peneira de 20 sobre a de 325 meshes. Transferiu-se a suspensão obtida para os tubos da centrífuga e acrescentou-se aos tubos 1 g de caulim. Centrifugou-se a 1750 r.p.m durante 5 minutos. Logo após, eliminou-se o sobrenadante, limpou-se as paredes dos tubos e adicionou-se a solução de sacarose. Centrifugou-se novamente a 1750 r.p.m por 1 minuto. Em seguida, verteu-se o sobrenadante sobre a peneira de 325 meshes e lavou-se os nematoides que foram recolhidos em cerca de 20 mL de suspensão aquosa clara e, aqueles obtidos, foram examinados e contados em microscópio óptico utilizando uma lâmina de contagem de Peters.

3.2 Produção de mudas de quiabeiro

Em condições de casa de vegetação foram produzidas as mudas de quiabeiro cv. Santa Cruz 47, utilizadas nesse trabalho, sendo a semeadura realizada em bandeja de polietileno com 50 células, contendo substrato feito a partir da mistura de solo previamente autoclavado (120 °C por 1 h) e esterco bovino, na proporção (2:1). O transplante dos quiabeiros ocorreu após 15 dias de emergência, para vasos plásticos com capacidade de 2,8 L, contendo 2 L de solo autoclavado.

As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia, até a obtenção dos dados.

3.3 Implantação dos experimentos

3.3.1 Experimento 1 : Efeito da incorporação de folhas frescas de *T. diversifolia* ao solo sobre *Pratylenchus brachyurus*

Folhas de *T. diversifolia* foram colhidas aleatoriamente de exemplares cultivados no Centro de Ciências Agrárias no Campus Universitário da UFPI. Posteriormente, esse material foi selecionado por catação manual e as folhas frescas foram picadas com tesoura esterilizada. Em seguida foram pesadas para obter as diferentes dosagens utilizadas nos tratamentos.

O experimento (Figura 4) foi implantado no delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram constituídos por cinco dosagens de folhas de *T. diversifolia* incorporada ao solo (0, 5, 10, 15 e 20 g kg⁻¹ de solo), com sete repetições, utilizando-se uma planta por parcela, sendo cada parcela representada por um vaso. Para confirmação da viabilidade do inoculo, utilizou-se o sorgo como testemunha suscetível.

Quinze dias após a emergência, as mudas de quiabeiro foram transplantadas para vasos contendo 2 L de solo autoclavado e folhas frescas de *T. diversifolia* incorporadas. As plantas foram inoculadas distribuindo-se a suspensão de inóculo (10 mL/ planta), na concentração de 24 exemplares de *Pratylenchus*/ mL.



Figura 4 – Experimento em casa de vegetação, com plantas de quiabo e sorgo recém inoculadas com *Pratylenchus brachyurus*.

Sessenta dias após a inoculação, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos com o máximo possível de raízes e 100 cm³ de solo de cada vaso. No laboratório, o sistema radicular de cada planta foram lavados em água corrente, secos em folhas de papel toalha e separados da parte aérea. Foi determinado o número de nematoides existentes no solo e nas raízes (Nem./g) em cada parcela pelos métodos de JENKINS (1964) e COOLEN ; D'HERDE (1972), respectivamente.

A população final (Pf) foi estimada pela contagem em lâmina de Peters, utilizando microscópio óptico. Após a contagem, foram calculados os fatores de reprodução ($FR = Pf / Pi$), utilizando-se a metodologia descrita por OOSTENBRINK (1966).

Os dados obtidos, quando necessário, foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, utilizando o programa estatístico ASSISTAT ® e aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Experimento 2: Efeito do *mulch* de folhas de *T. diversifolia* sobre *P. brachyurus*

Folhas de *T. diversifolia* foram coletadas, selecionadas e colocadas em sacos de papel. Posteriormente foram submetidas à desidratação em estufa de secagem e esterilização com circulação de ar forçada, regulada para 40 °C pelo período de 72 horas. Retirada toda a umidade, as folhas secas foram removidas dos sacos e trituradas em liquidificador (Figura 5).



Figura 5 – Preparo do *mulch* de folhas de *Tithonia diversifolia*

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelas dosagens de *mulch* de folhas de *Tithonia* (0, 5, 10, 15 e 20 g kg⁻¹ de solo), com sete repetições, uma planta por parcela, sendo cada parcela representada por um vaso. Para confirmação da viabilidade do inoculo foi utilizado o sorgo como testemunha suscetível.

Quinze dias após a emergência, os quiabeiros foram transplantados para vasos contendo *mulch* de folhas de *T. diversifolia* sobre o solo autoclavado. As plantas foram inoculadas distribuindo-se a suspensão de

inoculo (10 mL/ planta), na concentração de 50 exemplares de *Pratylenchus*/ mL.

Transcorridos 60 dias, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos e, do sistema radicular dos quiabeiros, foram extraídos os nematoides através do método de Coolen; D'herde (1972). O solo, após a retirada das raízes, foi homogeneizado e retirou-se uma alíquota de 100 cm³, a qual foi processada pelo método do peneiramento e flutuação em centrifuga com solução de sacarose (JENKINS 1964), para extração dos nematoides. O FR foi calculado como proposto por OOSTENBRINK (1966).

Os dados obtidos, quando necessário, foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, utilizando o programa estatístico ASSISTAT ® e aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.3 Experimento 3: Efeito do período de incubação de folhas frescas de *Tithonia diversifolia* incorporadas ao solo sobre *Pratylenchus brachyurus*

O experimento foi implantado no delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram constituídos pelos períodos de incubação de folhas de *Tithonia* (0, 7, 14 e 21 dias), com oito repetições, uma planta por parcela, sendo cada parcela representada por um vaso.

Cada parcela recebeu 20 g kg⁻¹ de solo, de folhas picadas, que foram incorporadas ao solo autoclavado contido nos vasos. Foi considerada a melhor dosagem do experimento 1 para controle do nematoide, ou seja, 20 g de folhas picadas.

Posteriormente o solo contido em cada vaso foi infestado com 10 mL de suspensão de *Pratylenchus*, totalizando 25 exemplares/ mL (Figura 6). Em seguida mudas de quiabeiro com 15 dias de idade (Figura 7) foram plantadas nos vasos do tratamento 1, referente ao período zero dia de incubação, e passados 7, 14 e 21 dias, nos tratamentos 2, 3 e 4, respectivamente.



Figura 6 – Inoculação da suspensão com *Pratylenchus brachyurus* no solo.

Figura 7 - Quiabeiro com 15 dias de idade plantado em solo infestado com *Pratylenchus brachyurus*.

A avaliação foi realizada 60 dias após o transplante das mudas através da extração dos nematoides das raízes e do solo pelos métodos de Coolen; D'Herde (1972) e Jenkins (1964), respectivamente, e posterior contagem dos nematoides em microscópio óptico, com auxílio de lâmina de Peters. As variáveis analisadas foram o número de nematoides na raiz e no solo de cada parcela. Além destes, foi determinado o FR como proposto por Oostenbrink (1966).

Os dados obtidos, quando necessário, foram transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$, utilizando o programa estatístico ASSISTAT® e aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Efeito da incorporação de folhas frescas de *T. diversifolia* no solo sobre *Pratylenchus brachyurus*

Os resultados obtidos no experimento, relativo à incorporação de folhas frescas de *T. diversifolia* ao solo, estão representados na Tabela 1. Ao final do ensaio, verificou-se redução populacional de *P. brachyurus*.

Tabela 1. Efeito da incorporação de folhas frescas de *Tithonia diversifolia* ao solo sobre *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros, 60 dias após a inoculação (TERESINA - PI, 2014)

Tratamentos	Nematoide no solo (100 mL)	Nematoide na raiz (g)	FR
T1 - (0 g)	91,4 a	131,4 b	0,99 a
T2 - (5 g)	10,0 b	15,7 c	0,10 b
T3 - (10 g)	0,0 b	11,4 c	0,04 b
T4 - (15 g)	8,5 b	22,8 c	0,13 b
T5 - (20 g)	0,0 b	0,0 c	0,00 b
Testemunha (sorgo)	105,7 a	220,0 a	1,35 a
CV(%)	37,6%	40,5%	9,4%

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. CV(%) = coeficiente de variação.

Observa-se diferença significativa entre o FR dos quiabeiros quando se compara os tratamentos com incorporação de folhas de *T. diversifolia* no solo com o tratamento 1, sem a incorporação de folhas. A utilização das dosagens 5, 10, 15 e 20 g kg⁻¹ de solo, de folhas de *T. diversifolia* incorporadas ao solo, diminuiram a população do nematoide em 92, 97, 90 e 100%, respectivamente.

Resultados como estes, assemelham-se ao encontrado por Osei et al. (2011) quando utilizaram *T. diversifolia* no controle de nematoides, verificando que o uso dessa Asteraceae contribuiu na redução da densidade populacional de todos os nematoides, com destaque para *Meloidogyne* e *Pratylenchus* que

atingiram reduções de 86 e 87%, respectivamente, na densidade populacional, quando comparado à testemunha.

A adição de resíduos vegetais no solo na supressão de fitonematoides tem sido muito investigada por vários pesquisadores. Moraes et al. (2006) obtiveram resultado semelhante, quando verificaram que a incorporação de mucuna preta e *Crotalaria juncea* reduziram a população de *M. incognita* no cultivo de alface americana e repolho, em 42 e 51%, respectivamente.

Percebe-se que o número de nematoide na raiz foi superior ao número de nematoide presente no solo, confirmando o hábito endoparasita migrador do *Pratylenchus*, cujo ataque se concentra no sistema radicular das plantas hospedeiras.

A suscetibilidade do quiabeiro a *P. brachyurus* já foi estudada anteriormente por Machado; Inomoto (2001), em que avaliando 18 plantas olerícolas em casa de vegetação, verificaram que o quiabeiro cv. Santa Cruz foi um dos melhores hospedeiros do nematoide, aumentando a população em 15 vezes, 65 dias após a inoculação.

A viabilidade do inóculo foi confirmada quando verificou-se o maior nível populacional de *Pratylenchus* na testemunha suscetível, representada pelo sorgo, que apresentou $FR = 1,35$. Tal resultado assemelha-se ao encontrado por Neves (2013), quando avaliou a reprodução de *P. brachyurus* em diferentes gramíneas forrageiras, verificando que o sorgo apresentou maior nível populacional do nematoide ($FR = 1,57$), reforçando o grau de suscetibilidade dessa forrageira a *Pratylenchus*.

A redução populacional de *P. brachyurus* nesse experimento pode estar relacionada à decomposição das folhas de *T. diversifolia* que liberou substância nematicida e, conseqüentemente, foi tóxica ao nematoide. Tal fato pode ser justificado pelo estudo realizado por Slomp et al. (2009), que identificaram flavonoides na análise fitoquímica preliminar dos extratos das folhas de *T. diversifolia*, encontrando efeito nematicida para *P. zae* e *P. jaehni*. Os flavonóides são sintetizados pelas plantas em resposta às infecções microbianas, justificando sua ação antimicrobiana frente a vários microorganismos. Além desse trabalho, Ragasa et al. (2007), cita que o potencial nematicida dessa Asteraceae pode ser atribuído à presença de terpenos na planta.

Os resíduos foliares de diversas plantas têm sido incorporados ao solo visando o controle de fitonematoides e na contribuição no crescimento da microflora antagônica aos nematoides, como fungo, bactérias, que podem atuar produzindo enzimas ou metabólicos tóxicos (LOPES et al. 2005; SILVA, 2011).

Foi observado principalmente nos tratamentos 1 e 2, raízes de quiabeiro poucos desenvolvidas e menos volumosas (Figura 8), decorrentes de lesões necróticas causadas pelo nematoide. Essas anomalias limitaram a absorção de água e de nutrientes, levando as plantas atacadas a exibirem sintomas reflexos na parte aérea, tais como nanismo e murcha nas horas mais quentes do dia. Tal resultado coincide com aqueles encontrado por Inomoto et al. (2004), quando avaliaram a patogenicidade de *P. brachyurus* e *P. coffeae* em quiabeiro e verificaram que *P. brachyurus* é prejudicial por causar escurecimento e necrose em raízes infectadas, poucos dias após inoculação, resultando em reduzido desenvolvimento da parte aérea do quiabeiro.



Figura 8 - Desenvolvimentos dos quiabeiros, 60 dias após inoculação com *Pratylenchus brachyurus*, representados por T1 – 0 g; T2 – 5 g; T3 – 10 g; T4 – 15 g; T5 – 20 g kg⁻¹ solo, de folhas de *Tithonia diversifolia* incorporadas.

4.2 Experimento II - Avaliação do efeito de *mulch* de folhas de *Tithonia diversifolia* no solo com *Pratylenchus brachyurus*

A utilização de diferentes dosagens de *mulch* com folhas de *T. diversifolia* diminuiu significativamente a população de *P. brachyurus* (Tabela 2). Os melhores valores foram obtidos nos tratamentos 3, 4 e 5, onde verificou-se redução de até 100% do número de nematoides no solo e na raiz dos quiabeiros, com FR = 0,0. Este fato reforça a atividade nematicida de *Tithonia* que durante o processo de decomposição libera aleloquímicos, contribuindo diretamente na eliminação do nematoide.

Tabela 2. Efeito de *mulch* de folhas de *Tithonia diversifolia* no solo infestado com *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros, 60 dias após a inoculação (TERESINA-PI, 2014).

Tratamentos	Nematoide no solo (100 mL)	Nematoide na raiz (g)	FR
T1 - (0 g)	165,7 a	508,5 a	1,35 b
T2 - (5 g)	5,71 b	17,1 b	0,04 c
T3 - (10 g)	0,00 b	0,00 b	0,00 c
T4 - (15 g)	0,00 b	0,00 b	0,00 c
T5 - (20 g)	0,00 b	0,00 b	0,00 c
(testemunha) Sorgo	197,1 a	632,4 a	1,65 a
CV(%)	22,9 %	25,0 %	7,01 %

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. CV(%) = coeficiente de variação.

Segundo Ntalli (2012), glicosídeos de triterpenos, presentes na família das Asteraceae, possuem significativa propriedade nematicida, agindo diretamente na membrana plasmática dos nematoides.

Ferreira et al. (2013), registraram que o efeito do extrato de *Tithonia* sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. incognita*, após 15 dias de imersão, reduziu 92,48% na eclosão desse patógeno. Trabalhos como estes, confirmam a atividade nematicida de *T. diversifolia*.

Nos extratos de *Tithonia* Odeyemi; Adewale (2011) encontraram alcalóides e saponinas que inibiram 98% a eclosão dos ovos de *Meloidogyne incognita*, dois dias após a incubação, verificando-se inibição de 100% na eclosão dos ovos, após nove dias nos teste *in vitro*. Esse experimento pode comprovar que o extrato de *T. diversifolia* tem potencial para o controle de nematoide das galhas no inhame (*Dioscoria rotundata*).

Detecta-se maior número de nematoides nas raízes dos quiabeiros quando comparado ao número de nematoides presentes no solo. Isso pode estar relacionado ao fato do *Pratylenchus* ser endoparasita migrador, afetando negativamente o sistema radicular. *Pratylenchus* é prejudicial ao quiabeiro por causar necrose em raízes infectadas, poucos dias após a inoculação. Tal efeito resulta em reduzido desenvolvimento da parte aérea (INOMOTO, 2004).

Segundo Goulart (2008), os efeitos do *Pratylenchus* sobre o crescimento, e conseqüentemente, sobre a produção vegetal, são resultantes da desordem e mau funcionamento dos processos de crescimento de raízes e exploração do solo para obtenção de água e nutrientes.

No decorrer deste experimento foi observado que a utilização do *mulch* apresentou plantas com melhor desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular dos quiabeiros. Tal fato pode ser justificado por trabalho realizado por Liasu et al.(2008), quando observaram que o *mulch* de *T. diversifolia* promoveu melhor crescimento e desenvolvimento em quiabeiros, além de apresentarem frutos maiores, quando comparado com a utilização da suplementação do solo com fertilizantes. O *mulch* aumentou o enraizamento próximo à superfície do solo, levando à melhoria da disponibilidade de oxigênio e melhor crescimento das plantas.

Observou-se durante o desenvolvimento desta pesquisa, que em apenas 30 dias após inoculação do *P. brachyurus*, as plantas do tratamento 1 e testemunha suscetível (sorgo), apresentaram porte inferior às plantas dos demais tratamentos, além de sintomas reflexos como clorose e murcha nas horas mais quentes do dia. Aos 60 dias após a inoculação verificou-se os sistemas radiculares, apresentaram fortes necroses, com coloração pardo-escura e baixo peso na biomassa, comprovando o alto grau de infecção causado pelo nematoide.

O cultivo dos quiabeiros utilizando o *mulch* de folhas de *T. diversifolia* sobre o solo, propiciou melhor desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da parte aérea, quando comparado ao quiabeiro cultivado sem o *mulch* (Figura 9).

A adição de diferentes fontes de matéria orgânica ao solo, tanto como adubo verde, quanto como composto orgânico, foi estudada por Rossi (2001), que verificou redução na população de nematoides e, conseqüentemente, do dano associado. Além das modificações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, proporcionou maior resistência da planta ao parasitismo. Os resíduos orgânicos testados foram a torta de mamona, o esterco de frango e a palha de café, que se mostraram eficientes no controle de fitonematoides.

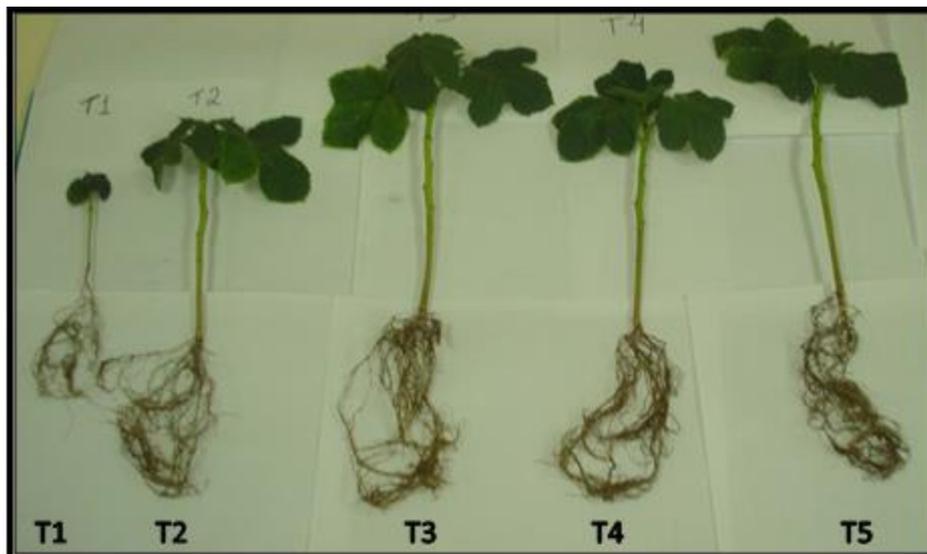


Figura 9 - Desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após inoculação com *Pratylenchus brachyurus*, utilizando *mulch* de folhas de *Tithonia diversifolia*: T1 - (0 g); T2 - (5 g), T3 - (10 g), T4 - (15 g) e T5 - (20 g) kg^{-1} de solo.

4.3 Experimento III – Efeito do período de incubação de folhas de *Tithonia diversifolia* incorporadas ao solo sobre *Pratylenchus brachyurus*

Na avaliação final (60 dias) após inoculação do *Pratylenchus* nos quiabeiros, observa-se que todos os tratamentos foram eficientes na redução da população do nematoide. Os melhores resultados foram obtidos nos períodos de 14 e 21 dias de incubação das folhas de *T. diversifolia* ao solo, com FR= 0,0 e eliminação do patógeno (Tabela 3). Tal fato deve ter ocorrido por existir na *T. diversifolia* compostos que atuam diretamente sobre o nematoide evitando sua multiplicação. A decomposição de biomassa vegetal libera compostos que são tóxicos aos nematoides, tais como fenóis, diterpenos, terpenos, flavonoides (OKA, 2010).

Tabela 3. Efeito do período de incubação de folhas de *Tithonia diversifolia* incorporadas no solo com *Pratylenchus brachyurus*, em quiabeiros 60 dias após a inoculação (TERESINA-PI, 2014).

Tratamentos	Nematoide no solo (100 mL)	Nematoide na raiz (g)	FR
T1 - (0 dia)	0,00 b	0,75 a	0,06 ab
T2 - (7 dias)	1,24 a	0,00b	0,11 a
T3 - (14 dias)	0,00 b	0,00 b	0,00 b
T4 - (21 dias)	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CV(%)	59,4%	3,92%	0,47 %

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey CV(%) coeficiente de variação.

Observa-se com apenas sete dias de incubação das folhas de *T. diversifolia* ao solo, maior quantidade de nematoide no solo que na raiz dos quiabeiros. Esse período foi suficiente para ocorrer decomposição das folhas de *T. diversifolia* e liberar compostos nematicidas no solo. Isso pode ser justificado pela redução das atividades do nematoide frente às condições desfavoráveis do ambiente, que impediram a infecção na planta. Segundo

Mcsorley (2003), os nematoides sob estresse ambiental, podem sobreviver em estado de quiescência temporária e entrar em anidrobiose, suspendendo suas atividades em ambientes desfavoráveis.

Constata-se que a partir do 14^o dia de incubação de folhas de *T. diversifolia* no solo, as substâncias com efeito nematicidas foram melhor liberadas durante o processo de decomposição dos resíduos foliares, favorecendo a eliminação do nematoide. Semelhante a este resultado Parkey et al. (2011), observaram maior taxa de decomposição e liberação de nutrientes de *T. diversifolia* em relação à *Senna spectabilis*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* e *Acacia auriculiformis*, fato que favoreceu ao aumento da fitomassa de raízes de feijão e desenvolvimento da parte aérea, principalmente para genótipos eficientes na fixação do fósforo.

A adição de resíduos vegetais ao solo na supressão de fitonematoides tem sido muito investigada por vários pesquisadores. Lopes et al. (2005), em experimento avaliando o efeito da incorporação de parte aérea de mucuna preta no solo sobre *M. incognita*, observaram que a adição de parte aérea seca de mucuna preta promoveu significativa redução (47%) no número de galhas.

A biomassa de *T. diversifolia* apresenta grande potencial como fertilizante natural, podendo ser utilizado pelos agricultores como adubo verde, pois fornece nutrientes adequados e ajuda na redução nos gastos com uso de fertilizantes inorgânicos (BABAJIDE et al., 2012).

O desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após a inoculação com *Pratylenchus* podem ser melhor observados na Figura 10.



Figura 10 - Desenvolvimento dos quiabeiros 60 dias após a inoculação de *Pratylenchus brachyurus* nos períodos de 0, 7, 14 e 21 dias de incubação de folhas de *Tithonia diversifolia*, representados pelos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

1. A incorporação de folhas de *Tithonia diversifolia* no solo, como adubo verde, reduziu significativamente a população de *Pratylenchus brachyurus*, 60 dias após a inoculação, com destaque para a dosagem de 20g kg⁻¹ de solo, que eliminou o patógeno, além de contribuir para um aumento no crescimento do quiabeiro.

2. A utilização de *mulch* de girassol mexicano demonstra que utilizando a dosagem de 5g kg⁻¹ de solo, reduziu a população de nematoide, enquanto que as dosagens 10, 15 e 20g kg⁻¹ de solo, eliminou o patógeno e contribuiu para o crescimento da parte aérea dos quiabeiros.

3. O período de incubação de folhas frescas de *T. diversifolia* ao solo influenciou na redução e eliminação de *Pratylenchus brachyurus*, com destaque para os períodos de 14 e 21 dias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Patology**. 5ª ed. San Diego: Academia Press. p. 851-852, 2004.

ALVES, T. C. U. **Reação de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, 2008. 41p.

AMBRÓSIO, S. R.; OKY, Y. ; HELENO, V. C. G.; CHAVES, J. S.; NASCIMENTO, P. G. B. D. ; LICHSTON, J. E. ; CONSTANTINO, M. E.; VARANDA, E. M.; COSTA, F. B. Constituents of glandular trichomes of *Tithonia diversifolia* :Relationships to herbivory and antifree-dant activity. **Phytochemistry**, v.69, p.2052-2060, 2008.

AZANIA, A. A. P.; AZANIA, C. A. M.; ALVES, P. L. C. A.; PALANIRAJ, R.; KADIAN, H. S.; SATI, S. C.; AWAT, L. S.; DAHIYA, D. S.; NARWAL, S. S. Allelopathic Plants. 7. Sunflower (*Helianthus annus* L.). **Allelopathy Journal**, India, v.11, p.1-20, 2003.

BABAJIDE, P. A; AKANBI, W. B; OLABODE, O. S; OLANIYI, O.; AJIBOLA, A. T. Influence of pré-application handling techniques of *Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray residues on sesame, in south-western Nigeria. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v.15, p.2135-2146, 2012.

CAIRNS, M. F. Study on Farmer Management of Wild Sunflowers (*Tithonia diversifolia*) short communication. ICRAF S E. Asian Regional Research Programme, 1996. 66p

CASTILHO, P.; VOLVAS, N. Diagnosis and descriptions of *Pratylenchus* species. In:_____.**Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae):** diagnosis, biology, pathogenicity and management. Cordoba: Brillv. 6, p. 51- 280 , 2007

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 221-249, 2002.

COOLEN, W. A. D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent, State Agricultural Research Centre**. 1972. 77p.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Journal of Clinical Microbiology**. Rev. v.12, p. 564-582, 1999.

DIAS, C. R.; SCHWAN, A. V.; EZEQUIEL, D. P.; SARMENTO, M. C. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 24, p. 203-210, 2000.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. **Nematoides**. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.) Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja: Londrina, p.173 – 206, 2010.

FAVORETO, L.; PEREIRA, G. H.; JESUS, A. M. S.; OLIVEIRA, B. R. Ocorrência e hospedabilidade de nematoides em mudas de espécies florestais utilizadas no sistema agrossilvipastoril. **Nematologia Brasileira**, v.37, p.3 - 4, 2013.

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematoides das lesões radiculares. In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: Gráfica e Editora PE. Berthier, v.7, p.157-195, 1999.

FERRAZ, L. C. C. B. O nematóide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 96, p. 23-27, 2006.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A. & DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010, 245 p

FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathol**. Botucatu, v.39, p. 40 - 44, 2013.

FERREIRA, I. C. M.; SILVA, G. S.; NASCIMENTO, F. S. Manejo de *Meloidogyne incognita* com espécies da Família Asteraceae. **Nematologia Brasileira**.Piracicaba, v.37, p.1-2, 2012.

FERRO, D. **Fitoterapia: conceitos clínicos**. São Paulo: Atheneu, 2006. 532 p.

GARDIANO, C. G., FERRAZ, S., LOPES, E. A., FERREIRA, P. A., CARVALHO, S. L. Pulverização de tinturas vegetais em tomateiros para o controle de *M. javanica*. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, Chapadinha, v.2, p.22-27, 2008.

GOFFIN, E.; CUNHA, A. P.; ZIEMONS, E.; TITS, M.; ANGENOT, L.; FREDERICH, M. Quantification of tagitinim C in *Tithonia diversifolia* by reverse – phase high- performance liquid chromatography. **Phytochemical analysis**, v.14, p. 378-380, 2003.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008, 27 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 219).

GU, J. Q.; GILLS, J. J.; PARK, E. J.; MATA - GREENWOOD, E.; AXELROD, F.; CHAVEZ, P.I .; FONG, H. H. S.; MENTH, R. G.; PEZZUTO, J. M.; KINGHORN, A. D. Sesquiterpenoids from *Tithonia diversifolia* with potential cancer chemopreventive activity. **Journal of Natural products**, v.65, p.532-536, 2002.

GUALBERTO, R; SOUZA JÚNIOR, O. F; COSTA, N. R; BRACCIALLI, C. D; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da

planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL) Gray. **Nucleus**, v.8, p. 241-255, 2011.

INOMOTO, M. M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.36, p.308-312, 2011.

INOMOTO, M.M., SILVA, R.A.; PIMENTEL, J.P. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *P. coffeae* em quiabeiro. **Fitopatologia Brasileira** v.29, p. 551-554. 2004.

JAMA, B.; PALM, C.A.; BURESH, R.J.; NIANG, A.; GASHENGO, C.; NZIGUHEBA, G.; AMADALO, B. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. **Agroforestry Systems**, v.49, p.201-201, 2000.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separation nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 48, p. 692-695, 1964.

JESUS, A. M.; WILCKEN, S.R.S.; Reprodução de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus coffeae* em diferentes cultivares de bananeira. **Nematologia brasileira**, v.34, p.3 - 9, 2010.

KUO Y. H.; CHEN, C. H.; HUANG, S. L. New diterpenes from the heartwood of *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*. **Journal of Natural Products**. v.26, p. 829-831, 1998.

KURODA, M. ; YOKOSURA, A. ; KOBAYASHI, R. ; JITSUNO, M. ; KANDO, H. ; NASAKA, K. ; ISHILL, H.; YAMORI, T. ; MIMAKI, Y. Sesquiterpenoids and flavonoids from the aerial parts of *Tithonia diversifolia* and their cytotoxic activity. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.55, n. 8, p.1240-1244, 2007.

LIASU, M.O., OGUNDARE, A.O.; OLOGUNDE, M.O. Effect of soil supplementation with fortified *Tithonia* mulch and directly applied inorganic fertilizer on growth and development of potted okra plants. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 2, p. 264-270, 2008.

LOOF, P. A. A. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (ed.). **Manual of agricultural nematology**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991. p. 363-421.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; FERREIRA, P.A. & AMORA, D.X. Efeito dos extratos aquosos de mucuna preta e de manjeriçao sobre *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 67-74, 2005.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1992, 314 p.

MACHADO, A.C.Z. ; INOMOTO, M.M. Host status of eighteen vegetable crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Nematropica** v. 31, p. 257- 263, 2001.

MADUREIRA, M.C. Antimalarial activity of medicinal plants used in traditional medicine in S. Tomé Príncipe islands. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p.23-29, 2002.

MCSORLEY, R. **Extraction of nematodes and sampling methods**. 1987. In: BROWN, R.H.; KERRY, B.R. (Ed.). Principles and practice of nematode control in crops. Sydney: Academic Press p. 13-47, 2003

MELLO, A. F. S.; MACHADO, A. C. Z.; INOMOTO, M. M. Potencial de controle da erva - de - Santa - Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*., **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 513-516. 2006.

MONTEIRO, A; R.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. **Apontamentos de nematologia de plantas**. Piracicaba: ESALQ; São Paulo: USP, 2003.

MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.;MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematoides em cultivo orgânico de alface Americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p.188 – 191, 2006.

MUCHANE, M. Influence of improved fallow systems and phosphorus application on arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis in maize grown in Western Kenya. **Agroforestry Systems**, v.78, p.139-150, 2010.

MUSTONEN, P. S. J. Using *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray in a Short Fallow System to Increase Soil Phosphorus Availability on a Costa Rican Andosol. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, p. 91- 100, 2012.

MUSTONEN, P. S. J. et al. Production of *Phaseolus vulgaris* L. Genotypes with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Cajanus cajan* (L.) Millsp. **Agronomy**, v.3, p. 232-247, 2013.

NASH, D. Flora de Guatemala. **Fieldiana: Botany**, v. 24, Parte XII, p. 323-325, 1976.

NEVES, D. L. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes gramíneas forrageiras. **Global Science and technology**, Rio Verde, v.6, p. 134-140, 2013.

NTALLI, N. G; CABONI, P. Botanical Nematicides: A Review. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 60, p. 9929-9940, 2012.

ODEYEMI, I. S.; ADEWALE, K. A. Phytonematotoxic properties and nematicidal potential of *Tithonia diversifolia* extract and residue on *Meloidogyne incognita* infecting yam (*Dioscorea rotundata*). **Archives Phytopathology and Plant Protection**. v.44, p.1745 -1753, 2011.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – a review. **Applied Soil Ecology**, v. 44, p.101-115, 2010.

OLABIYI, T. I.; OYEDUNMADE, E. E. A.; IBIKUNLE, G. J.; OJO, O. A. Chemical composition and bio-nematicidal potential of some weeds extracts on *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. **Plant Sciences Research**, v. 1, p. 30 - 35, 2008.

OLIVARES, E. The effect of lead on the phytochemistry of *Tithonia diversifolia* exposed to roadside automotive pollution or grown in pots of Pb-supplemented soil. **Braz. J. Plant Physiology**, v. 15, p. 1677-0420, 2003.

OLUWAFEMI, A.B.; OLUMIDE, A. T. Study on the effects of fresh shoot biomass of *Tithonia diversifolia* on the germination, growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) .**American Journal of Experimental Agriculture**, v. 3, p.1005-1011, 2013.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of relation between nematodes and plants. **Medelelingen Landbouw Hogeschool**, Wageningen, v.66, p.1-46,1966.

OSEI, K.; FENING, J. O.; GOWEN, S. R .; JAMA, A. The potential of four nontraditional legums in suppressing the population of nematodes in two Ghanaian soils. **Journal of Science and Enviromental Management**, v. 1, p. 63 - 68, 2011.

OWOYELE, V.B.; WURAOLA, C.O.; SOLADOYE, A.O.; OLALEYE,S. B. Studies on the anti-inflammatory and analgesic properties of *Tithonia diversifolia* leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v 90, p. 317-321, 2004.

PARKEY, S.T. SAM, S. J.; THEVATHASAN, N.V.; GORDON, A. M. Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative studies with four leguminous agroforestry species. **Agroforestry Systems**, v.81, p. 123 -134, 2011.

PEREIRA, P. S.; DIAS, D. A.; NASI, A. M. T. T.; VICHNEWSKI, W.; HERZ, W. Sesquiterpenes lactones from *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A.Gray. **Phytochemistry**, Oxford, v. 45, p.1445 -1448, 1997.

RACK, V. M.; VIGOLO, F.; SILVA, R. S.; GOMES FILHO, G. A.; SANTOS, P. S. Reação de cultivares de arroz de terras altas a dois isolados de *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia brasileira**, v.37, p. 3 - 4, 2013.

RAGASA, C. Y.; TEMPORA, M. M, RIDEOUT, J. A. Terpenoids from *Tithonia diversifolia*. **Journal of Research in Science**, Computing and Engineering. v. 4, p.1 - 7, 2007.

RESEARCH REPORT. Using *Tithonia* as an organic fertilizer. Sustainable Agriculture Centre for Research and Development in Africa, v. 22, 2000. 10p.

RIBEIRO, N. R. **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus***. Tese (Doutorado em Agronomia) –

Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Londrina, 2009.56 f.: il.

RIBEIRO, N. R.; DIAS P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. **Boletim de Pesquisa de Soja 2010, Fundação Mato Grosso** – p. 289-296.

RÍOS, C. I. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, uma planta com potencial para La producción sostenible en el trópico. CONFERENCIA ELETRONICA DE LA FAO-CIPAV SOBRE AGROFORESTERÍA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL EM LATINOAMÉRICA. Artículo n.14,1998.

ROSSI, C.E. Métodos de controle de nematoides compatíveis com a agricultura orgânica. **Agroecologia**, n.7, p. 20-21, 2001.

SARMA, J. C.; SHARMA, R. P.; DE JONE, R.; STAM, C. H. Absolute stereochemistry of tagitiniun A. **Phytochemistry**, v.26, n.8, p.2406-2407, 1987.

SARTORI, M. R. K. 2005. Atividade antimicrobiana de frações de extratos e compostos puros obtidos das flores da *Acmela brasiliensis Spreng* (*Wedelia paludosa*) (Asteraceae). (Dissertação de Mestrado). Programa de Mestrado Acadêmico em Ciências Farmacêuticas – Universidade Vale do Itajaí (SC). 81 p.

SILVA, G. S.; SILVA, K. C.; PEREIRA, A. L. Efeito antagônico de vedélia (*Sphagneticola trilobata*) a *Meloidogyne incognita*. **Nematologia brasileira** v.32, p. 84-86, 2008 a.

SILVA, G.S; PEREIRA, A.L. Efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusarium* x *Meloidogyne* em quiabeiro. **Summa Phytopathologica**, v.34, p. 368-370. 2008 b.

SILVA, K. C.; SILVA, G. S. Reação de gramíneas e leguminosas a *Meloidogyne mayaguensis*. **Nematologia brasileira**. v 33, p.198-200, 2009.

SILVA, G. S. **Métodos alternativos de controle de fitonematoides**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v. 19, p. 81-152, 2011.

SLOMP, L.; PEREIRA, P. S.; FRANCA, S. C.; ZINGARETTI, S.; BELEBONI, R. O. *In vitro* nematicidal effects of medicinal plants from São Paulo state, Brasil. **Pharmaceutical Biology**, v. 47, p.230-235, 2009.

SOUZA, R. A. Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipo de soja (*Glycine Max* L) Merrill, em Tupirama-TO. 2009.62 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 473 p.

TONA, L.; KAMBU.; NGIMBI, N.; CIMANGA, K.; VLIETINCK, A. J. Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v.61, p. 57-65, 1998.

WANJAU, S.; MUKALAMA J. ; THIJSEN, R. Transferência de biomassa: Cosecha grátis de fertilizante. **Boletim de ILEIA**, 1998. p.25.

ZAMBOLIM, L.; Lopes, C.A.; Picanço, M.C.; Costa, H. **Manejo integrado de doenças e pragas de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2007. Cap.07, p. 225 - 318.

ZIEMONS, E.; GOFFIN, E.; LEJEUNE, R. PROENÇA DA CUNHA, A.; ANGENOT, L.; THUNUS, L. Supercritical carbon dioxide extration of tagitinin C from *Tithonia diversifolia*. **Journal of Supercritical Fluids**, v.33, p.53-59, 2005.