

PLANTAS DO GÊNERO *Crotalaria* NO CONTROLE DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA: UMA REVISÃO

Andreia Rodrigues Lima¹, Giovanne Menezes Aguiar¹, Inaia Rhavene Fagundes Freire Nacarath²

RESUMO

A incidência de fitonematoides é um fator limitante à alta produtividade da soja no Brasil e no mundo. Diante disso, estratégias de controle destes patógenos devem ser estudadas e utilizadas. As plantas do gênero *Crotalaria* spp. são recomendadas como opção para o controle de nematoides e também para adubação verde na cultura da soja. Atualmente, nota-se pouca utilização de controle alternativo para esse tipo de patógeno. Com base nestas informações, o objetivo desta revisão é abordar estudos que demonstram a eficiência no controle dos fitonematoides por meio da rotação ou sucessão de culturas com uso de *Crotalaria* spp.. Diversos estudos têm demonstrado relação entre a cultura da crotalária e a produção da monocrotalina, substância intrínseca à planta capaz de controlar os fitonematoides. A substância, que é produzida em todas as partes da planta, controla várias espécies de nematoides com a paralização da sua capacidade digestiva e a supressão do desenvolvimento dos nematoides. Ademais, o plantio das crotalárias também pode contribuir positivamente para melhoria das características químicas e físicas do solo com a fixação biológica de nitrogênio e como planta de cobertura.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L.; monocrotalina e nematoides.

INTRODUÇÃO

A soja é uma planta leguminosa pertencente à família Fabaceae, com origem na Ásia e disseminada para o Ocidente através de navegações. No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja foi em 1882 no estado da Bahia. Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2019). A partir de 1980 a soja chegou na região do bioma Cerrado que compreende a região do Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro, Goiás, Tocantins, oeste da Bahia, Mato Grosso, sul do Maranhão e sul do Piauí (CISOJA, 2009). Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, e os maiores estados produtores são: o Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás (EMBRAPA, 2019).

A produção de soja brasileira na safra 2018/19 foi de 114,843 milhões de toneladas em uma área plantada de 35,822 milhões de hectares (EMBRAPA, 2019). Apesar de ocupar o segundo lugar em termos de produção mundial, a soja, umas das principais commodities agrícolas do Brasil, vem perdendo a capacidade produtiva devido aos ataques dos nematoides que, a depender dos níveis de infestação no solo, chegam a afetar até 40% da produtividade da cultura. (EMBRAPA, 2013).

Os nematoides, parasitas de plantas são responsáveis, de acordo com estimativas, por cerca de 10,6% das perdas no cultivo de soja internacional. Os que causam prejuízos à cultura da soja estão divididos em 50 gêneros e mais de 100 espécies

¹ Graduandos em Agronomia. Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guarai

² Professora Titular. Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guarai, Guarai-TO Av. JK nº2541 CEP: 77700-000

por todo o mundo. No Brasil, as espécies de nematoides que ocasionam danos relevantes são: *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*, *Heterodera glycines* e *Rotylenchulus reniformis* (DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2010).

As crotalárias são comumente utilizadas em métodos alternativos e culturais, contribuem para a fixação de nitrogênio, manutenção de cobertura morta, controle de nematoides, reciclagem de nutrientes, além de serem recomendadas para adubação verde (SILVEIRA; RAVA, 2004).

Em 1940, foi demonstrado por Barrons que os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp., nematoide formador de galhas, morriam de forma prematura ao penetrar nas raízes de *Crotalaria spectabilis* (LORDELLO, 1973 apud SILVEIRA; RAVA, 2004). O que também foi evidenciado por Calegari et al. (1993) e há sugestão de que esse ocorrido se deve pela ação da monocrotalina, um metabólito secundário produzido pelas plantas do gênero *Crotalaria* (WANG et al., 2002).

Considerando a limitada eficiência dos nematicidas no controle de nematoides, seu custo elevado e os efeitos tóxicos para o ambiente do solo, outras estratégias de controle devem ser adicionadas ao manejo integrado dos nematoides na cultura da soja, dentre eles, destaca-se o controle alternativo. Diante do exposto surge a seguinte problemática, é possível controlar os nematoides causadores de doença em soja de forma eficiente e sustentável? Estudos têm demonstrado o efeito nematicida de plantas do gênero *Crotalaria* no controle de nematoides em soja. A eficiência desse método de controle é evidenciada pela redução da população de nematoides obtidas com o uso de crotalárias em diversos trabalhos descritos na literatura e reunidos nesta revisão. Também é importante que produtores tenham conhecimento dessa forma de controle alternativo e a introduzam no manejo integrado desses patógenos.

Baseado na importância da cultura da soja no Brasil, nos prejuízos causados pelos fitonematoídeos e na necessidade de medidas alternativas de controle destes patógenos, justifica-se este trabalho, o qual apresenta um compilado de estudos sobre a eficiência das plantas do gênero *Crotalaria* no controle de fitonematoídeos.

A presente revisão tem como objetivo geral abordar sobre o efeito de plantas do gênero *Crotalaria* no controle de fitonematoídeos na cultura da soja. Apresentando os seguintes objetivos específicos: descrever a cultura da soja, descrever os principais nematoides que acometem a cultura da soja, acerrar sobre as características das plantas do gênero *Crotalaria*, citar e descrever os principais métodos de controle de nematoides na cultura da soja, relatar a utilização das plantas do gênero *Crotalaria* no controle de fitonematoídeos na cultura da soja e explicar acerca da monocrotalina.

A revisão foi desenvolvida com base em pesquisa bibliográfica com caráter descritivo, qualitativo-quantitativo e exploratório, baseada em livros, revistas e artigos acerca do tema estudado, cujas principais palavras-chaves utilizadas foram: *Glycine max* L.; monocrotalina e nematoides. Os principais sites de busca foram: Scielo, Embrapa, Google Scholar. A bibliografia utilizada foi entre os anos de 1973 a 2019 abordar sobre o efeito de plantas do gênero *Crotalaria* no controle de fitonematoídeos na cultura da soja.

REVISÃO DE LITERATURA

Cultura da Soja

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta leguminosa pertencente à família das Fabaceae, com origem na Ásia mais precisamente na região do nordeste da China, sendo datada em aproximadamente 3.000 anos a.C. e sua disseminação ocorreu através

das navegações partindo do Oriente para o Ocidente. Sua origem vem do cruzamento de duas espécies selvagens de soja que foram domesticadas ainda na antiga China (EMBRAPA, 2019).

Com os avanços tecnológicos e estudos relacionados à fertilidade dos solos da região, plantas adaptadas, à fitotecnia e à mecanização, os solos do Cerrado tornaram-se mais produtivos para o cultivo da soja (CISOJA, 2009).

Sua morfologia apresenta disposição de forma ereta e pode possuir três tipos de hábitos de crescimento: indeterminado, determinado e semideterminado. São plantas autógamas, seu ciclo varia de 75 a 200 dias e sua maturação fisiológica podendo ser classificada entre precoce, semiprecoce, médio e tardio, sendo seu ciclo dividido em duas fases: vegetativa e reprodutiva (SEDIYAMA, et al., 2005; BORÉM et al., 1999; FARIAS et al., 2007).

Segundo dados de 2019 da Food and Agriculture Organization (FAO) – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - a soja é o quarto alimento mais consumido pelos seres humanos entre cereais e oleaginosas, além de ser o mais importante em produção e comercialização. A safra mundial (2019/20) de acordo com o United States Department of Agriculture (USDA) – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – está estimada em 341.83 milhões de toneladas de soja (USDA, 2019). No Brasil, segundo maior produtor de soja do mundo, as estimativas chegam a 115,3 milhões de toneladas, o que demonstra a importância econômica da cultura (CONAB, 2019).

No Estado do Tocantins, os levantamentos divulgados pelo CONAB demonstram que a produção será de 3.034,6 milhões de toneladas, com a produtividade de 2.956 kg/ha de soja plantadas em 1.026,6 milhões de hectares o que representa cerca de 2,0% da produtividade nacional (CONAB, 2019).

As perdas ocasionadas pelo nematoide *Rotylenchulus reniformis* variam de 10 a 30% em solos considerado com textura médio-argilosa (25-35% de argila), é válido salientar que essa espécie de nematoide é favorecida nessas condições de solo (DIAS et al., 2010). O nematoide *Heterodera glycines* pode ocasionar danos que chegam a prejudicar 100% da produtividade a depender dos níveis de infestação (MENDES; DICKSON, 1993). O nematoide-das-lesões *Pratylenchus brachyurus* quando é o único nematoide presente na lavoura pode causar danos de até 30% o que pode aumentar caso esteja associado a nematoides de outras espécies (GOULART, 2008). Em trabalho realizado por Franchini et al. (2014) a perda média estimada em função do ataque de *P. brachyurus* foi de 21% na produtividade potencial de soja na área do estudo realizado.

Principais nematoides que acometem a cultura da soja

Os fitonematoides que causam maiores danos na cultura da soja são: *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, os *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. Porém, vale ressaltar que as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *H. glycines* são as mais danosas. (GRIGOLLI, 2015; ZAMBIASI et al., 2007).

Os nematoides parasitas de plantas são vermes alongados, finos, não segmentados e todos são parasitas obrigatórios. São encontrados no solo e raízes de plantas e somente alguns atacam a parte aérea. A maioria das espécies é microscópica, com diâmetro de 15-35 µm e com comprimentos variando entre 300-400 µm. Grande parte dos fitonematoides possui fino estilete endurecido tipo lança em seu aparelho bucal que serve para se alimentar das plantas hospedeiras (TRIGIANO, 2010).

Os nematoides formadores de galhas são representados pelo gênero *Meloidogyne*, com ênfase dada para o *M. javanica* em soja. (BRIDA, 2016; DALL'AGNOL et al., 1984; EMBRAPA, 1994; SHARMA; RODRIGUEZ, 1982). As

fêmeas dessa espécie localizam-se no interior das galhas, podendo ovipositar de 400-500 ovos. Os sintomas observados em lavouras de soja atacadas pelos nematoides de galhas são: plantas amareladas com porte reduzido, necrose entre as nervuras das folhas e manchas cloróticas observadas em reboleiras. Observa-se ainda a formação de galhas, que é o aparecimento de engrossamentos típicos nas raízes, devido à hiperplasia e hipertrofia das células do hospedeiro, às vezes bem evidentes, às vezes pouco perceptíveis nas raízes das plantas. Outro sintoma observado é o abortamento das vagens, causado pelo amadurecimento prematuro de plantas por efeito da desordem fisiológica causada pelo nematoide. Vale ressaltar que todos estes sintomas podem ser potencializados na ocorrência de veranicos (DIAS et al., 2010).

Os nematoides formadores de cistos das raízes –*H. glycines*– são conhecidos por entrar nas raízes da planta e impedir a absorção de água e nutrientes, causam atrofismo nas plantas, descoloração das folhas (nanismo amarelo da soja), redução da nodulação das raízes e necrose das mesmas. Os sintomas causados pelos nematoides são observados em reboleiras. Os cistos podem permanecer no solo por vários anos, sendo um importante veículo de propagação. Esses cistos são formados pela fêmea repleta de ovos em seu interior que após a sua morte adquirem uma coloração marrom e envoltório rígido (DIAS et al., 2010; GRIGOLLI; ASMUS, 2014; HENNING et al., 2014; TIHOHOD, 1993).

O nematoide *P. brachyurus* causador das lesões radiculares é considerado como o nematoide de maior importância para agricultura (LORDELLO, 1985). Sua grande importância se motiva por ser encontrado na maioria das regiões produtoras (INOMOTO et al., 2011). Apesar do seu destaque, estudos sobre os efeitos do seu parasitismo em variadas culturas ainda é escasso e os números de perdas relacionadas ao seu parasitismo na cultura da soja são variados. Existem relatos de perdas de até 30% causadas por *P. brachyurus* ou até mesmo de 50% em áreas comerciais da região Centro-oeste (DIAS et al., 2010; GOULART, 2008). Vale ressaltar que os danos provocados por esse parasita são maiores em áreas com solo de textura arenosa, sobretudo quando a soja é plantada sobre pastagem degradada (GODOY et al., 2014). Essa é uma espécie polífaga de nematoide, que pode parasitar, multiplicar-se, e alimentar-se de um grande número de plantas de diferentes famílias botânicas. É também uma espécie de comportamento endoparasita migrador, cuja principais características são alimentar-se e mover-se pelas raízes da planta, ocasionando as lesões radiculares (AGRIOS, 2005; HENNING et al., 2014; TIHOHOD, 1993). O caminho realizado por esses nematoides dentro das raízes provoca a destruição de muitas células, o que, por consequência, facilita a entrada de fungos e bactérias existentes no ambiente edáfico, potencializando ainda mais os danos causados por ele (AGRIOS, 2005; ALMEIDA et al., 2005).

Os principais sintomas da doença são: a redução do sistema radicular, seguido de uma coloração mais escura que evolui para necrose (ação dos agentes oportunistas – fungos e bactérias); na parte aérea os sintomas vistos são clorose das folhas, murcha nos períodos mais quentes do dia e consequentemente a diminuição da produtividade (AGRIOS, 2005; ALMEIDA et al., 2005; LORDELLO, 1984).

O nematoide *R. reniformis* também conhecido por nematoide reniforme, é assim chamado, pois a morfologia da fêmea assemelha-se a de um rim. Este nematoide além de ser um dos mais presentes na cultura da soja, também infecta outras culturas como o algodão, maracujá, citros, abacaxi, tomate, entre outras culturas, pois também é uma espécie de nematoide polífaga (LORDELLO, 1981; PINHEIRO; PEREIRA, 2016; ROBINSON et al., 1997). A multiplicação dessa espécie é feita por anfimixia, ou seja, por reprodução cruzada. Além disso, possui uma ótima adaptabilidade a diferentes

estruturas de solo, podendo se desenvolver bem onde outros nematoides não conseguiriam, pois possuem mecanismo de anidrobiose, aumentando sua tolerância ao estresse hídrico (ASMUS et al., 2015). Os sintomas causados pelo nematoide reniforme são: sugimento de reboleiras, a desuniformidade da lavoura e grandes talhões de plantas subdesenvolvidas, o que acaba sendo confundido com compactação de solo ou efeitos de deficiência nutricional. Também não há formação de galhas, porém o sistema radicular fica com tamanho reduzido (HENNING et al., 2014).

Em levantamento realizado por Ribeiro et al. (2010), na região Centro-oeste, a incidência das doenças causadas por *P. brachyurus* foi de 96% nas amostras coletadas, seguido de 35% por *H. glycines*; os nematoides formadores de galha do gênero *Meloidogyne* com 23% e por último o *R. reniformis* com 4%.

Características das plantas do gênero *Crotalaria*

Entre o grupo das dicotiledôneas uma das maiores famílias é a das Fabaceae, que compreende três subfamílias: Mimosoideae, Papilionoideae e Caesalpinoideae (BIONDO et al., 2005). As plantas do gênero *Crotalaria* estão inseridas na família das Fabaceae e na subfamília Papilionoideae fazendo parte da tribo Crotalarieae (LIMA FILHO et al., 2014). Há aproximadamente 350 espécies descritas no gênero *Crotalaria* em todo o mundo. (COOK; WHITE, 1996 apud FERRAZ; FREITAS, 2008). A origem dessa planta é africana e foi introduzida no Brasil com a finalidade de fornecimento de adubo verde e cobertura do solo, sendo considerada como uma planta invasora, em sua fase de ampla disseminação natural (LEITÃO FILHO et al., 1975; LORENZI, 2000).

No Brasil as plantas do gênero *Crotalaria* são vulgarmente conhecidas pelos seguintes nomes: chocalho-de-cobra, guizo-de-cascavel, feijão-de-guizo e xique-xique (BOGHOSIAN et al., 2007; RIET-CORREA et al., 2007). As plantas *Crotalaria* spp., em geral, possuem folhas de estrutura simples, obovadas a lanceoladas e alternadas, possuem também o caule e folhas glabras, as flores das espécies desse gênero são bastante conhecidas pela coloração amarela. As crotalárias também têm frutos do tipo vagem que são secos do tipo legume de forma cilíndrica com aproximadamente 1 cm de espessura e variando de 4 a 6 cm de comprimento, possuindo em média quarenta sementes com formato circular imperfeito que apresentam variações na cor do tegumento. Outra característica marcante é o seu porte ereto de estrutura arbustiva e o crescimento determinado (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988 apud ANDRADE et al., 2008).

As plantas do gênero *Crotalaria* vêm sendo utilizadas principalmente na adubação verde e a depender da espécie produzem em média de 15 a 60 t ha⁻¹ de massa verde (LIMA FILHO et al., 2014). São também utilizadas como plantas forrageiras, em consórcio ou rotação de culturas e tendo importância na agricultura (LEIHNER, 1983), pois atenuam os problemas de erosão e melhoram a fertilidade do solo devido à alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e como controlador alternativo em solos com altos índices de nematoides, além de serem utilizadas na produção de fibras e celulose de alta qualidade (AMABILE et al., 1994; ARF et al., 2018; REIS et al., 2017). A indústria farmacêutica vem se interessando pelas substâncias do metabolismo secundário produzidas pelas plantas de crotalária, pois os alcaloides produzidos por elas possuem atividades anti-inflamatórias e anti-hepatotóxicas (AHMED; AL-HOWIRINY; MOSSA, 2006). Além disso, a planta também possui funções auxiliares na imunidade, no tratamento e prevenção de câncer (UNIV HOSEO ACADEMIC COOP FOUND, 2007).

A densidade de plantio recomendada é de 30 plantas por metro linear e 30 cm entre linhas em primavera-verão, já em cultivos de outono é recomendável 40 plantas

por metro linear (PEREIRA et al., 2005).

A cultura, desenvolve-se melhor em pH entre 5 e 7, podendo tolerar solos mais alcalinos acima de 8,4. Além de ser resistente à seca, possui boa adaptação às áreas semiáridas. Necessita de 25 mm de água por semana para um desenvolvimento ideal, porém não tolera excessos de irrigação (LEAL, 2006).

A sua grande importância para o controle de nematoides está no fato de que, certas partes do vegetal, possuem um alto teor de alcaloides responsáveis por sua defesa química, estes compostos são não palatáveis a herbívoros e insetos, além de serem tóxicos a animais (FLORES et al., 2009). Tal alcaloide é referido por Wang et al. (2002) como a monocrotalina.

Manejo de nematoides na cultura da soja

O controle de fitonematoides na cultura da soja pode ser realizado de diversas formas e é recomendável que o faça utilizando todos os métodos existentes de maneira integrada, a fim de aumentar a eficácia no controle. Dentre os métodos utilizados, destacam-se o uso de genótipos resistentes, o controle químico, biológico e alternativo com rotação de culturas má-hospedeiras como a crotalaria (ALMEIDA et al., 2005).

O uso de cultivares de soja com resistência genética para o controle de fitonematoides apresenta resultados positivos de implementação, pois é um método econômico e mais aceito pelo produtor, pelo fato de que não há necessidade do abandono da produção de soja por determinado período de tempo - como ocorre na sucessão ou rotação de culturas. No entanto, quando se fala do nematoide do cisto da soja (NCS) - *Heterodera glycines*, este método não deve ser o único utilizado, porque o patógeno possui uma alta variabilidade genética, o que pode ocasionar, com o tempo, a seleção de novas raças de nematoides, em razão do uso continuado de cultivares resistentes. Além disso, existe a carência de materiais resistentes e de cultivares adaptadas a todas as regiões do Brasil (BORÉM et al., 2017; DIAS et al., 2009).

No que tange ao controle dos nematoides do gênero *Meloidogyne* o uso de cultivares que apresentam resistência a esses nematoides é um método eficiente (DE ARAUJO et al., 2012), mais indicado, além de ser econômico e possuir vantagens como: possibilidade de aquisição de sementes a um preço similar ao das cultivares susceptíveis, suprime a reprodução dos nematoides em questão e não necessita de equipamentos especiais para a implantação (SILVA, 2001).

Apesar disso, a disponibilidade de cultivares resistentes ao nematoide *M. javanica* é limitada e, principalmente, presente em materiais genéticos antigos que caíram em desuso. Com o surgimento de novas cultivares todos os anos, há a necessidade de avaliação das mesmas ao *M. javanica* (FAVERA, 2014). Avaliando a resposta de 14 cultivares de soja ao nematoide *P. brachyurus* apenas duas foram consideradas resistentes ao nematoide em questão (ALVES et al., 2011; BELLÉ, 2017). O número de genótipos resistentes ao *P. brachyurus* ainda é muito pequeno, restando, portanto a junção de outras técnicas de controle para diminuir os níveis do nematoide em áreas infestadas.

A rotação e/ou consorciação de culturas com genótipos resistentes também é um método de controle que deve ser levado em consideração, pois além dos benefícios que a prática pode trazer à melhoria das características físicas do solo, também haverá a quebra do ciclo de outros patógenos e pragas além dos nematoides. Existem variedades de milho que possuem comprovada resistência ao *Meloidogyne incognita* e *M. paranaensis* (LEVY et al., 2009) e de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) com baixo fator de reprodução (FR) com potencial para ser semeado em áreas infestadas com o *Pratylenchus brachyurus* (SANTANA, 2018).

Frequentemente se recorria ao uso do controle químico, para o manejo dos nematoides. Entretanto, os nematicidas químicos, por causa da contaminação do ambiente, por sua alta toxicidade, elevados custos de aquisição, risco de contaminação ambiental, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento e a diminuição da eficácia de controle após continuadas aplicações, têm seu uso cada vez mais limitado (DONG; ZHANG, 2006). Ademais, a partir da década de 80, vários produtos químicos foram retirados do mercado, devido aos motivos já citados (COSTA, 2015).

O uso de controle químico pelo tratamento de sementes é uma técnica que também é utilizada e garante uma proteção inicial à planta. No entanto, mostra-se insuficiente para proteger a cultura durante todo o ciclo produtivo, pois o seu efeito de proteção dura em torno de 25-30 dias. Após esse período as raízes continuam vulneráveis aos ataques do patógeno e nem sempre repercutem o melhor desenvolvimento da planta (BORTOLINI, 2013; KUBO et al., 2012; LOPES et al., 2017; STARR et al., 2007).

O controle biológico é definido como a redução da população de um organismo alvo por outro organismo vivo, que não uma planta resistente (STIRLING, 1991). O controle pode ocorrer de forma espontânea pelos microrganismos antagonistas que já existem no solo, ou de forma induzida pela implementação que visa aumentar a quantidade desses organismos que realizam o controle natural do fitonematoide (FERRAZ; SANTOS, 1995; JATALA, 1986; STIRLING, 1991;). Esses agentes de controle biológico podem realizar o controle através de predação, endoparasitismo, oportunismo e pela produção de metabólitos tóxicos aos nematoides (STIRLING, 1991).

A alternativa de rotação de culturas com o uso de plantas do gênero *Crotalaria* ou outras plantas que reagem de forma antagônica ao ataque de nematoides estão entre as melhores estratégias de manejo para o controle desse tipo de praga (LEMES et al., 2018; SILVEIRA; RAVA, 2004). A planta possui mecanismos de defesa com efeitos nematicidas e/ou nematostáticos, os quais fazem parte da sua composição. Esses efeitos são atribuídos à ação do metabólito secundário alcaloide pirrolizidínico: monocrotalina (MCT) (CUNHA et al., 2003; GARDIANO et al., 2010).

Utilização das plantas do gênero *Crotalaria* no controle de fitonematoides na cultura da soja

A utilização de espécies do gênero *Crotalaria* que têm comprovada eficácia para o controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. são: *C. juncea*, *C. spectabilis* e *C. breviflora* (PINHEIRO, 2016; SILVEIRA; RAVA, 2004;). As espécies de *Crotalaria* sp., *C. paulina*, *C. striata*, *C. anagyroides*, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *C. breviflora*, *C. retusa* e *C. ochroleuca* apresentaram eficiência na redução das populações de nematoides do cisto *H. glycines* (SCHWAN et al., 2003). A *C. juncea* é utilizada com eficiência no controle de nematoides, tais como o *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* (MORAES et al., 2006), *Rotylenchulus reniformis*, *Scutellonema bradys* (GARRIDO et al., 2008). As crotalárias *C. ochroleuca*, *C. breviflora* e *C. spectabilis* apresentaram-se eficientes no controle do nematoide *Pratylenchus brachyurus*, além disso, as duas últimas também têm comprovada eficiência no controle do *M. javanica* (BRAZ et al., 2016; INOMOTO, 2006).

As plantas de crotalaria têm diversas formas de uso, além do controle de fitonematoides, são também empregadas na adubação verde e como cobertura de solo, bem como utilizadas para o controle de plantas daninhas. As formas de controle que podem ser adotadas para a soja são o plantio em rotação e sucessão (ESPÍNDOLA, 2005; SILVEIRA; RAVA, 2004; TANIMOTO, 2008;).

A utilização das crotalárias deve ser realizada com cuidado, pois em pré-cultivo a *C. juncea* podem causar o aumento na população de fungos fitopatogênicos no solo. A recomendação é de que seu cultivo perdure até aproximadamente 80 dias, seguido da incorporação da massa verde, pois o início da floração deve ser evitado para não dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais fibrosos (PINHEIRO et al., 2009). Outro fator que deve ser levado em consideração é a altura do corte da planta para manter sua palhada no solo, que deve ser feito rente ao solo, pois sua capacidade de rebrotação é evidente e pode ocasionar possíveis danos como a necessidade de outro corte e falhas no estabelecimento de novas culturas pelo sombreamento (CONCENÇO, 2015; ESPÍNDOLA, 2005; MILEO, 2006).

Como exposto por Calegari et al., 1993, a monocrotalina, substância produzida em todas as partes da planta, é altamente tóxica aos nematoides e acaba por suprimir o desenvolvimento do mesmo. Ainda vale ressaltar que algumas espécies de crotalária são produtoras da proteína CpPRI, inibidora da papaína, que é uma enzima que auxilia na digestão do nematoide, deste modo a substância reduz a capacidade digestiva do nematoide e também age em difusão por todo o corpo do juvenil que em algumas horas ocasiona a sua morte (ANDRADE et al., 2010). Além disso, plantas produtoras de alcaloides 1,2-desidropirrolizidina (PAs), como a monocrotalina, afetam vários parâmetros de desempenho e estágios de desenvolvimento dos nematoides (THODEN et al., 2009).

Monocrotalina

As plantas do gênero *Crotalaria* são ricas em alcaloides pirrolizidínicos (AP) que são as principais toxinas derivadas de plantas que, se consumidos, acometem tanto humanos quanto outras espécies de animais (HUXTABLE, 1990; MATTOCKS, 1986).

Durante o metabolismo secundário, as plantas sintetizam várias substâncias bioativas. Esses compostos possuem a função de protegê-las contra o ataque de insetos e patógenos, além de inibir o crescimento de outras espécies vegetais (BRIELMANN et al., 2016).

Os alcaloides são compostos que contêm nitrogênio em um anel heterocíclico e são geralmente de caráter básicos (tipo alcalino = alcaloide). Eles possuem um sabor amargo, farmacologicamente e fisiologicamente ativos funcionando como uma defesa química das plantas contra herbívoros. Os AP constituem um grande grupo de alcaloides contendo um núcleo pirrolizidínico sendo amplamente disseminados, tanto botanicamente quanto geograficamente. Muitos desses AP são hepatotóxicos, causando danos ao fígado irreversíveis e outros são carcinogênicos (CHEEKE; SHULL, 1985; CHEEKE, 1988; MCLEAN, 1970; PRAKASH et al., 1999).

As sementes e folhas da crotalaria apresentam em sua composição o alcaloide pirrolizidínico chamado de monocrotalina (mct) (JOHNSON et al., 1985). Esse composto apresenta potencial nematicida, além de ser altamente tóxico a vertebrados (WANG et al., 2002). Extratos preparados a partir de folhas de *C. juncea* foram letais para *R. reniformis* (WANG, 2000).

Em condições experimentais, o potencial nematicida de plantas desse gênero tem sido amplamente avaliado por meio da aplicação de óleos essenciais, extratos ou substâncias purificadas. Os extratos de plantas podem ser preparados usando etanol, metano, água, hexano, entre outros solventes (AKHTAR; MAHMOOD, 1994; CHITWOOD, 2002; FERRAZ et al., 2010; NTALLI; CABONI, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas do gênero *Crotalaria* são eficientes no controle de fitonematoides e o seu efeito nematicida é devido a produção da monocrotalina, como foi demonstrado em diversos estudos.

Apesar da eficiência dessas plantas do controle de fitonematoides, recomenda-se a adoção do manejo integrado com outras práticas a fim de que se tenham resultados mais eficientes, econômicos viáveis no controle de nematoides.

Ademais, o plantio das crotalárias também pode contribuir positivamente para melhoria das características químicas e físicas do solo com a fixação biológica de nitrogênio e como planta de cobertura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Academic press, 2005.

AHMED, B.; AL-HOWIRINY, T. A.; MOSSA, J. S. Crotalic and emarginellic acids: Two triterpenes from *Crotalaria emarginella* and anti-inflammatory and anti-hepatotoxic activity of crotalic acid. **Phytochemistry**, v. 67, n. 10, p. 956-964, 2006.

AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Potentiality of phytochemicals in nematode control: a review. **Bioresource Technology**, v. 48, n. 3, p. 189-201, 1994.

ALMEIDA, A. M. R. et al. Doenças da soja. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. P. 569-588.

ALVES, T.C.U.; SILVA, R.A.; BORGES, D.C.; MOTTA, L.C.C.; KOBAYASTI, L. Reação de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Biodiversidade**, v. 10, n. 1, p. 73-79, 2011.

AMABILE, R. F.; CORREIA, J.R.; FREITAS, P.L.; BLANCENEAX, P.; GAMALIEL, J. 1994. **Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 29: 1793-1799.

ANDRADE, D. A. V. de et al. Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae-Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, p. 621-625, 2008.

ANDRADE, L.B.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, J.K.; KIYOTA, S.; VASCONCELOS, I.M.; OLIVEIRA, J.T.; SALES, M. P. Effects of a novel pathogenesis-related class 10 (PR-10) protein from *Crotalaria pallida* roots with papain inhibitory activity against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.58, p.4145-4152, 2010.

ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. Crop rotation, green manure and nitrogen fertilizers in upland rice under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 2, p. 153-162, abr./jun. 2018.

ASMUS, G. L. et al. Manejo de nematoides. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, DF: Positiva, 2015. p.445-483.

- BELLÉ, C. et al. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Agrarian**, v. 10, n. 36, p. 136-140, 2017.
- BIONDO, E; MIOTTO, S. T. S.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Citogenética de espécies arbóreas da subfamília Caesalpinioideae–Leguminosae do sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 241-248, 2005.
- BOGHOSSIAN M.R., PEIXOTO P.V., BRITO M.F.; TOKARNIA C.H. 2007. **Aspectos clínico-patológicos da intoxicação experimental pelas sementes de *Crotalaria mucronata* (Fabaceae) em bovinos**. Pesq. Vet. Bras. 27(4):149-156.
- BORÉM, A.; ALMEIDA, L. A.; KILHL, R. A. S. Hibridação em soja. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999, p. 443-462.
- BORÉM, A; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 2017.
- BORTOLINI, G. L. et al. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.
- BRAZ, G. B. P. et al. Weeds as alternative hosts for *Pratylenchus brachyurus*. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 3, p. 233-238, 2016.
- BRIDA, A. L. D., GABIA, A. A., PEZZONI FILHO, J. C., MORAES, D. A. D. C.,; WILCKEN, S. R. S. Variabilidade espacial de *Meloidogyne javanica* em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 175-179, 2016.
- BRIELMANN, H.L.; SETZER, W.N.; KAUFMAN, P.B.; KIRAKOSYAN, A.; CSEKE, L.J. Phytochemicals: The chemical components of plants. In: CSEKE, L.J.; KIRAKOSYAN, A.; KAUFMAN, P.B.; WARBER, S.; DUKE, J.A.; BRIELMANN, H.L. **Natural products from plants**. Boca Raton: Taylor; Francis Group, 2016. p. 19-26.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora AS-PTA, 1993. 364 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. 1988. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Editora Fundação Cargill.
- CHEEKE, P.R. **Toxicity and metabolism of pyrrolizidine alkaloids**. J Anim Sci 66: 2343-2350. 1988
- CHEEKE, P.R.; SHULL, L.R. Natural toxicants in feeds and poisonous plants. **Westport: AVI Publishing Company**. 1985.
- CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual review of phytopathology**, v. 40, n. 1, p. 221-249, 2002.
- CISOJA – Centro de Inteligência da Soja. 2009. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/>>. Acessado em: 02 set 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**.v. 6 - Safra 2018/19, n.5 - Quinto levantamento, fevereiro 2019. Disponível em: <

CONCENÇO, G.; DA SILVA, C. J. Dessecação de espécies de crotalária visando à implantação de canaviais em sucessão. **Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

COOK, C. G.& G. A. WHITE. 1996. *Crotalaria juncea*: a potencial multi-purpose fiber crop.Pp. 389-394 in C. G. Cook, and G. A. White, eds. Progress in new crops. Arlington, VA, ASHS Press:

COSTA, M. A. da. **Biocontrole de nematoides com fungos**. 2015. ix, 35 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/128036>>. Acesso em: 27/09/2019.

CUNHA, F. R.; OLIVEIRA, D. F.; CAMPOS, V. P. Extratos vegetais com propriedades nematicidas e purificação do princípio ativo de *Leucaena leucocephala*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 438-441, 2003.

DALL'AGNOL, A.; ANTÔNIO, H.; BARRETO, J.N. Reação de 850 genótipos de soja aos nematóides das galhas *Meloidogyne javanica* e *M. incógnita*. **Nematologia Brasileira**, v.8, p.67- 112, 1984.

DE ARAUJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 10.1590/S1983-40632012000200013. 2012.

DIAS, W. P. et al. Nematóide de cisto da soja: biologia e manejo pelo uso da resistência genética. **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2009.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. S. **Nematoides em soja: Identificação e controle**. Londrina: Embrapa Soja. (Circular Técnica 76). 2010.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; G. E. S. CARNEIRO. **Perdas por nematoides chegam a 10,6% da soja mundial**. Visão Agrícola. Nº5. Jan/Jun. 2006.

DONG, L. Q.; ZHANG, K. Q. Microbial control of plant-parasitic nematodes: a five-party interaction. **Plant Soil**, v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil - 1994/95**. Londrina. 127p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 77). 1994.

EMBRAPA. **História da soja**. Disponível em: www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia. Acesso em: 05 abr. de 2019.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2018/19)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 03 nov. de 2019.

ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005., 2005.

FAO - FOOD EN AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: "<http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?lang=es&iso3=PRY>"isso3=PRY Acesso em: 22 ago. 2019.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1º ed., 9 p. (Circular Técnica, nº 48). 2007.

FAVERA, D. D. et al. **Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas no manejo de meloidogyne javanica e pratylenchus brachyurus em soja**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2014.

FERRAZ, S.; SANTOS, M.A. Controle biológico de fitonematóides pelo uso de fungos. **Revisão Anual de Proteção de Plantas**, v.3, p.283-314, 1995.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G de. O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais. **Departamento de Fitopatologia-UFV**, p. 1-17, 2008.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIASARIEIRA, C.R. Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa: **Editora UFV**. p. 306. 2010.

FLORES, A.S.; TOZZI, A.M.G.A.; TRIGO, J.R. Pyrrolizidine alkaloid profiles in *Crotalaria* species from Brazil: Chemotaxonomic significance. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.37, p.459-469, 2009.

FRANCHINI, J. C et al. Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. **Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

GARDIANO, C. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; LOPES, E. A.; ZOOCA, R. J. F.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. Atividade nematicida de extratos de sementes de espécies de *Crotalaria* sobre *Meloidogyne javanica*. **Tropica Ciências Agrárias e biológicas**, v. 4, n. 1, p.3-7, 2010.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; COIMBRA, J.L.; SOUSA, C.S. Management of crotalaria and pigeon pea for control of yam nematode diseases. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 3, p. 222-227, 2008.

Geração de novas alternativas para controle de nematoides é desafio para a pesquisa. 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1707205/geracao-de-novas-alternativas-para-controle-de-nematoides-e-desafio-para-a-pesquisa>>: acesso em: 16 fev. 2019.

GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; SOARES, R. M.; SEIXAS, C. D. S.; DIAS, W. P.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L.M.; HENNING, A. A. Doenças da soja. **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**. p. 32. 2014

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*). **Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E)**, 2008.

GRIGOLLI, J. F. J. Pragas da soja e seu controle. **Tecnologia e produção: Safra**, v. 2016, n. 7, p. 134-156, 2015.

GRIGOLLI, J. F. J.; ASMUS, G. L. **Manejo de nematoides na cultura da soja. Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**. 2014.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5.ed. Londrina: Londrina: Embrapa Soja, (Embrapa Soja Documentos 256), 2014. 76 p.

HUXTABLE, R. J. Activation and pulmonary toxicity of pyrrolizidine alkaloids. **Pharmacol Therapeut** 47: 371- 389, 1990.

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

INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; BELUTI, D.B.; MACHADO, A.C.Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.1, p.39-44, 2006.

JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, p. 453-489, 1986.

JOHNSON, A. E; MOLYNEUX, R.J.; MERRIL, G.B. Chemistry of toxic range plants: variation in pyrrolizidine alkaloid content of Senecio, Amsinckia and Crotalaria species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 33, n.1, p. 50-55, 1985.

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformis* em dois cultivares de algodão. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 59, n. 1/2, p. 239-245, 2012.

LEAL, M. A. de A. **Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

LEIHNER, D. 1983. **Yuca en cultivos asociados: manejo e evaluación**. Cali, Ciat Ed.
LEITÃO FILHO, H. F.; ARANHA, C.; BACCHI, O. 1975. **Plantas invasoras de culturas no estado de São Paulo**. São Paulo, Editora Hucitec.

LEMES, C. F. C.; MAZZETTI, V. C. G.; BERGHAHN, S. C. T.; DEUNER, C. C.; BASSO, S. M.S. **Atividade nematicida de extratos de Avena spp. sobre a eclosão in vitro de juvenis de Meloidogyne javanica**. In: **CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**, 41., Marília, 2018. **Summa Phytopathologica**, v. 44

supplement, 2018. Disponível em: <http://www.cpfito.net.br/cd/Resumos/Resumo41CPFito_0027.pdf>. Acesso em: 17/09/2019.

LEVY, R. M.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D. C.; CADIOLI, M. C.; BAIDA, F. C. Reação de genótipos de milho ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1 e a *M. paranaensis*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 575-578, 2009.

LIMA FILHO, O. F. de et al. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Capítulo 3. - Brasília, DF: Embrapa, 2014.

LOPES, A. P. M. et al. MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA USANDO TRATAMENTO DE SEMENTES E INDUTOR DE RESISTÊNCIA. **Nematropica**, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2017.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1973. 197p.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 1981. 314 p.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8 ed. São Paulo: Nobel, 1984. p. 314.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1985.

LORENZI, H.. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa, **Editora Plantarum**. 2000

MATTOCKS, A.R. Toxicology of pyrrolizidine alkaloids in animal. In: MATTOCKS A R . Chemistry and toxicology of pyrrolizidine alkaloids. New York: **Academic Press**, p. 191-219. 1986.

MCLEAN, E.K. The toxic actions of pyrrolizidine (Senecio) alkaloids. **Pharm Vet** 22: 429-483. 1970

MENDES, M. L.; DICKSON, D. W. **Detection of *Heterodera glycines* on soybean in Brasil**. Plant Disease 77: 499-500. 1993.

MILEO, L. J. et al. Plantas de cobertura de solo como hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 677-683, 2006.

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, n. 2, p. 188-191, 2006.

NTALLI, N.G.; CABONI, P. Botanical nematicides: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 40, p. 9929-9940, 2012.

PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; MOREIRA, V. F.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S.; POLIDORO, J. C.; ESPÍNDOLA, J. A. A. **Desempenho agrônômico de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. Seropédica, RJ. Embrapa: Agrobiologia. Comunicado Técnico 82. 2005.

- PINHEIRO, J. B.; LOPES, C. A.; HENZ, G. P. **Medidas gerais de controle de nematoides de batata**. 2009.
- PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B. **Manejo de nematoides na cultura do coentro e salsinha**. Brasília - DF: Embrapa Hortaliças, 2016 (Circular Técnica 149).
- PRAKASH, A.S.; PEREIRA, T.N.; REILLY, P.E.; SEAWRIGHT, A. A. Pyrrolizidine alkaloids in human diet. **Mutat Res.** 5: 53- 67. 1999.
- REIS, A. F. B.; ALMEIDA, R. E. M.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; NASCENTE, A. E. Effect of cover crops on soil attributes, plant nutrition, and irrigated tropical rice yield. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 837-846, 2017.
- RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, JM dos. Distribuição de fitonematoides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. **Boletim de Pesquisa de Soja**, n. 14, p. 289-296, 2010.
- RIET-CORREA, F.; MÉNDEZ, M.D.C. **Intoxicações por plantas e micotoxinas: plantas hepatotóxicas**, p.99-114. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Lemos R.A.A.; Borges J.R.J. (Eds), Doenças de Ruminantes e Equídeos. Vol.2. 3ª ed. Palotti, Santa Maria. 719p. 2007
- ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, Auburn, v. 27, n. 2, p. 127-180, Dec. 1997.
- SANTANA, T. P. Reação de genótipos de sorgo granífero ao nematoide *Pratylenchus Brachyurus*. 2018. 11 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- SCHWAN, A. V. **Antagonismo de espécies de crotalária ao Nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe)**. 2003. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Dourados, MS : UFMS, Campus de Dourados, 2003.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. (Ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2005, p.553-604.
- SHARMA, R.D.; RODRIGUEZ, C.L.H. Efeito da densidade de população inicial do nematódeo *Meloidogyne javanica* sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.3, p.469-477, 1982.
- SILVA, J. F. V. Resistência genética de soja a nematoides do gênero *Meloidogyne*. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, p. 95-127, 2001.
- SILVEIRA P. M.; RAVA C. A. **Utilização de Crotalária no Controle de Nematoides da Raiz do Feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico 74. 2004
- STARR, J. L. et al. The future of nematode management in cotton. **Journal of Nematology**, v. 39, n. 4, p. 283, 2007.

STIRLING, G. R. Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects. Wallingford, UK: **CAB International**, Wallingford, 1991, 282p.

TANIMOTO, O.S. Produção de cana-de-açúcar em SPDP. **Plantio Direto** (2): 43-46. 2008.

THODEN, T. C.; BOPPRÉ, M.; HALLMANN, J. Effects of pyrrolizidine alkaloids on the performance of plant-parasitic and free-living nematodes. **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science**, v. 65, n. 7, p. 823-830, 2009.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada**. Jaboticabal, FCAV. cap. 4. pag. 335 1993.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. Cap. 8. Pág. 83.

UNIV HOSEO ACADEMIC COOP FOUND (Uyho). SEONG, H. J.; KOH, S. B.; KIM, T. S.; PARK, H. W.; PARK, C. G.; KIM, J. S.; KANG, M. H. **composition for preventing and treating large intestine câncer without side effects comprising extracts of *Crotalaria sessiliflora* L. with antioxidizing, anticancer and imune function-promoting activities** KR 2007036099-A. 26 fev. 2007. abr. 2007.

USDA (Unated States Departament of Agriculture) **World Agricultural Supply and Demand Estimates WASDE-592** – September 12, 2019. Disponível em:> <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde0919.pdf><: acesso em: 24/09/2019.

WANG, K. H. **Management of *Rotylenchulus reniformis* in Hawaiian pineapple with tropical cover crops**. 2000. Dissertation, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, U.S.A.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHIMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, p. 35-57, 2002.

ZAMBIASI, C. T.; BÉLOT, J. L.; FUHRMANN, E.; FLORIANI, K. G.; GHISLENI, I.; BAGGIO, J.; DE SOUZA. **Identificação de nematoides fitoparasitas predominantes no estado do mato grosso, na cultura do algodoeiro.** , V. 2007.