**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

# SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A RAÇAS DE *Heterodera glycines* E A *Pratylenchus brachyurus*

**SAMARA LORÂINE SOARES DA SILVA**

RONDONÓPOLIS–MT
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO-UFMT**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

# SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A RAÇAS DE *Heterodera glycines* E A *Pratylenchus brachyurus*

**SAMARA LORÂINE SOARES DA SILVA**
Agrônoma

Orientador (a): Prof.ª Dr.ª ANALY CASTILHO POLIZEL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, na linha de pesquisa: Sistemas Agrícolas.

RONDONÓPOLIS–MT
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

S586s Silva, Samara Lorâine Soares.
SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A RAÇAS DE Heterodera glycines E A Pratylenchus brachyurus / Samara Lorâine Soares Silva. -- 2014
90 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Analy Castilho Polizel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Resistência. 2. Índice de Fêmeas. 3. Fator de Reprodução. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Título: SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A RAÇAS DE *Heterodera glycines* E A *Pratylenchus brachyurus***

**Autora**: Samara Lorâine Soares da Silva

**Orientador:** Profª. Drª. Analy Castilho Polizel

Aprovada em: 04/12/2014

Comissão Examinadora:

Analy C Polizel

Prof.ª Drª. Analy Castilho Polizel (orientadora)
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Prof.º Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof.º Dr. Salomão Lima Guimarães
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Santina Maria Soares, por ter sido a peça fundamental para que eu tenha me tornado a pessoa que hoje sou e a meu namorado e companheiro Jussan Fernandes por todo o amor e dedicação para comigo.

Para aqueles por quem minha gratidão será sempre pequena, nesta vida ou na próxima.

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me iluminado, me dado forças para eu não desanimar e saúde para continuar lutando por um futuro melhor.

A Msª. Tânia de Fátima Silveira dos Santos, coordenadora do Laboratório de Análises Nematológicas da Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso (Aprosmat), por proporcionar a realização do trabalho, pelos ensinamentos e por tudo que fez por mim. A colaboração de todos os profissionais do Laboratório de Análises Nematológicas na condução da pesquisa.

Em especial agradeço a minha orientadora Analy Castilho Polizel pela valiosa contribuição, apoio e ensinamentos e principalmente pela confiança em mim depositada.

Ao Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia, em especial ao Profº. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki pela parceria firmada.

Aos professores do mestrado, Tonny José Araújo da Silva, Edna Maria Bomfim-Silva, Salomão Lima Guimarães e Carlos Canepelle, pela dedicação e disposição em sempre ajudar-me, assim pude guardar ensinamentos importantes para minha formação pessoal e profissional.

Aos amigos do Mestrado, pela amizade, convivência, parceria e ajuda em todos os momentos dentro e fora da Universidade. É com vocês que compartilho alegrias, angústias, felicidades e tantas outras coisas que uma amizade faz. E ainda um agradecimento singular aos meus amigos Christiane Kamila Bosa, Julyane Vieira Fontenelli, Wilson Koei Kanashiro e Júlio Cezar Fornazier Moreira pela ajuda nas longas e cansativas avaliações.

**Muito Obrigada!**

*É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.*
*É melhor tentar, ainda que em vão que sentar-se, fazendo nada até o final.*
*Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias frios em casa me esconder.*
*Prefiro ser feliz embora louco, que em conformidade viver...*

**Martin Luther King**

## SUMÁRIO

**CAPITULO 1 - SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES AO NEMATOIDE DE CISTO DA SOJA E AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES**

**Resumo**..... 10
**Abstract**..... 11
**1 INTRODUÇÃO** ..... 12
**2 REVISÃO DE LITERATURA** ..... 14
**2.1 Cultura da soja**..... 14
**2.2 Doenças da cultura da soja**..... 15
2.2.1 Nematoide de cisto da soja..... 15
2.2.1.1 Biologia e ciclo de vida..... 16
2.2.1.2 Sintomatologia ..... 17
2.2.1.3 Raças fisiológicas..... 18
2.2.1.4 Dispersão e controle..... 19
2.2.2 Nematoide das lesões radiculares..... 20
2.2.2.1 Biologia e ciclo de vida..... 22
2.2.2.2 Sintomatologia..... 23
2.2.2.3 Dispersão e controle..... 23
**2.3 Resistência genética** ..... 25
**REFERÊNCIAS**..... 29

**CAPITULO 2 - SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A RAÇAS DE *Heterodera glycines***

**Resumo**..... 38
**Abstract**..... 39
**1 INTRODUÇÃO**..... 40
**2 MATERIAL E MÉTODOS**..... 42
**2.1 Delineamento experimental**..... 42
**2.2 Preparo do solo e semeadura**..... 42

2.3 Obtenção e preparo do inóculo ..... 43
2.4 Inoculação, condução e avaliação do experimento ..... 44
2.5 Parâmetros avaliados ..... 45
2.6 Determinação das raças fisiológicas ..... 47
2.7 Análise estatística ..... 48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 49
3.1 Altura de plantas ..... 49
3.2 Diâmetro do caule ..... 52
3.3 Índice de clorofila Falker ..... 59
3.4 Massa seca da parte áerea ..... 59
3.5 Classificação dos genótipos ..... 60
3.6 Número de fêmeas ..... 63
4 CONCLUSÃO ..... 65
REFERÊNCIAS ..... 66

**CAPITULO 3 - SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA RESISTENTES A *Pratylenchus brachyurus***

Resumo ..... 69
Abstract ..... 70
1 INTRODUÇÃO ..... 71
2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 73
2.1 Delineamento experimental ..... 73
2.2 Preparo do solo e semeadura ..... 73
2.3 Obtenção e preparo do inóculo ..... 74
2.4 Inoculação, condução e avaliação do experimento ..... 75
2.5 Parâmetros avaliados ..... 76
2.6 Determinação das raças fisiológicas ..... 76
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 77
3.1 Altura de plantas ..... 77
3.2 Diâmetro do caule ..... 78
3.3 Índice de clorofila Falker ..... 80

**3.4 Fator de reprodução**..... 81
**4 CONCLUSÃO**..... 85
**REFERÊNCIAS**..... 86

SILVA, S. L. S. **Seleção de Genótipos de Soja Resistentes ao Nematoide de Cisto da Soja e ao Nematoide das Lesões Radiculares.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT.

**RESUMO:** Os nematoides estão entre os fatores que mais contribuem para a diminuição da produção de soja, principalmente na região central do país. Embora a cultura seja atacada por diversos nematoides, *Heterodera glycines e Pratylenchus brachyurus* merecem destaque pela dificuldade de se encontrar cultivares resistentes a *P. brachyurus* e pelas várias raças fisiológicas existentes de *H. glycines*. Diante deste cenário, objetivou-se com este estudo selecionar genótipos de soja resistentes a raças 1, 2, 4, 5, 6 e 14 de *H. glycines* e a *P. brachyurus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado. O primeiro em esquema fatorial 18 x 6, correspondente a genótipos de soja e raças de nematoide de cisto da soja e o segundo com 12 genótipos de soja quanto a resistência a *P. brachyurus,* ambos com cinco repetições. O material genético foi constituído de linhagens promissoras do programa de melhoramento genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia. Foram incluídos as cultivares diferenciadoras Peking, Pickett, PI 88788, PI 90763, Lee 74 e Hartwig para caracterização das raças e Pintado, Conquista e crotalária como padrões de suscetibilidade e resistência, a *P. brachyurus*. Cada unidade experimental foi representada por duas plantas cultivadas em um vaso com capacidade para 1,5 $dm^3$ de solo, contendo mistura de solo e areia na proporção (2:1). Após sete dias de emergência, as plântulas foram inoculadas com suspensões de 5 mL contendo 3000 ovos e juvenis de *H. glycines,* no primeiro experimento e 600 espécimes de *P. brachyurus* no segundo experimento, no sistema radicular à 2 cm do hipocótilo. Foram analisadas as variáveis: altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker e peso seco da parte aérea para *H. glycines.* Decorridos 30 dias da inoculação com *H. glycines*, as raízes foram retiradas para contagem das fêmeas, e estimada a resistência com base em índice de fêmeas. Para *P. brachyurus* aos 90 dias após a inoculação o sistema radicular foi retirado para a recuperação dos nematoides e calculado o fator de reprodução para cada genótipo. As cultivares UFUS 6901 e UFUS Mineira foram moderadamente resistentes as raças 5 e 6, respectivamente. Em relação a *P. brachyurus* Os genótipos UFUS 119, UFUS Guará, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS Vila Rica UFUS 32 e UFUS 37 foram estatisticamente iguais a Crotalária padrão de resistência a *P. brachyurus, s*endo desfavoráveis ou pouco adequadas à reprodução de Pratylenchus spp.

**Palavras chave:** resistência; índice de fêmeas; fator de reprodução.

SILVA, S. L. S. **Selection of Soybean Genotypes Resistant to Heterodera glycines Races and Pratylenchus brachyurus.** Dissertation (Master's in Agricultural Engineering) Mato Grosso State University (UFMT).

**ABSTRACT:** The nematodes are among the factors that contribute for decrease in of soybean production mainly in the central region of the country. Although the culture is attacked by various nematodes *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus* worth mentioning, by difficulty in finding resistant cultivars *P. brachyurus* by the various existing physiological races of H. glycines. Faced of this scenario the objective with the present study select soybean genotypes resistant to races 1, 2, 4, 5, 6 and 14 *H. glycines* and *P. brachyurus*. The experiments were conducted in a greenhouse in a completely randomized design. The first in a factorial design 18 x 6 corresponding to soybean genotypes and races of soybean cyst nematode and the second with 12 soybean genotypes for resistance to *P. brachyurus*, both with five replications. The genetic material consisted of promising breeding genetic lineage of soybean, University Federal of Uberlândia program. Were included the differential cultivars Peking, Pickett, PI 88788, PI 90763, Lee Hartwig and 74 were included for characterization of races and Pintado, Conquista and crotalaria as patterns of susceptibility and resistance of P. brachyurus. Each experimental drive has been represented by two plants grown in a vase with a capacity of 1.5 $dm^3$ of soil, containing a mixture of soil and sand in the proportion (2: 1). After seven days after sowing the seedlings were inoculated with their suspensions of 5 mL containing 3000 eggs and juveniles of *H. glycines* in the first experiment and 600 specimens of *P. brachyurus* second experiment in the root 2 cm hypocotyl. Were analyzed: plant height, stem diameter, chlorophyll index Falker and dry weight of shoot for *H. glycines.* After 30 days of inoculation with H. glycines, the roots were carefully removed from the vases for counting females and estimate the resistance index based on females. For P. brachyurus at 90 to days after inoculation the root system was removed for recovery nematode and calculated the reproduction factor calculated for each genotype. The genotypes UFUS 6901 and UFUS Mineira were moderately resistant to race 5 and 6, respectively .In relation to the nematode Genotypes UFUS 119, UFUS Guará, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, Villa Rica, UFUS 32 and UFUS 37 were statistically equal to the standard Crotalaria of the nematode resistance, and unfavorable or poorly suited to playing Pratylenchus spp.

**Keywords:** resistance; female index; reproduction factor.

# 1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja aumentou consideravelmente nas últimas décadas. Em decorrência do melhoramento desenvolveu-se cultivares adaptadas a diferentes condições de clima e solo, intensificando-se as ocorrências de problemas fitossanitários comprometendo-se a manutenção e o desenvolvimento da cultura nos grandes polos de produção em nosso país.

Entre os problemas fitossanitários pode-se destacar os nematoides que são uma das maiores ameaças a cultura da soja, merecendo destaque os nematoides de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines* e o nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus,* pelas inúmeras perdas nas produções, ampla disseminação e alta incidência nas áreas produtoras.

O nematoide de cisto da soja, que foi constatado no Brasil na safra 1991/1992 (LORDELLO et al. 1992 a), é responsável pela doença conhecida como nanismo-amarelo-da-soja que resulta, principalmente, em alterações fisiológicas nas raízes dificultando a absorção de água e nutrientes.

Por ser uma doença de alta incidência na soja, uma das alternativas para controle do NCS estão a rotação com culturas não hospedeiras e evitar a disseminação para locais onde ainda não ocorre.

Todavia em vários locais, principalmente no estado de Mato Grosso, o uso da rotação de culturas tem sido limitada pela ocorrência simultânea de *H. glycines* e *P. brachyurus.*

Outra opção é o uso de cultivares resistentes, entretanto, pela grande variabilidade existente nessa espécie de nematoide, o uso contínuo de uma mesma variedade resistente exerce pressão de seleção, estimulando o desenvolvimento de outras raças capazes de parasitar tal variedade (NIBLACK et al., 1992).

O nematoide das lesões radiculares foi beneficiado por mudanças nos sistemas de produção, como a adoção do sistema plantio direto (SPD), incorporação de áreas com pastagens degradadas e à expansão das áreas de produção para solos de textura arenosa (RIBEIRO et al., 2011).

Segundo Inomoto et al. (2007), as forrageiras como as braquiárias são espécies promissoras como fonte de palhada e várias delas são hospedeiras do

nematoide das lesões. No sistema plantio direto ocorre maior deposição de palhadas, conservando a umidade dos solos e favorecendo o aumento populacional dos fitonematoides como *Pratylenchus* ssp. (GOULART, 2008).

Em Mato Grosso esta espécie apresenta elevada distribuição nas plantações de soja, tendo ocorrido em 95% das amostras em levantamento realizado por Ribeiro et al. (2010). Há relatos de sojicultores sobre redução de até 30% na produtividade da soja em áreas com altas (DIAS et al., 2010).

Considerando o crescimento progressivo do estado de Mato Grosso na produção de grãos, as perdas na produtividade e prejuízos econômicos causados por estes nematoides, objetivou-se avaliar a reação de genótipos de soja aos nematoides de cisto, *H. glycines*, raças 1, 2, 4, 5, 6 e 14 e das lesões radiculares, *P. brachyurus.*

# 2 REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é originária da China, onde surgiu como planta domesticada por volta do século XI A.C. e deste país, expandiu-se para outras partes da Ásia disseminando-se, posteriormente, para a América do Norte, Europa e América do Sul (PRIOLLI et al., 2004).

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. Gustavo D'utra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas daquele país. De acordo com Bonetti (1981) posteriormente a soja foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo.

O interesse do governo brasileiro pela expansão na produção da soja fez com que a cultura ganhasse cada vez mais incentivos oficiais. Até 1975, a maioria da produção brasileira de soja era realizada com cultivares e técnicas importadas dos Estados Unidos. Assim, a soja só produzia bem, em escala comercial, nos Estados do Sul, onde as cultivares americanas encontravam condições semelhantes a seu país de origem (IFAS, 2003).

A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptadas por meio da incorporação de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor (KIIHL; GARCIA, 1989).

Essa tecnologia genuinamente brasileira, representada pelas sementes de 'cultivares tropicais', tem permitido a exploração da soja em regiões antes consideradas inaptas para o seu cultivo econômico (ALMEIDA et al., 1999).

Aliado ao ganho genético, as condições edafoclimáticas, o crédito agrícola e o caráter empreendedor da classe produtora, direcionaram a produção de soja na região dos Cerrados para um caso de sucesso mundial (FRANCISCO; CAMARA, 2013).

Os dados oficiais mais recentes da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2014) apontam para a safra brasileira de soja, uma área plantada de 30 milhões de ha, sendo que 46% do total da área plantada com a oleaginosa está presente no Estado de Mato Grosso.

Tendo em vista que essa leguminosa é de grande importância econômica e tem papel crucial no produto interno bruto brasileiro (PIB), o aperfeiçoamento de tecnologias se tornam indispensáveis para obtenção de níveis cada vez maiores de produção (MAINARDI, 2013).

## 2.2 Doenças da cultura da soja

Entre os fatores que mais têm contribuído para a queda do rendimento da soja no Brasil, sobretudo na região central, estão as doenças, com destaque aquelas causadas por nematoides.

Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo (FERRAZ, 2001). Dentre os nematoides que atacam a cultura da soja merecem destaque o nematoide de cisto da soja e o nematoide das lesões radiculares, pois, têm causado danos elevados e crescentes em várias regiões do Brasil, especialmente no Cerrado (Região Centro-Oeste).

### 2.2.1 Nematoide de cisto da soja

O nematoide de cisto da soja (NCS), *H. glycines*, foi relatado pela primeira vez no Japão em 1915, tendo sido posteriormente encontrado nos Estados Unidos, União Soviética, China, Taiwan e Colômbia (MENDES; DICKSON, 1993).

Na América Latina, o NCS foi relatado, pela primeira vez, em 1983, ocorrendo em áreas de soja e feijão, na Colômbia (NORTON et al., 1983). No Brasil, foi detectado na safra 1991/92 nos municípios de Nova Ponte – MG, Campo Verde – MT e Chapadão do Sul – MS (LIMA et al., 1992; LORDELLO et al., 1992 b) e desde

então vem se expandindo rapidamente por todas as regiões produtoras do país. Os municípios inicialmente infestados eram importantes polos de expansão da soja no Cerrado brasileiro naquele momento (ARANTES et al., 1999) .

Segundo Mendes e Machado (1992), é possível que já ocorresse no país, em plantas nativas e localizados em pequenos focos isolados, em baixo nível populacional, ou ainda tenha sido introduzido no Brasil via semente ou outro meio que veicule solo aderente, proveniente de países onde o problema já ocorria há vários anos.

#### 2.2.1.1 Biologia e ciclo de vida

O ciclo de vida varia de 21 a 24 dias à temperatura de 23 a 25ºC, sendo, portanto, possíveis quatro a cinco gerações em um único cultivo de soja. Seu desenvolvimento é semelhante à de outros fitonematoides, consistindo de quatro ecdises, quatro estádios larval e adulto (TIHOHOD, 2000).

O juvenil de primeiro estádio (J1) desenvolve-se dentro do ovo e sofre uma ecdise. O juvenil de segundo estádio (J2) eclode do ovo e se movimenta pelo solo em busca de raiz (FREITAS et al., 2009).

Após a penetração, o J2 induz a modificação de um conjunto de células da soja no local de penetração, estabelecendo o sítio de alimentação, os sincícios, que passam a fornecer alimento para o nematoide. O J2 continua a se desenvolver, sofre mais três ecdises e, finalmente, atinge a fase adulta, de macho ou fêmea (TAYLOR, 1971).

As fêmeas aumentam de volume, assumem o formato de limão ‘Taiti’, de coloração branca amarelada, e permanecem fixadas à raiz, com o corpo do lado de fora e a parte anterior internamente nos tecidos radiculares (DIAS, 2009).

Os machos têm corpo alongado, passam para o solo e, após fertilizarem as fêmeas, morrem (TAYLOR, 1971). As fêmeas fertilizadas apresentam a capacidade de produção de ovos que varia de 200-600 ovos, os quais são retidos no interior do seu corpo, embora alguns possam ser depositados na massa gelatinosa liberada pelo ânus.

Quando a fêmea morre seu corpo se transforma em uma estrutura dura denominada cisto, de coloração marrom escura, cheia de ovos, altamente resistentes à deterioração e à dessecação e muito leve que se desprende da raiz e fica no solo (EMBRAPA, 2006).

Os ovos dentro do cisto podem sobreviver por mais de onze anos no solo, porém a cada ano sem a presença de plantas hospedeiras, a população pode cair em torno de 40% (FREITAS et al., 2009).

A presença de exsudatos de raiz da planta hospedeira estimula a eclosão dos ovos, cujos juvenis penetram no sistema radicular, reiniciando a infestação (TIHOHOD, 2000).

#### 2.2.1.2 Sintomatologia

A ocorrência de *H. glycines* em soja desencadeia um quadro sintomatológico denominado “nanismo amarelo da soja”, devido ao subdesenvolvimento da planta e ao amarelecimento da parte aérea por deficiência de manganês.

O *H. glycines* é um parasita muito pequeno que penetra nas raízes da soja e dificulta a absorção de água e nutrientes, consequentemente, surgem reboleiras na lavoura de plantas cloróticas, com redução do porte e número de vagens, ocasionando produção não satisfatória e em muitos casos as plantas acabam morrendo (EMBRAPA, 1999).

A intensidade dos sintomas é influenciada pela idade e pelo vigor das plantas da soja, a densidade de população do nematoide no solo, da fertilidade do solo e da umidade, e de outras circunstâncias ambientais (ESPÍNDOLA, 2004).

Sendo assim, o que irá evidenciar o parasitismo de NCS é a presença de fêmeas adultas em formato limoniforme e de coloração branca ou amarelada aderidas ao sistema radicular.

### 2.2.1.3 Raças fisiológicas

Raças de *H. glycines* são populações do nematoide em que a maioria dos indivíduos apresenta uma preferência por determinado hospedeiro (raça fisiológica) (FREITAS et al., 2009).

A variabilidade genética de *H. glycines* no Brasil tem se mostrado maior que a observada em outros países. Até o momento, com base na metodologia usual para definição de raças, foram encontradas as raças 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 e 14, além de 4+e 14+ somente presentes em nosso país (ASMUS et al., 2011).

Segundo Hartwig (1985), a maioria dos materiais resistentes tem genes de ‘Peking’ (raças 1, 3 e 5), da PI 88788 (raças 3 e 14) ou de ambas. Neste sentido Freitas et al. (2009), afirmam que a semeadura sucessiva de uma cultivar resistente de soja numa mesma área resulta num aumento da frequência de indivíduos capazes de se desenvolverem e se reproduzirem nesta cultivar, e esta seleção gera uma nova raça á qual a cultivar não é resistente.

Para a identificação de raças de *H. glycines, é* mundialmente adotado o esquema expandido de Riggs e Schmitt (1988), inoculando-se nos genótipos diferenciadores propostos por Golden et al. (1970) e na soja cv. Lee, como padrão de suscetibilidade (Tabela 1).

**Tabela 1** – Raças de nematoide de cisto da soja, *H. glycines,* de acordo com o esquema de determinação de raças de Riggs e Smith (1988) e Dias et al. (1998).

| Raças | Reação sobre as diferenciadoras | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pickett | Peking | PI 88788 | PI 90763 | Hartwig |
| 1 | − | − | + | − | − |
| 2 | + | + | + | − | − |
| 3 | − | − | − | − | − |
| 4 | + | + | + | + | − |
| 4+ | + | + | + | + | + |
| 5 | + | − | + | − | − |
| 6 | + | − | − | − | − |
| 7 | − | − | + | + | − |
| 8 | − | − | − | + | − |
| 9 | + | + | − | − | − |
| 10 | + | − | − | + | − |
| 11 | − | + | + | − | − |
| 12 | − | + | − | + | − |
| 13 | − | + | − | − | − |
| 14 | + | + | − | + | − |
| 14+ | + | + | − | + | + |
| 15 | + | − | + | + | − |
| 16 | − | + | + | + | − |

A classificação (+) e (-) baseia-se no número de fêmeas produzidas no padrão de suscetibilidade Lee 74, onde IF ≥ 10 % em relação a Cv. Lee (-) e IF < 10 % (+).

2.2.1.4 Dispersão e controle

O cisto, por ser uma estrutura leve e altamente resistente, constitui a mais eficiente unidade de dispersão do nematoide. Isso permite que o mesmo seja facilmente levado de uma área para outra, a curta ou longas distâncias, por qualquer meio que promova movimento de solo (DIAS, 2009).

As principais formas de disseminação deste nematoide são as máquinas e veículos dos agricultores, ao se deslocarem de uma área para outra. O vento também é importante, redistribuindo rapidamente o nematoide por propriedades agrícolas (ANDRADE; ASMUS, 1997).

Em razão das diversas características inerentes aos nematoides, o seu controle é muito complexo após a infestação da área, sendo sua erradicação

praticamente impossível e a adoção de medidas de controle apenas reduzirá sua população (FERRAZ, et al., 2010). Sendo assim, a prevenção constitui a melhor forma de controle dos nematoides.

Por ser um nematoide com uma gama restrita de hospedeiros a rotação de culturas é uma medida efetiva e prática para o controle de *H. glycines*. Geralmente, o cultivo de plantas não hospedeiras como milho, sorgo, trigo, algodão e amendoim pode reduzir a população do nematoide.

Os produtos químicos independente da dose ou métodos de aplicação, apenas reduzem a população sem conseguir erradicá-los (TIHOHOD, 2000), além de promover contaminação do solo, lençol freático, intoxicação de homens e de animais, por se tratarem de produtos que apresentam em sua composição os ingredientes ativos que são tóxicos.

As máquinas e implementos devem ser lavados, assim como calçados, pneus e interior de paralamas de carros que visitam propriedades infestadas. Deve-se também utilizar sementes livres de partículas de solo ou restos vegetais (FREITAS et al., 2009).

Apesar da existência de vários métodos que podem ajudar no controle do NCS, a maneira mais econômica e de melhor aceitação pelos produtores tem sido a utilização de cultivares resistentes. O uso desta estratégia, no entanto, é dificultado pela diversidade genética do nematoide, que apresenta várias raças fisiológicas.

Para as raças de nematoide de cisto, a maioria das cultivares apresentam resistência às raças 1 e/ou 3 ou moderada resistência à raça 14. Desse modo, o patógeno pode facilmente superar a resistência dessas cultivares (DIAS et al., 2009).

### 2.2.2 Nematoide das lesões radiculares

O gênero *Pratylenchus* possui cerca de 70 espécies distribuídas no mundo, das quais seis são frequentemente encontradas no Brasil, associadas às diferentes culturas: *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. jaehni*, *P. penetrans*, *P. vulnus* e *P. zeae* (GONZAGA, 2006).

A espécie *Pratylenchus brachyurus* foi descrita originalmente em 1929, no Hawaii, onde se tornara um dos mais sérios problemas sanitários da cultura do abacaxi (FERRAZ, 2014).

É considerada uma espécie cosmopolita muito comum nas regiões tropical e subtropical. No Brasil, foi destacada como prejudicial ao milho já no início da década de 60, sendo depois relatada como parasita de moderada a alta importância para outras gramíneas (CEINFO, [s.d.]) e, nos últimos anos é um parasita frequente de culturas importantes como soja, milho, cana de açúcar, entre outras.

Este nematoide é considerado em nosso país como o segundo grupo de fitonematoides mais importante à agricultura, ocupando a primeira posição os nematoides do gênero *Meloidogyne* (FERRAZ, 2006).

O nematoide das lesões radiculares de acordo com Ribeiro et al. (2011), foi beneficiado por mudanças no sistema de produção, como a adoção do plantio direto e a incorporação de áreas com pastagens degradadas e/ou com teores muito elevados de areia.

Silva (2011) salienta que o plantio direto favorece o aumento populacional de nematoides polifagos existentes no solo, como *P. brachyurus,* que se hospeda na maioria das espécies cultivadas, tanto as de verão como de inverno. Dependendo do grau de suscetibilidade das coberturas vegetais ao nematoide, as populações podem aumentar, atingindo densidades suficientemente altas para prejudicar a cultura de verão (GALLAHER et al., 1988).

A textura do solo influencia sua porosidade e capacidade de retenção de água, características interferem no comportamento e potencial de danos do nematoide (YOUNG, 1992). Solos leves são geralmente, mais favoráveis à ocorrência de nematoides, pois, são mais drenados e facilitam a sua movimentação (FERRAZ et al., 2010).

Dropkin (1980), afirma que em solos leves, a agua é drenada mais rapidamente e as plantas ficam mais sujeitas à secas intermitentes e a estresses hídricos e consequentemente mais predispostas ao ataque do nematoide.

A ocorrência de *P. brachyurus* nas áreas produtoras de soja tem adquirido importância, tanto pelos danos à cultura, quanto pela sua ampla disseminação e alta incidência em áreas produtoras nos estados de MT, GO, MG e TO (FALEIRO et al., 2012). As primeiras constatações da elevada frequência de *P. brachyurus* em solos do Mato Grosso datam de 2004 (SILVA et al., 2004).

Nos Estados Unidos, foram verificadas reduções de até 30% na produção de soja, em condições experimentais no campo. No Brasil, há relatos de reduções entre 30 e 50 % na produção de soja em áreas infestadas com *P. brachyurus* (MACHADO, 2007).

2.2.2.1 Biologia e ciclo de vida

O gênero possui o corpo vermiforme, medindo de 0,30 a 0,45 mm de comprimento nos estádios juvenis e de 0,5 a 0,7 mm nos adultos; os machos são raros e as populações constituídas quase exclusivamente por juvenis femininas e fêmeas (FERRAZ, 2010).

O estilete é bem desenvolvido, com 20 µm de comprimento, com largos bulbos basais. Os machos são raramente encontrados na natureza, pois, a reprodução é partenogenética, ou seja, por meio de ovos que se desenvolvem sem a fecundação (CEINFO, [s. d.]).

Todos os estádios do ciclo de vida movem-se livremente dentro das raízes e entre as raízes e o solo e facilmente abandonam o sistema radicular, quando as condições se tornam desfavoráveis, migrando para o solo (GONZAGA; LORDELO, 1986).

O número total de ovos produzidos pelas fêmeas de *Pratylenchus* ssp. é difícil de se determinar, porque são depositados um por um nos tecido parasitado e no solo (TIHOHOD, 2000).

O período para se completar o ciclo de vida varia dependendo primariamente da temperatura, 28 a 30ºC; variando em média, de quatro a oito semanas (SOUZA, 2009). Desta forma é possível ocorrer varias gerações durante o ciclo das culturas (CASTILHO; VOVLAS, 2007).

Por serem parasitas obrigatórios, a população de nematoides tende a diminuir no solo na ausência da planta hospedeira ou quando as condições ambientais são desfavoráveis (FERRAZ, 2010). No entanto, a sobrevivência pode ser assegurada em restos de raízes, ondem ficam protegido de altas temperaturas e de dessecação

por períodos entre 4 e 21 meses sendo capazes de persistirem e até mesmo se multiplicarem (SUASSUNA et al., 2006).

#### 2.2.2.2 Sintomatologia

Nematoides do gênero *Pratylenchus* são endoparasitas migradores que causam severos danos em raízes, devido à alimentação, movimentação ativa e liberação de enzimas e toxinas no córtex radicular.

O parênquima cortical fica bastante desorganizado, em virtude da destruição de inúmeras células durante a movimentação dos espécimes e durante a alimentação, injetam secreções esofagianas no interior destas, as quais se degeneram e acabam morrendo (QUEIROZ, 2012).

Os sintomas causados pelos nematoides do gênero *Pratylenchus* frequentemente estão associados às podridões e necroses do sistema radicular das plantas hospedeiras, por meio das lesões nas raízes através das quais outros organismos patogênicos, como bactérias e fungos, penetram.

Conforme Juhász et al. (2013), nas lavouras de soja infestadas com *P. brachyurus*, geralmente os sintomas aparecem em reboleiras, onde o porte das plantas é menor do que o normal. É possível observar, ainda, um super enraizamento próximo ao colo e raízes secundárias com presença de áreas necrosadas e escuras.

#### 2.2.2.4 Dispersão e controle

Entre os possíveis agentes disseminadores do nematoide *P. brachyurus* pode citar-se o capim pangola (*Digitaria eriantha*), que foi mencionado por Lordello; Mello Filho (1969) como importante veículo de disseminação do nematoide em virtude de ser propagado por estacas enraizadas.

Atualmente, os principais disseminadores do nematoide são máquinas e implementos agrícolas que levam torrões e sementes de uma propriedade ou área infestadas a outra isenta ou com baixa população deste nematoide.

Outras formas de disseminação são por meio do trânsito de trabalhadores e animais, o escoamento de água em áreas de declive e as águas de irrigação (STOLF, 2006).

O controle de *P. brachyurus* é difícil, uma vez que é uma espécie com grande número de plantas hospedeiras (MACHADO; OLIVEIRA, 2007). Pode parasitar a aveia, milho, milheto, girassol, cana de açúcar, algodão, amendoim, alguns adubos verdes e a maioria das plantas daninhas o que vem a dificultar o uso de rotação de culturas não hospedeiras (DIAS et al., 2010).

Lima et al. (2012) salientam, a busca por plantas potenciais para uso em sucessão de culturas visando o manejo de *Pratylenchus* spp. Deve considerar além do aproveitamento econômico outros benefícios como a melhoria da qualidade do solo, facilitando assim a aceitação e adoção da tecnologia pelos produtores rurais.

O revolvimento do solo em períodos quentes vem sendo eficaz na redução das populações deste nematoide em função de os exporem a ação do calor e a dessecação, eliminando também assim as plantas hospedeiras (GONZAGA; LORDELLO, 1986).

Outra opção de manejo para o controle de *P. brachyurus* é o pousio, porém, essa é uma prática de difícil aplicabilidade em razão do uso constante da mesma área e também pela exposição do solo a erosão eólica e pluvial e crescimento de plantas daninhas (FERRAZ et al., 2010). As plantas daninhas que crescem nestas áreas podem servir muitas vezes na ausência da cultura principal como hospedeiras e multiplicadoras deste nematoide.

A rotação de culturas é uma medida muito útil e talvez uma das principais estratégias para o controle destes nematoides em nosso país, visto que o manejo de fitonematóides é complexo, mas perfeitamente possível, levando em consideração os grandes benefícios que traz, como por exemplo, a redução da quantidade de agroquímicos aplicada, menor custo de produção, melhorias das condições ambientais e maior retorno econômico da atividade conduzida.

Das diversas estratégias que vêm sendo adotadas pelos sojicultores brasileiros para o manejo de *P. brachyurus*, a semeadura, na entressafra, de

espécies de crotalária que não multiplicam o nematoide, é a que tem resultado em redução mais rápida das populações do nematoide no solo (DIAS et al., 2009).

### 2.3 Resistência genética

A resistência é uma característica genética da planta hospedeira que pode impedir ou reduzir a incidência e/ou severidade da doença (Carvalho; Barcellos, 2012). A expressão da resistência ou suscetibilidade a doença, isto é, o grau e o nível de incidência e severidade das enfermidades, são características de cada combinação patógeno-hospedeiro-ambiente (PIPOLO et al.,1993).

Aparentemente, a resistência da planta depende da habilidade do hospedeiro em reconhecer o patógeno, e rapidamente induzir os mecanismos de defesa a tempo de limitá-lo (SILVESTRINI et al., 2005).

O valor da resistência das plantas cultivadas no controle de suas doenças foi reconhecido a partir do início do século XX, com os progressos da genética e da fitopatologia que proporcionaram, ao melhoramento de plantas, condições para a criação de variedades resistentes às doenças (MUNIZ, 2007).

O melhoramento genético de plantas tem sido uma ferramenta importante, não apenas para o desenvolvimento de cultivares com bom desempenho agronômico e obtenção de ganhos genéticos, como também na eliminação de fatores restritivos à produtividade (ARANTES et al., 1999).

Atualmente em função do aumento populacional e da demanda crescente por alimento, a despeito das metodologias de controle das doenças, as novas tecnologias de cultivo e o aumento da área cultivada com plantas de interesse alimentar e industrial deverão refletir em problemas fitopatológicos (CARVALHO; BARCELLOS, 2012) ou aumentar e agravar os já existentes.

A resistência aos agentes fitopatogênicos assume papel muito importante ao se considerar que, geralmente, o número de variedades aprovadas e disponíveis aos agricultores é relativamente pequeno, enquanto se expandem em superfície e rapidez as áreas de plantio (BUENO et al., 2013).

Visto que a produção agrícola mundial é dirigida para uma maior especialização nas culturas, monocultura e globalização da produção e mercado, isto promoverá maior suscetibilidade a doenças, variação nas populações dos patógenos e consequente perda da resistência e, ainda, disseminação de agentes causais, que não são restringidos pelos serviços de quarentena (REZENDE et al., 2005).

Em relação ao cultivo da soja, os problemas relacionados à cultura nem sempre apresentam soluções simples e isoladas como o controle químico, preferido pela maioria dos produtores, é necessário uma série de medidas integradas visando reduzir os problemas fitossanitários e o uso de agrotóxicos, já que estes acarretam um elevado custo de produção e problemas ambientais (WERLE, 2009).

O melhoramento genético da soja é um processo contínuo de desenvolvimento de novas cultivares, e estes são assentados em objetivos gerais e específicos e visam à solução das limitações reais ou potenciais das cultivares frente aos fatores bióticos e abióticos que interferem na produção da soja (ALMEIDA et al., 1999). No entanto, um programa de melhoramento genético é oneroso e demorado, nem sempre respondendo rapidamente a necessidade da agricultura (CAVALCANTI et al., 2005).

Um dos principais problemas enfrentados por melhoristas e fitopatologistas é a manutenção da durabilidade da resistência genética a doenças, que pode ser, muitas vezes, "quebrada" ou reduzida pelo desenvolvimento de novas raças na população de patógenos capazes de se adaptarem à resistência presente em cultivares comerciais (CASELA, 2005).

Os grandes avanços no desenvolvimento de cultivares de alta produtividade são, em parte, resultados da exploração pelo homem dos reservatórios de armazenagem genética das cultivares (PIPOLO et al., 2007). Portanto, o conjunto de material genético, também denominado de germoplasma, deve ser preservado para garantir a sua utilização no futuro (VIEIRA, 2000).

Podem-se utilizar diferentes fontes de germoplasma como doadoras de genes de resistência. A melhor fonte são as variedades adaptadas com alto potencial produtivo ou variedades crioulas. Na falta de resistência no material comercial, o melhorista pode utilizar germoplasma selvagem obtido do centro de diversidade da espécie (BESPALHOK et al., 2007).

Grande parte da variabilidade genética da soja é mantida e conservada em bancos de germoplasma existentes em vários países orientais e ocidentais. Os Estados Unidos da América mantém uma coleção de aproximadamente 15.000 acessos de soja (BACAXIXI et al., 2011).

No Brasil existe uma coleção diversificada com 8000 acessos de soja, o país está entre os que possuem maior diversidade de espécies do mundo e, mesmo assim, é extremamente dependente de germoplasma de outros países, pois a maior parte das espécies cultivadas têm seus centros de origem em outros continentes (PIPOLO, 2007).

Conhecendo-se os problemas ocasionados pelos nematoides na cultura da soja, destaca-se a importância do desenvolvimento de cultivares resistentes que é uma busca constante dos pesquisadores, sendo feitos inúmeros testes de campo e laboratório, envolvendo décadas de pesquisas.

Todavia, é importante ressaltar que, considerando o alto potencial de recursos genéticos, a disponibilidade de genótipos resistentes aos nematoides ainda é pequena para a grande parte das culturas (FERRAZ et al., 2010).

De maneira geral, existe disponibilidade de fontes de resistência à nematoides no germoplasma das espécies de plantas cultivadas. Antes de se utilizar a transferência interespecífica de genes de resistência, é de suma importância explorar a variabilidade genética já presente na espécie (SILVA, 2005).

Os mecanismos de resistência de plantas a nematoides são vários, complexos e, em alguns casos, poucos conhecidos (HUANG, 1985). A resistência pode decorrer de fatores que estão presentes antes que o nematoide penetre a raiz da planta (HUANG, 1985).

Muitas espécies de plantas são parasitadas por nematoides, entretanto, essas plantas desenvolveram mecanismos protetores que previnem a atração, penetração, migração, reprodução ou sobrevivência dos nematoides (FRAGOSO et al., 2007). Plantas que possuem estas características são classificadas como antagonistas, armadilhas, não hospedeiras ou resistentes.

Uma planta é considerada resistente quando possui a habilidade em suprimir, retardar ou prevenir a entrada ou a subsequente atividade do patógeno (crescimento e desenvolvimento) em seus tecidos. Tolerância é a capacidade da planta se desenvolver satisfatoriamente, apesar da infestação do nematoide (ALVES, 2008).

A seleção de genótipos de soja resistentes a *H. glycines* ou mesmo testes envolvendo a determinação de raças fisiológicas, apresentam grande variabilidade e são dependentes das condições a que são submetidas (temperatura, época de avaliação, entre outros) (NIBLACK et al., 2006).

Segundo Riggs, Schimitt e Noel (1988) as diferenciadoras podem apresentar diferentes resultados em função da variabilidade tanto do hospedeiro quanto do parasito. E ainda outro aspecto é a possibilidade da cultivar Lee 74 utilizada como padrão de suscetibilidade apresentar algum tipo de resistência á algumas populações do NCS (RIGGS; SCHIMITT; NOEL, 1988).

Só se pode afirmar que determinado genótipo é resistente ou tolerante quando comparado ao desempenho de outro genótipo da mesma especie de planta, notadamente suscetível ou intolerante (SIKORA et al., 2005).

Destaca-se assim, que além do aumento na produção das culturas e a redução na reprodução do nematoide, o cultivo de plantas resistentes não demanda equipamentos especiais para a utilização, tornando-se desta maneira uma tecnologia ambientalmente segura (ROBERTS, 2002).

Torna-se importante então, ao escolher o genótipo a ser plantado levar em consideração, além da resistência aos nematoides, à adaptação e o potencial produtivo do material na região a ser cultivada (SILVA, 2005). De acordo com Freitas et al. (2011), para se obter altas produtividades em uma cultura é necessário uma interação entre planta, ambiente e manejo.

# REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MIRANDA, M.A.C.; CAMPELO, G. J. A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. (eds.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Petrolina, PE: EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1999 .

ARANTES, N. E.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. Melhoramento genético visando à resistência. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA (Ed.). **O nematoide de cisto da soja: a experiência brasileira.** Jaboticabal, SP: Artsingner, p.105-117, 1999.

ALVES, T. C. U. **Reação de cultivares de soja aos nematóides das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*.** 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá, 2008.

ANDRADE, P. J. M.; ASMUS, G. L. Disseminação do nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines,* pelo vento durante o preparo do solo. **Nematologia Brasileira***,* n. 21 v.1: p. 98-100, 1997.

ARIEIRA, G. O. **Nematologia Brasil**. 2012. Disponível em: < http://nematobrasil.blogspot.com.br/2012/05/nematoide-de-cistos-da-soja-heterodera.html> Acesso em: 21 mai. 2014.

BACAXIXI, P.; RODRIGUES, L.R.; BRASIL, E.P.; BUENO, C.E.M.S.; RICARDO, H.A.; EPIPHANIO, P.D.; SILVA, D.P.; BARROS, B.M.C.; SILVA, T.F.; BOSQUÊ, G.G. A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Ano X, n. 20, 2011.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento para resistência a doenças. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas.** 2007. p.11-18. Disponível em: < http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2016.pdf>. Acesso em 16. Mai., 2014.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento Genético de Plantas: Princípios e Fundamentos**. Lavras: 2ª ed. UFLA. 282p., 2013.

CAMPOS, M. C. **A Embrapa/Soja em Londrina-PR a pesquisa agrícola de um país moderno.** 2010. 124f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2010.

CARVALHO, N.L.; BARCELLOS, A.L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET/UFSM** n.5, v.5, p. 749 - 766, 2012.

CASELA, C. R. **Variabilidade Genética de Patógenos e Resistência de Cultivares**. Embrapa Milho. VIII Seminário Nacional de Milho Safrinha, 2005.
.

CASTILHO, P.; VOVLAS, N. Diagnosis and descriptions of Pratylenchus species. In: ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and Management**. Córdoba, 1 ed. v. 6, cap. 4, p. 51-280, 2007.

CAVALCANTI, L. S.; PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOALATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R.S. 2005. **Indução de resistência a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ. 263 p.

CENTRO DE INFORMAÇÕES TECNOLOGICAS E COMERCIAIS PARA AGRICULTURA TROPICAL – CEINFO. **Nematoses.** [s.d.] Disponível em:< http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2333.pdf> Acesso em 26 mai., 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, sétimo levantamento, abril 2014. Brasília: Conab, p. 71-75, 2014.

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; KIIHL, R. A. S.; HIROMOTO, D. M.; ABDELNOOR, R. V. Quebra da resistência da cv. Hartwig por população de campo do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33: 971-973. 1998.

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

DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. S.; GARCIA, A.; ARIAS, C. A. A. Nematoide de cisto da soja: Biologia e manejo pelo uso da resistência genética. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, n.1, v.33, p.1-16, 2009.

DROPIKING, V. H. **Introduction to plant nematology.** New York, John Wiley ; Sons, 293 pg., 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000.** Londrina, PR, 226 p., 1999.

_____. Centro Nacional de Pesquisas de Soja. **Resultados de pesquisas da Embrapa soja 1997**. Documentos 118. Londrina – PR, 268p., 1998.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologia de produção de soja região central do Brasil.** Londrina - PR, 239 p., 2006.

ESPÍNDOLA, S. M. C. G. **Seleção assistida por marcadores Moleculares em soja para Resistência ao fitonematóides Heterodera glycines raça 3**. 2004. 60 f. Dissertação (Mestrado e Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2004.

FALEIRO, V. O.; FARIAS NETO, A. L.; BORGES, D. C.; SILVA, J.F.V.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SILVA NETO, S. P . Reação de Cultivares de Soja a *Pratylenchus brachyurus.* In: **VI Congresso Brasileiro de Soja**, Cuiabá – MT, 2012.

FERRAZ, L. C. C. B. As meloidoginoses da soja: passado, presente e futuro. In. SILVA, J. F. V.; MAZAFFERA, P.; CARNEIRO, R. G.; ASMUS, G. L.; FERRAZ, L. C. C. B. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina, Embrapa Soja: Sociedade de Nematologia, 2001. 127p.

FERRAZ, S., FREITAS, L. G., LOPES, E.A., DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo Sustentável de Fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 306 p., 2010.

FRAGOSO, R. R.; LOURENÇO, I. T.; VIANA, A. A. B.; SOUZA, D. S. L.; ANDRADE, R. V. MEHTA, A.; BRASILEIRO, A. C. M.; PINTO, E. R. C.; LIMA, L. M.; ROCHA, T. L.; SÁ, M. F. G. **Interação Molecular Planta-Nematoide**. Documentos 197. Embrapa Cerrados. Planaltina- DF, 2007.

FRANCISCO, E. A. B.; CÂMARA, G. M. S**. Desafios atuais para o aumento da produtividade da soja.** Instituto Nacional de Propriedade Rural-INPI. (Informações agronômicas n. 143), 2014.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.12; 2011.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução a Nematologia**. 5 ed. Viçosa - UFV, 92 p., 2009.

GALLAGHER, R. N.; DICKSON, D. W.; CORELLA, J. F.; HEWLETT, R. E. Tillage and multiple cropping system and population dynamics of phytoparasitic nematodes. **Annals of Applied Nematology**, v.2, p.90-94. 1988.

GOLDEN, A. M.; EPPS, J. M.; RIGGS, R. D.; DUCLOS, L. A.; FOX, J. A.; BERNARD, R. L. Terminology and identity of intraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). **Plant Disease Reporter**, v.54, p.544-546, 1970.

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filipjev, 1936 que ocorrem no Brasil.** 2006. 79p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2006.

GONZAGA, L.; LORDELLO, E. **Nematoides das Plantas Cultivadas**. São Paulo – SP, Nobel. 8ª ed., 314p., 1986.

GOULART, A. M. C. **Nematoides das lesões radiculares (Gênero Pratylenchus).** 2008. Disponível em: http://www.agrosoft.org.br/agropag/103613.htm. Acesso em 21 Set.2014.

INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S. R. Reação de *Brachiaria* spp. E *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2007.

HARTWIG, E. E. Breeding productive soybeans with resistance to the soybean cyst nematode. 1985. In: **World Soybean Research Conference**, III, Boulder, Abstracts, p.394-399.

HUANG, J. S. Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. **An advanced treatise on Meloidogyne: Biology and control**. Raleigh: North Caroline State University Graphics, 1985. v. 1, p.11-17.

INSTITUTO DE FORMAÇÃO E ASSESSORIA SINDICAL RURAL- IFAS. **A soja no Brasil Central Expansão agrícola no Cerrado brasileiro**. 2003. Disponível em: < http://www.riosvivos.org.br/Noticia/A+soja+no+Brasil+Central+++Expansao+agricola +no+Cerrado+brasileiro/1188. Acesso: 12 mai. 2014.

JUHÁSZ, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 276, v. 34, p. 66-75, 2013.

KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trai in breeding soybean cultivars. In: **WORLD SOYBEAN RESERACH CONFERENCE**, 4., p. 994-1000, 1989.

LIMA, F. S. O.; DOURADO, D. P.; LIMA, M. P. M.; SILVA FILHO, J. E. M.; LAZARI, T. M.; MURAISHI, C. T. *Pratylenchus brachyurus* em sistemas de cultivo de soja no Tocantins e seu comportamento em culturas de safrinhas. In: **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, Palmas (TO), 2012.

LIMA, R. D.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Ocorrência de *Heterodera* sp. no triângulo mineiro. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras - ESAL, 1992, não paginada.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. R. A.; QUAGGIO, J. A. Ocorrência do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) no Brasil. **Revista de Agricultura**, v.67, p.223-225, 1992a.

LORDELLO, A. I.; LORDELLO, R. R. A; QUAGGIO, J.A. *Heterodera* sp. reduz produção de soja no Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA**, 16., 1992, Lavras. Resumos... Lavras: Sociedade Brasileira de Nematologia / Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992 b . p.81.

LORDELLO, L. G. E.; MELLO FILHO, A. T. Capins gordura e Jaraguá, hospedeiros novos de um nematoide migrador. **Revista Solo**, Piracicaba, n. 61 v.2 p.27, 1969.
MACHADO, A. C. Z. Terror das raízes. **Revista Cultivar,** Pelotas – RS. v.8, n.99, p. 14-17, 2007.

MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. **Diagnóstico molecular do nematóide das lesões Pratylenchus brachyurus. 2007.** Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=51 > Acesso em 27 mai 2014.

MAINARDI, J. T. **Reação de Espécies Vegetais a Pratylenchus brachyurus**. 2013. 32 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS, 2013.

MENDES, M. L.; DICKSON, D. W. Detection of Heterodera glycines on soybean in Brazil**. Plant Disease**, v. 77(5), p. 499-500, 1993.

MENDES, M. L; MACHADO, C. C. Levantamento Preliminar da Ocorrência do Nematoide de Cisto da Soja *(Heterodera glycines* Ichinohe), no Brasil. **Comunicado Técnico**. Embrapa, Londrina-PR, p 1-5, 1992.

MUNIZ, F. R. S. **Análise da variabilidade genética em Populações segregantes de soja.** 2007. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista – UNESP- Jaboticabal, 2007.

NIBLACK, T. L.; BARKER, N. K.; NORTON, D. C. Soybean yield losses due to Heterodera glycines in Iowa. **Plant Disease**, St. Paul, n.9, v.76, p.943- 948, 1992.

NIBLACK, T. L.; LAMBERT, K. N.; TYLKA, G. L. A Model Pant Pathogen from the Kingdon Animalia: *Heterodera glycines,* the Soybean Cyst Nematode. **Annual Review Phytopathology**., v. 44, p. 283—303, 2006.

NORTON, D. C.; MORGAN-GOLDEN A.; AGUDELO, F. V. de. *Heterodera g/ycines* on soybeans in Colombia. **Plant Disease**, v. 67, p.1389, 1983.

PÍPOLO, V. C.; ASSIS, J. S.; GARCIA, I. P. Adubação e resistência de plantas a doenças e nematoides. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 14, n. 14, p. 40 - 46, 1993.

PIPOLO, A. E.; ARIAS, C. A. A.; CARNEIRO, G. E. S.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F.; PANIZZI, M. C. C.. KASTER, M.; ABDEINOOR, R. V.; MOREIRA, J. U. **Desenvolvimento de germoplasma e cultivares de soja**. Circular Técnica 52. Embrapa, Londrina – PR, 2007.

PRIOLLI, R. H. G.; MENDES-JUNIOR, C. T.; SOUSA, S. M. B.; SOUSA, N. E. A.; CONTEL, E. P. B. Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, n.10, v.39, p.967-975, out. 2004.

QUEIRÓZ, C. A. **Resistência de acessos e cultivares de *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* à P*ratylenchus brachyurus* para uso em sistemas de integração lavoura-pecuária.** 2012. 33f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS, 2012.

REZENDE, J. A. M.; MARTINS, M.C. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.435-443.

RIGGS, R. D., SCHMITT, D. P. Complete characterization of the race scheme for Heterodera glycines. **Journal of Nematology**, v.20, p.392-395, 1988.

RIGGS, R. D.; SCHIMITT, D. P. NOEL, G. R. Variability in races tests with *Heterodera glycines***. Journal of Nematology**, College Park, v. 20, n. 4, p 565-572, 1988.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematóides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2010**. Fundação MT, Rondonópolis-MT. n. 14, p 289-296, 2010.

RIBEIRO, N. R.; MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L. Nematoides: um desafio constante. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2011**. Fundação MT, Rondonópolis-MT. n. 15, p 400-414, 2011.

ROBERTS, P. A. Concepts and consequences of resistance. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallinghord: CAB International, p. 23-41, 2002.

SCHUSTER, I. Saiba mais sobre o Nematoide de Cisto da Soja. 2011. Disponível em: < http://dsvegetal.blogspot.com.br/> Acesso em 21 mai., 2014.

SIKORA, R. A.; BRIGDE, J.; STARR, J. L. Management practices : na overviewof integrated nematode management Technologies . In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIGDE, J. **Plants Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. 2. ed. Wallingford: CAB International, p. 793-826, 2005.

SILVA, J. F. V. Resistência genética de soja a nematóides do gênero *Meloidogyne.* In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa, p. 95-127, 2001.

SILVA, R. B. **Interação entre diferentes níveis populacionais iniciais de Pratylenchus brachyurus e cultivares de soja no desenvolvimento de planta e na reprodução do nematoide.** 2011. 39 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2011.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, n.3, p.337, 2004.

SILVESTRINI, M.; MALUF, M. P. GUERREIRO FILHO, O.; GONÇALVES , W. Expressão de genes de resistência em resposta à infecção por nematoides. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 4., 2005, Londrina. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2005.

SOUZA, R. A**. Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L.) Merril, em UFUS 7401rama –TO**. 2009. 53f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) Universidade Federal de Uberlândia-MG, 2009.

STOLF, E.C. **Efeito de re-inoculações de fungos endofíticos sobre o controle do nematóide cavernícola da bananeira (*Radopholus similis*).** 2006. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2006.

SUASSUNA, N. D.; CHITARRA, L. G.; ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M. **Manejo de Doenças do Algodoeiro.** Circular Técnica. Campina Grande-PB, n. 97, 2006.

TAYLOR, A. L. **Introductions to research on plant nematology**. FAO, Rome, 133 p., 1971.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada.** Jaboticabal: FUNEP, 372 p., 2000.

VIEIRA, M. L. C. Conservação de germoplasma in vitro. **Biotecnologia Ciência; Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 14, p. 18-20, 2000.

WERLE, S. L. **Principais Doenças Relacionadas ao Algodão (*Gossypium hirsutum*) e à Soja (*Glycine max*) no Oeste da Bahia**. 2009. 51f. Relátorio de estágio. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2009.

YOUNG, L. D. Epiphytology and life cycle. IN: RIGGS, R. D.; WRATHER, J. A. (ed). **Biology and management of the soybean nematode**. St. Paul, p. 27- 36, 1992.

SILVA, S. L. S. **Seleção de genótipos de soja resistentes a raças de *Heterodera glycines***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT.

**RESUMO:** O nematoide de cisto (*Heterodera glycines)* comum em todas as regiões produtoras de soja do país vem sendo controlado pelo uso de cultivares resistentes. O objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de soja quanto à reação às raças 1, 2, 4, 5, 6 e 14. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Associação de Produtores de Sementes de Mato Grosso - APROSMAT, em Rondonópolis, MT, no período de novembro de 2013 a janeiro de 2014. Foram testadas: quatro linhagens (UFUS 105, UFUS 119, UFUS 32 e UFUS 37) e oito cultivares (UFUS Carajás, UFUS Guará, UFUS Mineira, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS Vila Rica) provenientes do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Uberlândia. Foram incluídas as cultivares diferenciadoras Peking, Pickett, PI 88788, PI 90763, Lee 74 (padrão de suscetibilidade) e Hartwig (padrão de resistência) para caracterização das raças. Cada parcela constituiu-se de vasos de 1,5 $dm^3$ de solo, na proporção de solo e areia (2:1) previamente autoclavada, com cinco repetições. A inoculação ocorreu sete dias após a emergência das plântulas com 3000 ovos e juvenis no sistema radicular a 2 cm do hipocótilo. As variáveis analisadas aos 10, 20 e 30 dias após a inoculação foram altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker. Decorridos trinta dias após a inoculação, a parte aérea foi removida para quantificação de massa seca e o índice de fêmeas. Os resultados foram submetidos a análise de variância e análise de agrupamento pelo teste de Scott Knott à 5 % de probabilidade programa estatístico Assistat 7.7. A cultivar UFUS 6901 é moderadamente resistente ao nematoide de cisto raça 5 e UFUS Mineira à raça 6, podendo ser uma boa opção para a viabilização da produção de soja em áreas infestadas. A raça 6 apresentou menor e as raças 2 e 5 maior agressividade quantos aos caracteres avaliados.

**Palavras-chave:** *Glycine max***,** índice de fêmeas; cultivares de soja; melhoramento genético.

SILVA, S. L. S. **Selection of Soybean Genotypes Resistant to Heterodera glycines Races.** Dissertation (Master's in Agricultural Engineering) Mato Grosso State University (UFMT).

**ABSTRACT:** The cyst nematode (*Heterodera glycines)* is, common in all regions soybean producing country, being controlled by the use of resistant cultivars. The aim of this study was evaluated soybean genotypes how much the reaction to races 1, 2, 4, 5, 6 and 14 of the cyst nematode *H.* glycines. The experiment was conducted in a greenhouse of the Seed Producers Association of Mato Grosso - Aprosmat in Rondonópolis, MT, from November 2013 to January 2014. Were tested: four lines (UFUS 105, HM-119, UFUS UFUS 32 and 37) and eight cultivars (UFUS Carajás, Guara, UFUS Mineira, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401 and UFUS Vila Rica) coming from breeding program genetic, University Federal of Uberlândia. Was included the differentiating cultivars Peking, Pickett, PI 88788, PI 90763, Lee 74 (patterns of susceptibility) and (resistance pattern) Hartwig to characterization the races. Each plot consistutes of vases of 1.5 $dm^3$ of soil containing the proportion of soil and sand (2:1) previously autoclaved, with five repetitions. The inoculation occurred seven days after seedling emergence with 3000 eggs and juveniles directly in the root 2 cm hypocotyl system. The variables analyzed at 10, 20 and 30 days after inoculation were plant height, stem diameter, chlorophyll index Falker. Thirty days after inoculation, the aerial part were removed for quantification of dry mass and the index of females. The results were submitted to analysis of variance and cluster analysis by Scott Knott test at 5% statistical probability Assistat 7.7 program. The cultivar UFUS 6901 is moderately resistant to cyst nematode race 5 and UFUS Mineira race 6, can be a good option for the viability of soybean production in infested areas. The race 6 showed lower and races 2 and 5 more aggressiveness how characters evaluated.

**Keywords:** *Glycine max* , index of females; soybean cultivars; breeding genetic.

# 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes oleaginosas do mundo, amplamente adaptada aos climas tropicais e subtropicais, e seu alto teor de proteína possibilita o desenvolvimento da cultura e a formação de um complexo industrial destinado ao seu processamento (NEVES, 2011).

Dentro do agronegócio mundial, a produção de soja vem apresentando crescimento muito significativo, contando com a participação expressiva do Brasil na oferta e na demanda de produtos deste complexo agroindustrial (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2009).

O explosivo crescimento da produção de soja no Brasil, de quase 260 vezes no transcorrer de quatro décadas, determinou uma cadeia de mudanças na história do país. Foi à soja inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pela agricultura comercial no Brasil (EMBRAPA, 2004).

O Estado de Mato Grosso é uma das maiores fronteiras agrícolas em expansão no país ocupando a primeira posição na produção de soja, algodão e milho safrinha. Mato Grosso atingiu na safra 2013/2014 uma produção de 86.082,3 mil toneladas de soja, representando um incremento de 5,6% em relação à safra 2012/13 (CONAB, 2014).

Nos últimos anos com a expansão do cultivo da soja em diversas regiões brasileiras, aumentaram-se também os problemas relacionados a pragas, doenças e principalmente nematoides. A cada safra, diversos municípios são acrescentados à lista de municípios atingidos, representando um grande desafio para a pesquisa e o produtor brasileiro de soja (EMBRAPA, 2005).

A existência de fatores favoráveis aos nematoides como solos de textura média e principalmente sequências de culturas suscetíveis e a monocultura levaram ao aparecimento de populações elevadas nos solos (INOMOTO, 2006).

Neste contexto, o nematoide de cisto da soja (NCS), *H. glycines*, representa um dos mais sérios problemas para a cultura da soja, seja pelos elevados danos causados ou pela facilidade de sua disseminação.

Desde a sua constatação na safra 1991/1992, o NCS distribuiu-se por praticamente todas as regiões produtoras de soja do país (ASMUS; TELES, 2011) e tornou-se imediatamente uma grande ameaça à sojicultora nacional.

O melhoramento genético da soja visando o desenvolvimento de cultivares resistentes ao nematoide de cisto é uma ferramenta importante, porém complexa, principalmente devido á elevada variabilidade intraespecífica, pois apresenta um grande número de raças fisiológicas, o que aumenta a capacidade de se adaptar em diferentes ambientes e a parasitar diferentes cultivares.

Diante do exposto objetivou-se avaliar a reação de genótipos de soja frente ao nematoide de cisto, raças 1, 2, 3, 4, 5 e 14.

# 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Associação de produtores de semente de Mato Grosso (APROSMAT), no período de novembro a dezembro de 2013.

### 2.1.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 18 x 6, correspondente a genótipos de soja e raças de nematoide de cisto da soja (NCS) , com cinco repetições.

O material genético foi constituído de linhagens promissoras do programa de melhoramento genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia. Foram incluídos as cultivares diferenciadoras Peking, Pickett, PI 88788, PI 90763, Lee 74 (padrão de suscetibilidade) e Hartwig (padrão de resistência) para caracterização das raças (RIGGS; SCHMITT, 1988).

Cada parcela foi constituída de um vaso com 1,5 $dm^3$ de solo, contendo mistura de solo e areia na proporção (2:1), previamente autoclavada para completa esterilização.

## 2.2 Preparo do solo e semeadura

A caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 1) foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

A saturação por bases foi elevada para 60%, com a incorporação de calcário dolomítico (PRNT = 80,3%), sendo incubado por um período de 30 dias.

A adubação de semeadura constituiu-se de 60 mg $dm^3$ de $P_2O_5$ e 60 mg $dm^3$ $K_2O$ tendo como fonte superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente (NOVAIS, 1999).

**Tabela 2** - Análise química e granulométrica do solo

| pH | P | K | Ca | Mg | Al | SB | CTC | V | M.O | Areia | Silte | Argila |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CaCl_2$ | mg $dm^{-3}$ | | mg $dm^{-3}$ | | | $cmol_c/dm^3$ | | % | g/$kg^{-1}$ | | | |
| 4,5 | 2,4 | 19 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2,4 | 19,1 | 3,1 | 865 | 50 | 85 |

As sementes foram tratadas com fungicida Carboxin + Thiram (0,3L 100 $kg^{-1}$) e inoculadas com inoculante comercial indicado para a cultura (0,5L 50 $kg^{-1}$), antes da semeadura.

Foram semeadas três sementes por vaso, fazendo-se o desbaste após a emergência das plântulas, deixando-se duas unidades por vaso.

### 2.3 Obtenção e preparo do inóculo

Os inóculos usados nos experimentos foram obtidos de populações puras de cada raça de *H. glycines* mantidas e multiplicadas em casa de vegetação em cultivares suscetíveis.

A parte aérea das plantas foi eliminada e as raízes retiradas dos vasos e lavadas em água corrente, em um becker, para retirada das fêmeas aderidas ao sistema radicular .

Posteriormente, o conteúdo do becker foi vertido em uma peneira de 25 *mesh* sobreposta a outra de 100 *mesh.* À base da peneira de 100 mesh, foi acoplada uma peneira de 500 mesh, para retenção de ovos. Em seguida as fêmeas foram maceradas para rompimento e liberação de ovos e juvenis (Figura 1).

A concentração da suspensão de juvenis/planta foi determinada com o auxílio de microscópio óptico composto, e câmara de Peters, sendo ajustadas para conter 3.000 ovos e juvenis.

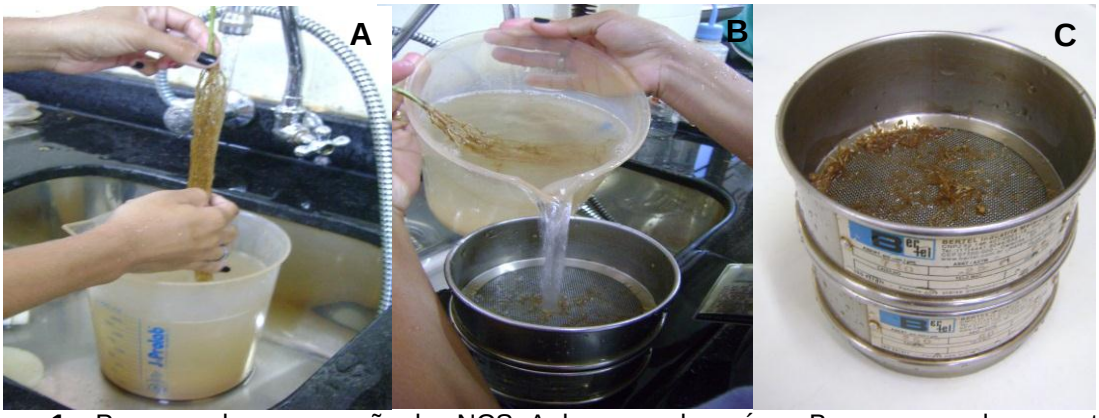


**Figura 1 –** Processo de recuperação dos NCS, A- lavagem das raízes, B- passagem dos nematoides pelas peneiras, C- nematoides depositados na peneira.

## 2.4 Inoculação, condução e avaliação do experimento

Aos sete dias após a semeadura (DAS), as plântulas foram inoculadas com uma suspensão de 5 mL contendo 3000 ovos e juvenis no sistema radicular, à 2 cm do hipocótilo (Figura 2).

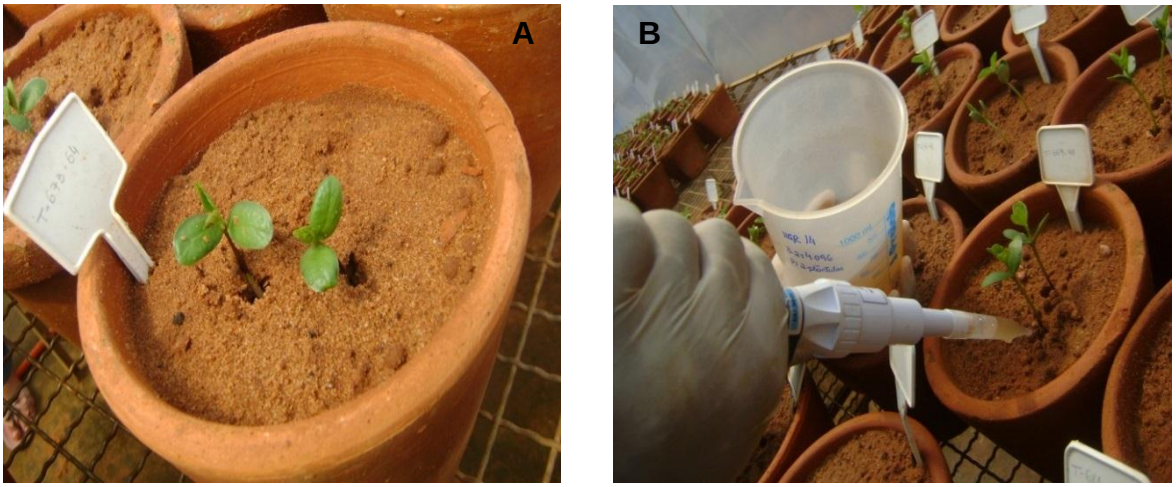


**Figura 2 –** Inoculação das plântulas aos sete DAS

Decorridos trinta dias da inoculação, as raízes foram retiradas dos vasos, lavadas em água corrente em um béquer e vertido em peneira de 25 mesh acoplada a uma de 60 *mesh*.

As fêmeas, retidas na última peneira, foram contadas em placa de fundo quadriculado sob microscópio estereoscópio.

## 2.6 Parâmetros avaliados

As variáveis analisadas aos 10, 20 e 30 dias após a inoculação (DAI) foram: altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker, massa seca da parte aérea, número e índice de fêmeas e resistência.

Para a altura de plantas (AP) foi considerada a distância em centímetros compreendida entre o nível do solo e a extremidade da haste principal com o auxilio de uma régua graduada (Figura 3).

**Figura 3 –** Avaliação da altura de plantas aos dez dias após a inoculação (DAI)

Diâmetro do caule (DC) – Considerou-se espessura do caule (mm) principal medido com paquímetro digital (Figura 4).

**Figura 4 -** Aferição do diâmetro do caule aos dez dias após a inoculação (DAI)

Índice de clorofila Falker (ICF) - A determinação do teor de clorofila foi realizada de forma indireta pelo índice de clorofila Falker com o emprego de um clorofiLOG® portátil (Figura 5) .

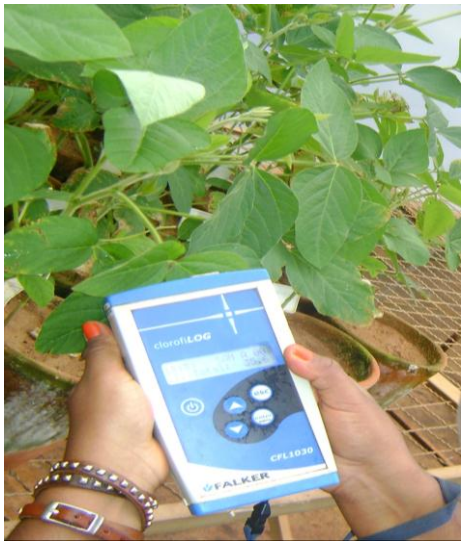


**Figura 5 -** Mensuração do índice de clorofila Falker aos 20 dias após a inoculação

Número de Fêmeas (NF) – As fêmeas extraídas do sistema radicular das plantas foram contadas sob microscópio estereoscópio em placas de plástico com fundo quadriculado (Figura 6).

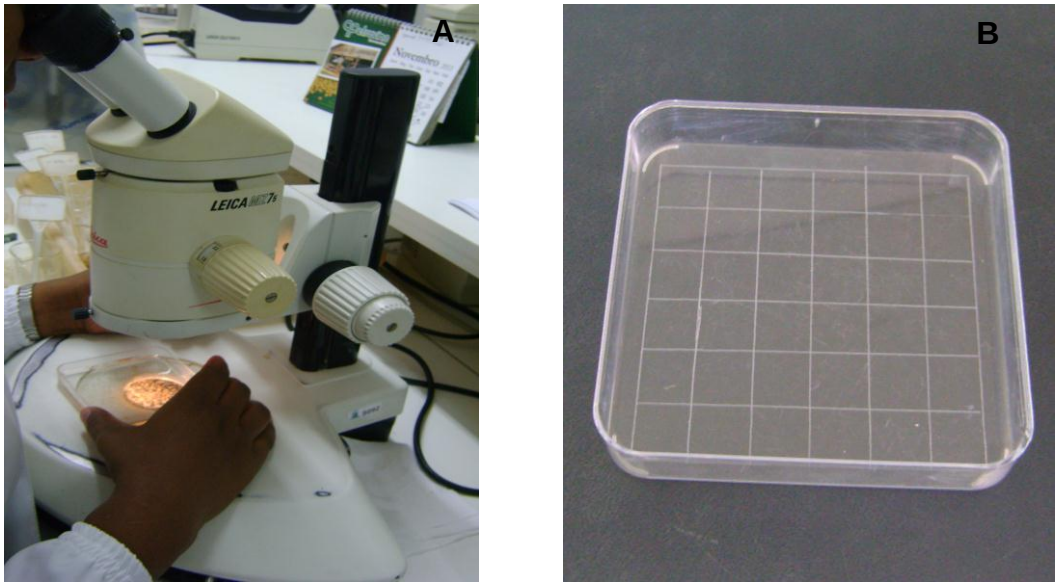


**Figura 6 –** Contagem do número de fêmeas em microscópio estereoscópio (A) em placa com fundo quadriculado (B).

Resistência (R) e índice de fêmeas (IF%) - A resistência de cada linhagem foi estimada, com base em índice de fêmeas (IF) (GOLDEN et al.,1970), onde :

$$\text{IF (\%)} = \frac{\text{Nº de Fêmeas nas Linhagens e Cultivares X 100}}{\text{Nº de Fêmeas em Lee}}$$

As linhagens com IF < 10%, entre 10 e 25% e > 25% foram caracterizadas como resistentes, moderadamente resistentes e suscetíveis, respectivamente.

Peso da matéria seca (PMS) – A parte aérea das plantas foi acondicionada em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 65ºC até atingir massa constante. A mensuração foi realizada em balança de precisão.

### 2.5 Determinação de raças fisiológicas

Para a determinação de raças fisiológicas de *H. glycines* adotou-se o esquema expandido de Riggs; Schmitt (1988) e as sugestões de Dias et al. (1998),

tendo-se utilizado as diferenciadoras Peking, Pickett, PI 88788 e PI 90763 como fontes de resistência, além da cultivar Lee como padrão de suscetibilidade, acrescida da cultivar Hartwig, padrão de resistência a todas as raças .

### 2.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e agrupamento pelo teste de Scott-Knott no programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2006). Os dados de massa seca da parte aérea e número de fêmeas foram transformados em raiz quadrada de X.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Altura de plantas

O resultado aos dez dias após a inoculação, encontra-se na Tabela 1, onde se observa efeito isolado dos genótipos e raças quanto à altura de plantas. Nas demais avaliações observaram-se interações significativas entre genótipos x raças.

Notou-se que os genótipos testados que UFUS 105, UFUS 32, UFUS Mineira, UFUS 37 não diferiram estatisticamente da cultivar Hartwig alcançando as maiores médias de altura de plantas (Tabela 1). A cultivar Hartwig, segundo Anand (1992), é resistente a todas as raças conhecidas de *H. glycines*, tendo sido muito utilizada nos programas de melhoramento genético no Brasil, para o desenvolvimento de cultivares de soja com resistência ao nematoide de cisto.

**Tabela 1-** Altura de plantas dos genótipos aos 10 dias após a inoculação.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 9,00 | 7,60 | 8,80 | 8,70 | 12,80 | 9,50 | 9,40 c |
| UFUS Guará | 10,50 | 8,20 | 8,80 | 8,70 | 12,80 | 9,50 | 9,75 c |
| UFUS Mineira | 10,40 | 9,00 | 8,50 | 11,00 | 16,20 | 12,20 | 11,22 a |
| UFUS Tapajós | 9,90 | 8,40 | 10,00 | 11,40 | 12,10 | 9,50 | 10,22 b |
| UFUS Vila Rica | 10,50 | 8,90 | 9,20 | 10,00 | 11,90 | 10,50 | 10,17 b |
| UFUS 32 | 10,10 | 9,50 | 12,10 | 10,40 | 15,10 | 11,30 | 11,42 a |
| UFUS 37 | 10,40 | 9,70 | 11,20 | 9,70 | 13,80 | 11,50 | 11,05 a |
| UFUS 105 | 10, 50 | 12,40 | 9,40 | 11,40 | 13,80 | 11,62 | 11,52 a |
| UFUS 119 | 10,90 | 9,20 | 10,80 | 9,50 | 12,90 | 9,90 | 10,53 b |
| UFUS 8401 | 9,10 | 7,80 | 9,50 | 8,60 | 11,80 | 7,60 | 9,07 c |
| UFUS 7401 | 10,80 | 7,80 | 9,50 | 8,60 | 11,80 | 7,60 | 9,30 c |
| UFUS 6901 | 11,60 | 10,25 | 8,90 | 8,33 | 12,50 | 10,62 | 10,45 b |
| Hartwig | 9,80 | 9,90 | 11,10 | 10,75 | 14,00 | 10,50 | 11,01 a |
| Pickett | 12,90 | 9,20 | 10,00 | 9,20 | 11,50 | 9,40 | 10,37 b |
| Peking | 9,40 | 9,50 | 7,80 | 7,25 | 8,10 | 8,50 | 8,43 d |
| PI 88788 | 9,20 | 7,40 | 7,90 | 7,40 | 9,40 | 8,10 | 8,23 d |
| PI 90763 | 9,90 | 7,60 | 7,30 | 7,50 | 10,20 | 8,50 | 8,50 d |
| Lee | 10,20 | 8,20 | 8,80 | 10,20 | 9,90 | 8,8 | 9,35 c |
| Médias | 10,28 b | 8,92 c | 9,39 c | 9,40 c | 12,19 a | 9,80 b | |
| CV (%) | | | | | | | 16, 72 |

*Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade

As plantas sujeitas ao ataque do nematoide de cisto raça 6 obtiveram a maior média de altura de plantas (12,19 cm) demostrando assim, uma menor agressividade da raça em relação as demais. Em contrapartida percebe-se também que as raças 5, 4 e 2 apresentaram maior agressividade, obtendo os menores valores de altura de plantas. Plantas sujeitas ao ataque de nematoides de cisto apresentam sistema radicular comprometido prejudicando assim, a translocação de seiva, absorção de água, nutrientes e condicionando o abortamento de flores, vagens e porte reduzido (BATISTA, 2012).

Aos 20 dias após a inoculação (Tabela 2), o genótipo UFUS 105 se destacou quando sujeitos as raças de nematoide de cisto, exceto a raça 6; Hartwig, Lee e UFUS 32 destacaram-se em todas as raças, exceto na raça 14; Pickett destacou-se nas raças 1, 2, 4 e 5; UFUS 119 nas raças 4 e 6; UFUS Guará na raça 1; UFUS 6901 na raça 5 , UFUS Mineira nas raças 1, 6 e 14; UFUS Tapajós nas raças 4 e 6 ; UFUS Vila Rica 1, 2 e 5; UFUS 37 nas raças 4 , 6 e 14.

**Tabela 2 –** Altura de plantas aos 20 dias após a inoculação em função dos genótipos de soja e raças de nematoide de cisto.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 10,70 bB | 8,70 bB | 13,10 bA | 10,00 cB | 11,80 cA | 13,00 bA | 11,22 |
| UFUS Guará | 14,00 aA | 10,30 bB | 13,10 bA | 10,00 cB | 11,80 cB | 13,00 bA | 12,03 |
| UFUS Mineira | 16,40 aA | 13,50 aB | 13,30 bB | 13,30 aB | 17,20 aA | 16,10 aA | 14,97 |
| UFUS Tapajós | 13,60 aB | 12,10 aB | 15,00 aA | 13,80 aB | 17,20 aA | 13,00 bB | 14,12 |
| UFUS Vila Rica | 12,20 aA | 11,80 aA | 12,61 bA | 13,90 aA | 13,80 bA | 13,20 bA | 12,92 |
| UFUS 32 | 15,60 aA | 13,50 aA | 15,70 aA | 14,30 aA | 17,00 aA | 14,40 bA | 15,08 |
| UFUS 37 | 15,30 aB | 15,00 aB | 17,80 aA | 13,80 aB | 17,40 aA | 16,30 aA | 15,93 |
| UFUS 105 | 13,30 aA | 15,00 aA | 15,10 aA | 15,60 aA | 13,70 bA | 16,20 aA | 14,82 |
| UFUS 119 | 13,70 aB | 12,80 aB | 17,00 aA | 11,70 bB | 14,70 aA | 14,60 bA | 14,08 |
| UFUS 6901 | 11,70 bA | 10,25 bA | 10,40 cA | 12,50 aA | 10,50 cA | 11,75 cA | 11,18 |
| UFUS 8401 | 9,50 cA | 10,50 bA | 12,50 bA | 11,50 bA | 11,50 cA | 10,10 cA | 10,93 |
| UFUS 7401 | 11,20 bA | 9,80 bA | 12,90 bA | 11,12 bA | 12,20 cA | 12,50 bA | 11,62 |
| Hartwig | 13,30 aA | 11,70 aA | 14,30 aA | 13,40 aA | 15,80 aA | 13,70 bA | 13,70 |
| Pickett | 13,90 aA | 13,30 aA | 15,40 aA | 14,00 aA | 13,50 bA | 13,30 bA | 13,90 |
| Peking | 8,40 cA | 8,70 bA | 10,60 cA | 8,90 cA | 8,40 cA | 10,20 cA | 9,20 |
| PI 88788 | 9,20 cA | 8,80 bA | 10,90 cA | 11,90 bA | 11,10 cA | 9,80 cA | 10,28 |
| PI 90763 | 7,80 cB | 9,10 bB | 10,80 cA | 8,60 cA | 11,50 cA | 10,20 cA | 9,67 |
| Lee | 13,50 aA | 14,10 aA | 14,70 aA | 12,60 aA | 15,70 aA | 12,00 cA | 13,77 |
| Médias | 12,4 | 11,61 | 13,62 | 12,27 | 13,68 | 12,96 | |
| CV (%) | | | | | | | 16, 72 |

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

Ao penetrarem na raiz da soja, os nematoides de cisto provocam rupturas de tecidos e migram através do córtex, dilacerando as células no caminho percorrido (MOREIRA, 1997), isto envolve a quebra da parede primária da célula, e o seu desenvolvimento leva a inibição do crescimento da planta (SCHMITT; NOEL, 1984).

Aos 30 dias após a inoculação (DAI), UFUS 105 obteve valores superiores de altura de plantas quando avaliado em relação todas as raças, exceto a raça 6; UFUS 119 nas raças 1, 4 e 14,;UFUS Carajás, UFUS Guará, Pickett e UFUS 7401 na raça 1; UFUS 6901 e Hartwig nas raças 1 e 14; UFUS Mineira e UFUS 32 na raça 6; UFUS Vila Rica e Lee nas raças 1 e 5 e UFUS 37 nas raças 4 e 14 (Tabela 3) .

**Tabela 3 -** Altura de plantas aos 30 dias após a inoculação em função dos genótipos de soja e raças de nematoide de cisto.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 17,70 aA | 12,70 cA | 16,30 bA | 15,10 bA | 18,00 dA | 17,30 bA | 16,18 |
| UFUS Guará | 21,40 aA | 15,90 bB | 16,30 bB | 15,10 bB | 18,00 dB | 17,30 bB | 17,33 |
| UFUS Mineira | 22,30 aB | 19,10 aC | 16,40 bC | 21,00 aB | 27,00 aA | 21,80 aB | 21,27 |
| UFUS Tapajós | 17,20 aB | 15,90 bB | 19,50 aB | 19,60 aB | 23,60 bA | 17,30 bB | 18,85 |
| UFUS Vila Rica | 18,00 aA | 15,70 bA | 16,00 bA | 20,00 aA | 20,00 cA | 18,40 bA | 18,02 |
| UFUS 32 | 20,80 aB | 17,20 bB | 22,20 aB | 18,80 aB | 28,30 aA | 20,10 aB | 21,23 |
| UFUS 37 | 19,80 aB | 18,10 bB | 21,60 aA | 17,80 aB | 25,00 bA | 21,50 aA | 20,63 |
| UFUS 105 | 19,40 aA | 22,20 aA | 19,10 aA | 20,80 aA | 20,80 cA | 20,80 aA | 20,52 |
| UFUS 119 | 19,20 aA | 16,50 bB | 21,10 aA | 15,90 bB | 21,80 cA | 19,80 aA | 19,05 |
| UFUS 6901 | 19,60 aA | 16,87 bB | 15,90 bB | 16,00 bB | 21,17 cA | 19,00 aA | 18,09 |
| UFUS 8401 | 14,50 bA | 14,80 cA | 17,00 bA | 15,40 bA | 17,60 dA | 15,30 bA | 15,77 |
| UFUS 7401 | 17,40 aA | 13,30 cB | 16,60 bA | 13,25 bB | 18,80 dA | 18,40 bA | 16,29 |
| Hartwig | 21,80 aA | 15,70 bB | 18,00 bB | 17,75 aB | 23,40 bA | 20,90 aA | 19,59 |
| Pickett | 21,50 aA | 16,80 bA | 18,00 bA | 16,10 bA | 19,20 cA | 18,20 bA | 18,30 |
| Peking | 13,60 bA | 12,20 cA | 13,40 bA | 12,75 bA | 14,00 dA | 14,80 bA | 13,46 |
| PI 88788 | 12,80 bA | 12,00 cA | 14,90 bA | 14,40 bA | 16,30 dA | 15,50 bA | 14,32 |
| PI 90763 | 12,90 bB | 12,10 cB | 13,50 bB | 13,30 bB | 18,70 dA | 16,10 bA | 14,43 |
| Lee | 18,30 aA | 15,00 cA | 17,50 bA | 18,20 aA | 21,20 cA | 17,10 bA | 17,88 |
| Médias | 18,23 | 15,67 | 17,40 | 16,74 | 20,71 | 18,31 | |
| CV (%) | | | | | | | 18,12 |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade .

Segundo Moreira (1997), a quantidade de alimento que os nematoides podem subtrair da planta é ínfima. No entanto, as enzimas digestivas secretadas através das glândulas esofagianas durante sua alimentação determinam a paralisação da divisão celular na zona de crescimento, pela interrupção da atividade mitótica do meristema apical da planta.

As injúrias causadas pelos nematoides no sistema radicular das plantas podem criar uma possível porta de entrada para pragas e doenças e fazer as raízes mais suscetíveis à infecção por outros patógenos do solo (ARIEIRA, 2012).

Na cultura da soja, a estatura é extremamente importante no que se refere à produção, pois está intimamente ligada ao número de nós, de acordo com o comportamento característico de cada cultivar, os quais vão originar os ramos e as estruturas reprodutivas (BUZELLO, 2010) .

Na colheita, as perdas são acentuadas quando a plataforma de corte da colhedora não atinge as plantas acamadas na lavoura e, quando o molinete, que tem a função de recolher as plantas sobre a plataforma apresenta uma posição que não permite o adequado recolhimento de plantas acamadas (EMBRAPA, 2006).

### 3.2 Diâmetro do caule

Com relação ao diâmetro do caule houve efeito isolado dos genótipos e raças nas três avaliações, realizadas aos 10, 20 e 30 dias após a inoculação. Dos genótipos testados, em todas as avaliações UFUS 119, UFUS Guará, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS-37 UFUS Vila Rica, Pickett e Lee destacaram-se obtendo os maiores valores de diâmetro do caule (Tabelas 4, 5 e 6).

Para o diâmetro do caule, nas três avaliações, a raça 6 mostrou-se menos agressiva desenvolvendo maior média de diâmetro do caule, enquanto a raça 5 se mostrou mais agressiva limitando a espessura do caule das plantas (Tabelas 4, 5 e 6). Este comportamento similar pode ser verificado na altura de plantas, conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 4 –** Diâmetro do caule aos 10 dias após a inoculação

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 1,84 | 1,97 | 1,76 | 1,75 | 1,82 | 1,63 | 1,79 c |
| UFUS Guará | 2,44 | 2,05 | 2,32 | 2,17 | 2,56 | 2,10 | 2,27 a |
| UFUS Mineira | 2,03 | 2,12 | 1,99 | 1,66 | 2,36 | 2,02 | 2,03 b |
| UFUS Tapajós | 2,09 | 1,99 | 2,11 | 1,99 | 2,28 | 1,75 | 2,03 b |
| UFUS Vila Rica | 2,34 | 2,18 | 2,17 | 2,12 | 2,45 | 2,08 | 2,22 a |
| UFUS 32 | 2,32 | 2,11 | 2,27 | 1,95 | 2,32 | 1,76 | 2,12 a |
| UFUS 37 | 2,27 | 2,20 | 2,41 | 2,08 | 2,54 | 2,26 | 2,29 a |
| UFUS 105 | 2,08 | 3,44 | 2,08 | 2,27 | 2,33 | 2,08 | 2,40 a |
| UFUS 119 | 2,41 | 2,16 | 2,48 | 1,85 | 2,28 | 2,20 | 2,23 a |
| UFUS 6901 | 1,80 | 1,94 | 1,25 | 1,80 | 1,75 | 1,52 | 1,68 c |
| UFUS 7401 | 2,49 | 2,21 | 2,60 | 2,23 | 2,59 | 2,35 | 2,41 a |
| UFUS 8401 | 2,46 | 2,36 | 2,52 | 2,17 | 2,39 | 2,26 | 2,36 a |
| Hartwig | 2,22 | 1,80 | 1,97 | 2,10 | 2,36 | 1,97 | 2,07 b |
| Pickett | 2,63 | 2,26 | 2,44 | 2,21 | 2,35 | 2,09 | 2,33 a |
| Peking | 2,10 | 2,02 | 2,17 | 1,98 | 2,02 | 2,04 | 2,05 b |
| PI 88788 | 1,55 | 1,73 | 1,65 | 1,78 | 1,81 | 1,75 | 1,71 c |
| PI 90763 | 1,87 | 2,05 | 1,99 | 1,57 | 2,35 | 2,00 | 1,97 b |
| Lee | 2,64 | 2,36 | 2,40 | 2,26 | 2,37 | 2,35 | 2,40 a |
| Médias | 2,20 a | 2,16 a | 2,14 a | 2,00 b | 2,27 a | 2,01 b | |
| CV (%) | | | | | | | 18,89 |

*Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

**Tabela 5 –** Diâmetro do caule aos 20 dias após a inoculação.

(continua)

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 1,98 | 1,95 | 2,13 | 1,82 | 2,31 | 2,09 | 2,05 c |
| UFUS Guará | 2,86 | 2,13 | 2,54 | 2,47 | 3,02 | 2,55 | 2,59 a |
| UFUS Mineira | 2,58 | 2,36 | 2,10 | 2,14 | 3,02 | 2,72 | 2,48 b |
| UFUS Tapajós | 2,47 | 2,29 | 2,55 | 2,45 | 2,8 | 2,17 | 2,46 b |
| UFUS Vila Rica | 2,64 | 2,54 | 2,49 | 2,69 | 3,06 | 2,62 | 2,67 a |
| UFUS 32 | 2,63 | 2,15 | 2,51 | 2,35 | 2,76 | 2,40 | 2,47 b |
| UFUS 37 | 2,66 | 2,36 | 2,77 | 2,37 | 3,29 | 2,82 | 2,71 a |
| UFUS 105 | 2,39 | 2,52 | 2,33 | 2,62 | 2,6 | 2,55 | 2,50 b |
| UFUS 119 | 2,62 | 2,53 | 2,80 | 2,31 | 2,94 | 2,77 | 2,66 a |
| UFUS 6901 | 2,08 | 1,94 | 1,53 | 1,94 | 2,33 | 1,96 | 1,97 c |
| UFUS 7401 | 2,75 | 2,39 | 2,93 | 2,51 | 3,11 | 2,73 | 2,74 a |
| UFUS 8401 | 2,57 | 2,46 | 2,69 | 2,32 | 3,00 | 2,78 | 2,64 a |

(conclusão)

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| Hartwig | 2,59 | 2,01 | 2,05 | 2,16 | 2,76 | 2,74 | 2,47 b |
| Pickett | 2,70 | 2,43 | 2,60 | 2,19 | 2,86 | 2,72 | 2,58 a |
| Peking | 2,26 | 2,20 | 2,26 | 2,06 | 2,51 | 2,65 | 2,32 b |
| PI 88788 | 0,85 | 1,84 | 1,89 | 1,85 | 2,62 | 2,31 | 2,06 c |
| PI 90763 | 2,31 | 2,15 | 2,31 | 1,80 | 2,98 | 2,55 | 2,35 b |
| Lee | 2,83 | 2,49 | 2,49 | 2,51 | 2,91 | 2,63 | 2,64 a |
| Médias | 2,49 b | 2,26 d | 2,40 c | 2,25 d | 2,83 a | 2,54 b | |
| CV (%) | | | | | | | 15,69 |

*Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

**Tabela 6 –** Diâmetro do caule aos 30 dias após a inoculação.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 2,45 | 2,59 | 2,22 | 2,26 | 2,74 | 2,53 | 2,46 b |
| UFUS Guará | 3,05 | 2,46 | 2,80 | 2,79 | 3,60 | 2,80 | 2,92 a |
| UFUS Mineira | 2,83 | 2,84 | 2,16 | 3,04 | 3,57 | 3,12 | 2,92 a |
| UFUS Tapajós | 2,61 | 2,66 | 2,70 | 2,97 | 3,33 | 2,48 | 2,79 a |
| UFUS Vila Rica | 2,91 | 2,67 | 2,62 | 3,13 | 3,59 | 3,13 | 3,01 a |
| UFUS 32 | 2,94 | 2,56 | 2,83 | 2,62 | 3,61 | 2,76 | 2,89 a |
| UFUS 37 | 2,57 | 2,84 | 2,94 | 2,71 | 3,93 | 3,31 | 3,05 a |
| UFUS 105 | 2,46 | 2,72 | 2,40 | 3,04 | 3,19 | 3,05 | 2,81 a |
| UFUS 119 | 2,67 | 3,05 | 2,95 | 2,41 | 3,57 | 3,33 | 3,00 a |
| UFUS 6901 | 2,16 | 2,94 | 1,53 | 2,15 | 2,92 | 2,54 | 2,37 b |
| UFUS 7401 | 2,90 | 2,73 | 2,94 | 2,91 | 3,85 | 3,49 | 3,14 a |
| UFUS 8401 | 2,54 | 2,92 | 2,78 | 2,81 | 3,60 | 3,18 | 2,97 a |
| Hartwig | 2,91 | 2,19 | 2,50 | 2,68 | 3,55 | 3,26 | 2,89 a |
| Pickett | 3,15 | 2,92 | 2,75 | 2,94 | 3,40 | 3,17 | 3,05 a |
| Peking | 2,48 | 2,53 | 2,25 | 2,37 | 2,90 | 3,12 | 2,61 b |
| PI88788 | 1,87 | 2,13 | 1,90 | 2,18 | 2,70 | 2,75 | 2,37 b |
| PI90763 | 2,45 | 2,21 | 2,12 | 1,99 | 3,24 | 2,90 | 2,45 b |
| Lee | 3,05 | 2,84 | 2,71 | 2,88 | 3,28 | 2,97 | 2,95 a |
| Médias | 2,66 c | 2,65 d | 2,50 d | 2,66 c | 3,36 a | 2,99 b | |
| CV (%) | | | | | | | 17,10 |

*Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade .

O caule constitui a estrutura física onde se inserem raízes e folhas das plantas e, além disso, desempenha as funções de condução de água e sais minerais

das raízes para as folhas, condução de matéria orgânica das folhas para as raízes e é responsável pela sustentação do corpo da planta (GONÇALVES; LORENZI, 2007).

Com a redução do diâmetro do caule e elevada estatura as plantas tendem a declinar-se com relativa facilidade e como consequências negativas do acamamento citadas por Buzello (2010) têm-se as perdas no rendimento devido à ruptura de tecidos causada pela prostração das plantas, o aumento das perdas de grãos na colheita e o uso ineficiente da luz.

### 3.3 Índice de Clorofila Falker

A análise de variância revelou interação significativa entre os genótipos de soja e raças de nematoide de cisto nas avaliações aos 10 e 20 dias após a inoculação (Tabelas 7 e 8).

Para o índice de clorofila Falker que se baseia no cálculo da absorção de luz em três comprimentos de onda característicos da clorofila (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008), aos dez dias após a inoculação (Tabela 7) todos os genótipos de soja alcançaram os maiores índices de clorofila quando sujeitos ao ataque do nematoide de cisto raça 2, demonstrando uma elevada disposição de manterem sua capacidade fotossintética mesmo sob o ataque desta raça de nematoide

Entre os genótipos com maiores índices de clorofila pode-se destacar UFUS Mineira, que entre os genótipos utilizados obteve altos índices em todas as raças avaliadas com excessão à raça 6. A raça 1 apresentou maior agressividade em relação ao indice de clorofila, proporcionando menores índices em todos os genótipos, exceto UFUS 7401.

**Tabela 7 -** Índice de clorofila aos 10 dias após a inoculação em função das cultivares de soja e raças de nematoide de cisto.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Médias |
| UFUS Carajás | 29,74 bC | 40,22 aA | 35,10 aB | 33,70 aB | 35,44 bB | 32,10 bC | 34,38 |
| UFUS Guará | 33,14 aB | 40,46 aA | 34,14 aB | 32,38 bB | 40,04 aA | 39,30 aA | 36,58 |
| UFUS Mineira | 32,42 aA | 39,28 aA | 34,78 aA | 35,77 aA | 36,82 bA | 37,00 aA | 36,01 |
| UFUS Tapajós | 29,96 bB | 39,98 aA | 37,64 aA | 33,20 aB | 41,30 aA | 34,38 bB | 36,10 |
| UFUS Vila Rica | 29,98 bC | 41,98 aA | 37,06 aB | 36,26 aB | 39,86 aA | 37,02 aA | 36,92 |
| UFUS 32 | 36,44 aB | 41,62 aA | 36,76 aB | 33,90 aB | 39,84 aA | 38,30 aA | 37,81 |
| UFUS 37 | 30,98 bB | 40,88 aA | 33,82 aB | 33,14 aB | 39,30 aA | 36,38 aB | 36,07 |
| UFUS 105 | 31,26 bC | 41,48 aA | 30,72 bC | 36,32 aB | 35,72 bB | 36,62 aB | 35,35 |
| UFUS 119 | 30,86 bB | 38,46 aA | 35,88 aA | 34,24 aA | 36,22 bA | 35,38 bA | 35,17 |
| UFUS 6901 | 32,84 aC | 41,17 aA | 35,52 aB | 36,47 aB | 37,53 bB | 31,90 bC | 35,90 |
| UFUS 7401 | 33,58 aB | 39,62 aA | 39,68 aA | 37,94 aA | 40,28 aA | 31,90 bC | 38,02 |
| UFUS 8401 | 34,30 aB | 41,38 aA | 34,24 aB | 34,44 aB | 38,64 aA | 39,30 aA | 37,05 |
| Hartwig | 33,74 aB | 40,58 aA | 37,48 aB | 35,64 aB | 41,74 aA | 38,32 aA | 37,92 |
| Pickett | 32,48 aB | 30,12 aA | 29,90 bB | 35,00 aA | 35,84 bA | 33,16 bB | 34,25 |
| Peking | 29,25 bB | 34,92 aA | 31,24 bB | 30,98 bB | 34,86 bA | 37,82 aA | 33,18 |
| PI 88788 | 28,58 bB | 36,90 aA | 33,76 aA | 32,26 bB | 35,86 bA | 35,22 bA | 33,68 |
| PI 90763 | 26,58 bC | 39,10 aA | 31,82 bB | 27,88 bC | 37,36 bA | 33,00 bB | 32,62 |
| Lee | 30,42 bB | 40,26 aA | 34,82 aB | 33,94 aB | 38,84 aA | 38,36 aA | 36,11 |
| Médias | 31,47 | 39,86 | 34,69 | 34,09 | 38,06 | 36,21 | |
| CV (%) | | | | | | | 9,24 |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

As leituras realizadas através do clorofilômetro expressam indiretamente a quantidade de clorofila presente no tecido vegetal que é um indicador do nível de nitrogênio nas plantas e este está altamente correlacionado com a produtividade (WOOD et al., 1992) por causa da associação entre a atividade fotossintética e o teor de N nas plantas.

Aos 20 dias após a inoculação (Tabela 8), entre os tratamentos em que se observaram maiores índices de clorofila em todas as raças, pode-se destacar os genótipos UFUS 7401 e Pickett.

**Tabela 8 -** Índice de clorofila aos 20 dias após a inoculação em função das cultivares de soja e raças de nematoide de cisto.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Média |
| UFUS Carajás | 30,80 bA | 30,34 bA | 32,94 aA | 30,98 bA | 34,54 aA | 34,86 aA | 32,41 |
| UFUS Guará | 36,16 aA | 33,58 bB | 33,34 aB | 31,14 bB | 34,74 aB | 38,30 aA | 34,54 |
| UFUS Mineira | 33,84 bA | 35,44 bA | 31,48 aB | 31,20 bB | 34,76 aA | 37,06 aA | 33,96 |
| UFUS Tapajós | 32,04 bB | 35,08 bA | 33,46 aB | 31,80 bB | 38,12 aA | 35,20 aA | 34,28 |
| UFUS Vila Rica | 31,64 bA | 36,28 bA | 34,62 aA | 35,16 aA | 37,26 aA | 38,04 aA | 35,50 |
| UFUS 32 | 38,18 aA | 35,72 bA | 33,12 aA | 32,98 aA | 35,20 aA | 37,60 aA | 35,47 |
| UFUS 37 | 32,26 bA | 36,94 aA | 31,68 aA | 33,54 aA | 34,76 aA | 32,18 aA | 33,56 |
| UFUS 105 | 32,84 bB | 39,18 aA | 31,94 aB | 36,04 aA | 34,86 aB | 37,02 aA | 35,31 |
| UFUS 119 | 33,90 bA | 34,64 bA | 34,60 aA | 33,58 aA | 32,38 aA | 36,06 aA | 34,19 |
| UFUS 6901 | 32,80 bB | 41,17 aA | 31,00 aB | 35,10 aB | 34,83 aB | 33,85 aB | 34,79 |
| UFUS 7401 | 35,70 aA | 38,66 aA | 36,78 aA | 35,17 aA | 36,98 aA | 35,94 aA | 36,54 |
| UFUS 8401 | 33,60 bA | 33,42 bA | 32,44 aA | 30,72 bA | 33,82 aA | 35,06 aA | 33,18 |
| Hartwig | 38,32 aA | 35,06 bA | 35,98 aA | 30,32 bB | 36,04 aA | 35,52 aA | 35,21 |
| Pickett | 35,24 aA | 37,86 aA | 31,66 aA | 36,38 aA | 35,08 aA | 36,14 aA | 35,39 |
| Peking | 32,88 bB | 35,16 bA | 29,12 aB | 31,20 bB | 35,48 aA | 38,96 aA | 33,84 |
| PI 88788 | 32,28 bB | 36,20 bA | 36,24 aA | 32,20 bB | 34,92 aA | 35,98 aA | 34,47 |
| PI 90763 | 32,36 bB | 33,16 bB | 32,52 aB | 28,54 bB | 39,78 aA | 34,42 aB | 33,46 |
| Lee | 34,50 bA | 35,90 bA | 33,82 aA | 35,58 aA | 35,02 aA | 36,72 aA | 35,26 |
| Médias | 33,85 | 35,77 | 33,15 | 32,83 | 35,48 | 36,05 | |
| CV (%) | | | | | | | 9,86 |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

Para o índice de clorofila Falker aos 30 dias após a inoculação houve efeito isolado dos genótipos e raças. Os genótipos UFUS 7401, UFUS Vila Rica e Pickett obtiveram os maiores índices de clorofila (Tabela 9).

Levando em consideração as raças, percebe-se que os genótipos submetidos à raça 6 obtiveram a maior média de índice de clorofila (40,38) e as menores (36,86 e 36,13) foram obtidas pelas raças 5 e 4, respectivamente.

**Tabela 9** - Índice de clorofila Falker aos 30 dias após a inoculação.

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Média |
| UFUS Carajás | 36,46 | 34,84 | 36,2 | 32,78 | 40,58 | 35,06 | 35,99 d |
| UFUS Guará | 36,88 | 36,00 | 35,22 | 35,18 | 39,42 | 36,76 | 36,58 d |
| UFUS Mineira | 34,10 | 36,28 | 33,28 | 37,30 | 39,54 | 36,92 | 36,24 d |
| UFUS Tapajós | 35,96 | 35,66 | 37,76 | 37,44 | 40,38 | 39,06 | 37,71 c |
| UFUS Vila Rica | 41,20 | 37,96 | 37,58 | 41,00 | 41,24 | 40,82 | 39,97 a |
| UFUS 32 | 38,40 | 36,78 | 35,72 | 38,22 | 42,18 | 39,32 | 38,44 b |
| UFUS 37 | 37,36 | 37,78 | 34,88 | 34,78 | 38,42 | 38,74 | 36,99 c |
| UFUS 105 | 34,06 | 37,34 | 33,72 | 34,96 | 40,30 | 37,84 | 36,37 d |
| UFUS 119 | 36,06 | 35,90 | 35,12 | 34,98 | 38,96 | 38,00 | 36,50 d |
| UFUS 6901 | 37,60 | 38,90 | 36,02 | 36,07 | 40,27 | 38,9 | 37,96 c |
| UFUS 7401 | 39,28 | 38,28 | 37,80 | 41,60 | 43,42 | 40,88 | 40,21 a |
| UFUS 8401 | 38,00 | 35,90 | 36,26 | 36,72 | 38,52 | 40,84 | 37,71 c |
| Hartwig | 39,92 | 37,68 | 36,10 | 37,50 | 40,40 | 38,88 | 38,41 b |
| Pickett | 40,30 | 40,60 | 36,20 | 39,78 | 41,60 | 39,32 | 39,63 a |
| Peking | 37,62 | 36,92 | 34,40 | 35,80 | 40,02 | 38,26 | 37,17 c |
| PI 88788 | 40,12 | 39,74 | 37,60 | 35,78 | 40,28 | 39,64 | 38,86 b |
| PI 90763 | 39,64 | 36,84 | 36,88 | 37,76 | 40,16 | 40,30 | 38,93 b |
| Lee | 40,02 | 39,20 | 39,60 | 35,88 | 39,24 | 39,48 | 38,90 b |
| Médias | 37,94 c | 37,37 c | 36,13 d | 36,86 d | 40,38 a | 38,83 b | |
| CV (%) | | | | | | | 6,72 |

Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade

As clorofilas são pigmentos muito abundantes na natureza responsáveis pela absorção da radiação luminosa e sua conversão em energia química, na forma de ATP e NADPH (BORRMANN, 2009). Sendo assim, possuem alta relação com a eficiência fotossintética das plantas, desde o crescimento, desenvolvimento até à adaptabilidade aos diferentes ambientes (RÊGO; POSSAMAI, 2004).

O N é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, e uma das formas de obtenção deste nutriente é através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* que se associam as plantas formando estruturas especializadas nas raízes, os nódulos, nos quais ocorre o processo de FBN pela cultura (HUNGRIA et al., 2001). No entanto, o nematoide *H. glycines* pode inibir a nodulação, chegando mesmo a interromper o desenvolvimento do nódulo (FREITAS et al., 2009).

Para Huang e Barker (1984) os mecanismos de supressão da nodulação estão ligados ao impedimento da ligação de *Bradyrhizobium* e as raízes da soja. Há interferência do nematoide no metabolismo de lecitina, que é necessária para a ocorrência da ligação, menor atividade da nitrogenase e do conteúdo de leghemoglobina em nódulos de plantas infectadas (HUANG; BARKER, 1983).

Com a diminuição da nodulação ou mesmo a inatividade do nódulo o suprimento inadequado de nitrogênio para as plantas ocasionará redução do crescimento, da produção de novas células e tecidos nas plantas (TAIZ; ZAIGER, 2013).

### 3.4 Massa Seca da Parte Aérea

Quanto à massa seca da parte aérea, os genótipos UFUS 105, UFUS 119, UFUS 37, Hartwig, UFUS Vila Rica, UFUS Guará, Lee, UFUS Tapajós, UFUS Mineira e UFUS 8401 apresentaram as maiores médias não diferindo estatisticamente entre si, enquanto o menor valor de massa seca foi obtido pelas cultivares UFUS 32, UFUS 7401, UFUS Carajás, PI 90763, PI 88788, Peking e UFUS 6901 não diferindo estatisticamente entre si (Tabela10).

Em relação às raças, independente dos genótipos, a raça 6 mostrou-se mais uma vez a menos agressiva, alcançando média de 2,69g de massa seca da parte aérea (Tabela 10). Este comportamento pode ser evidenciado ao verificarem-se os atributos altura de plantas, diâmetro do caule e índice de clorofila (Tabelas 1, 4, 5, 6 e 9), respectivamente, onde as maiores médias foram alcançadas nesta raça.

**Tabela 10 –** Massa seca da parte aérea aos 30 dias após a inoculação.

(continua)

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Média |
| UFUS Carajás | 0,68 | 0,53 | 1,16 | 0,55 | 3,49 | 0,89 | 1,21 b |
| UFUS Guará | 1,04 | 0,57 | 1,66 | 1,44 | 2,85 | 0,89 | 1,41 a |
| UFUS Mineira | 0,90 | 0,70 | 0,95 | 0,92 | 3,37 | 1,25 | 1,34 a |
| UFUS Tapajós | 0,81 | 0,78 | 2,14 | 1,32 | 2,45 | 0,83 | 1,39 a |
| UFUS Vila Rica | 0,99 | 0,64 | 1,51 | 1,41 | 2,91 | 1,05 | 1,42 a |

(conclusão)

| Genótipos | Raças | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 | Média |
| UFUS 32 | 0,89 | 0,69 | 1,97 | 0,86 | 2,18 | 1,00 | 1,26 b |
| UFUS 37 | 0,84 | 0,88 | 2,31 | 0,94 | 2,85 | 1,23 | 1,51 a |
| UFUS 105 | 0,62 | 1,22 | 1,61 | 1,12 | 3,51 | 1,02 | 1,52 a |
| UFUS 119 | 0,80 | 0,85 | 2,69 | 0,85 | 2,50 | 1,39 | 1,51 a |
| UFUS 6901 | 0,85 | 0,94 | 0,85 | 0,58 | 1,98 | 0,84 | 1,00 b |
| UFUS 7401 | 1,03 | 0,69 | 1,67 | 0,75 | 2,26 | 1,00 | 1,23 b |
| UFUS 8401 | 0,61 | 0,78 | 2,05 | 1,06 | 2,48 | 0,93 | 1,32 a |
| Hartwig | 0,97 | 0,66 | 1,77 | 1,32 | 2,57 | 1,44 | 1,45 a |
| Pickett | 1,36 | 1,10 | 2,06 | 1,06 | 3,30 | 1,80 | 1,68 a |
| Peking | 0,82 | 0,63 | 1,36 | 0,71 | 2,06 | 1,02 | 1,00 b |
| PI 88788 | 0,57 | 0,60 | 1,31 | 0,87 | 2,18 | 0,93 | 1,08 b |
| PI 90763 | 0,87 | 0,60 | 1,25 | 0,73 | 2,77 | 1,04 | 1,21 b |
| Lee | 0,91 | 0,90 | 1,63 | 1,31 | 2,77 | 0,93 | 1,41 a |
| Médias | 0,86 d | 0,76 d | 1,66 b | 0,99 c | 2,69 a | 1,05 c | |
| CV (%) | | | | | | | 24,58 |

*Médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

O crescimento e o desenvolvimento da soja são medidos pela quantidade de massa seca acumulada na planta, e estes resultam da interação entre o potencial genético de uma determinada cultivar com o ambiente onde é cultivada, (POTAFOS, 1997).

Neste sentido Poskuta et al., (1986) afirmam que a infecção por *H. glycines* provoca alterações na partição de matéria seca na soja , pois influencia diretamente a fotossíntese por área foliar na cultura e consequentemente diminui a área foliar provocando também redução de porte na planta.

### 3.5 Classificação dos genótipos

De acordo com a Tabela 12, a maioria dos materiais de soja testados apresentaram índice de fêmeas (IF) acima de 25%, sendo classificados como

suscetíveis, com exceção dos genótipos UFUS 6901 e UFUS Mineira que foram considerados como moderadamente resistentes as raça 5 e 6, respectivamente, de acordo com Golden et al. (1970).

O genótipo UFUS 6901 apresentou os menores IFs (35,1; 47,95; 45,76 e 24%) para as raças 1, 2, 4 e 5, UFUS Mineira (25,15%) para a raça 6 e UFUS Tapajós (67,48%) para a raça 14, com exceção das testemunhas (Tabela 12).

Entretanto, UFUS 105, UFUS Mineira e UFUS Vila Rica (raças 1, 2, 4 e 14), UFUS 119 e UFUS Carajás (raças 2, 4, 5 e 14), UFUS Guará (raças 1, 4 e 14), UFUS Tapajós (raças 2 e 4), UFUS 8401 e UFUS 7401 (raças 1, 2 e 14), UFUS 37 (raças 2, 4 e 14) e UFUS 32 (raças 4 e 14) apresentaram IF maior que 100%, indicando maior número médio de fêmeas do que o padrão de suscetibilidade (Lee) e caracterizando-se como altamente suscetíveis à estas raças de NCS (Tabela 12).

Moura et al. (2008), avaliando genótipos de soja quanto sua reação ao nematoide de cisto raça 1 observou predomínio (65,91%) de genótipos suscetíveis e apenas sete (3,98%) dos genótipos foram classificados como moderadamente resistentes a esta raça.

Segundo Rao-Arelli (1992) a maioria dos materiais de soja resistentes tem genes de Peking (raças 1, 3 e 5), PI88788 (raças 3 e 14) ou de ambas, porém o cultivo por mais de dois de uma cultivar de soja resistente pode permitir pressão de seleção na população do nematoide suficiente para alterar sua frequência gênica, tornando-se assim outra raça que não reconhece aquela variedade de soja como resistente (SANTOS, 2014).

Diante deste contexto, a combinação de medidas de controle, aliadas à rotação de cultivares de soja resistentes e suscetíveis e a utilização de cultivares com diferentes fontes de resistência podem aumentar a durabilidade dos genes de resistência.

**Tabela 12-** Reação dos genótipos de soja (com base no índice de fêmeas - IF).

| GENTÓTIPOS | RAÇAS | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 4 | | 5 | | 6 | | 14 | |
| | IF(%) | Reação | IF (%) | Reação | IF(%) | Reação | IF(%) | Reação | IF(%) | Reação | IF(%) | Reação |
| UFUS Carajás | 92,53 | S | 128,58 | S | 102,36 | S | 111,23 | S | 34,30 | S | 169,27 | S |
| UFUS Guará | 103,3 | S | 80,63 | S | 177,14 | S | 47,81 | S | 38,35 | S | 154,95 | S |
| UFUS Mineira | 106,00 | S | 160,16 | S | 103,93 | S | 47,46 | S | 25,15 | MR | 138,00 | S |
| UFUS Tapajós | 81,85 | S | 248,58 | S | 114,25 | S | 60,86 | S | 35,44 | S | 67,49 | S |
| UFUS Vila Rica | 125,80 | S | 144,17 | S | 132,26 | S | 74,05 | S | 31,75 | S | 141,95 | S |
| UFUS 32 | 96,01 | S | 92,52 | S | 101,27 | S | 73,79 | S | 38,26 | S | 174,46 | S |
| UFUS 37 | 76,74 | S | 157,64 | S | 105,81 | S | 62,60 | S | 32,54 | S | 158,51 | S |
| UFUS 105 | 163,10 | S | 160,79 | S | 153,54 | S | 97,98 | S | 45,12 | S | 180,42 | S |
| UFUS 119 | 80,92 | S | 231,34 | S | 138,99 | S | 147,34 | S | 44,85 | S | 148,37 | S |
| UFUS 6901 | 35,1 | S | 47,95 | S | 45,76 | S | 24,00 | MR | 50,13 | S | 74,77 | S |
| UFUS 7401 | 132,60 | S | 120,39 | S | 99,87 | S | 66,86 | S | 31,49 | S | 114,86 | S |
| UFUS 8401 | 116,10 | S | 136,93 | S | 89,64 | S | 61,78 | S | 32,28 | S | 122,83 | S |
| Hartwig | 2,18 | R | 0,00 | R | 0,83 | R | 0,03 | R | 0,18 | R | 0,00 | R |
| Pickett | 9,94 | R | 73,86 | S | 95,80 | S | 25,73 | MR | 59,01 | S | 77,24 | S |
| Peking | 5,71 | R | 37,80 | S | 68,84 | S | 6,53 | R | 9,50 | R | 92,49 | S |
| PI 88788 | 32,36 | S | 39,21 | S | 30,03 | S | 33,96 | S | 0,97 | R | 0,23 | R |
| PI 90763 | 0,65 | R | 1,42 | R | 38,24 | S | 0,06 | R | 8,88 | R | 34,91 | S |

** MR= Moderadamente Resistente (10-25%); R = Resistente (<10%), S = Suscetível (>25%).

### 3.5 Número de Fêmeas

Para o número de fêmeas (Tabela 13) verificou-se que os genótipos UFUS 105 e UFUS Vila Rica nas raças 1 e 4; UFUS 119 na raça 5; UFUS Guará na raça 4; UFUS 6901 na raça 6 ; UFUS Mineira, UFUS 32 e 37 na raça 14, UFUS Tapajós na raça 2 e UFUS 8401 nas raças 1 e 14 obtiveram os maiores números de fêmeas em seu sistema radicular. Nota-se nestes genótipos maior capacidade de multiplicação destas raças em relação a cultivar Lee, considerada como suscetível a todas as raças de nematoide de cisto.

Com relação a cultivar Hartwig através do número de fêmeas foi comprovada sua capacidade de resistência às raças de nematoide de cisto avaliadas.

**Tabela 13 –** Número de fêmeas em função genótipo de soja e raça de *H. glycines*

| Genótipos | Raças | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 14 |
| UFUS Carajás | 398,60 bB | 326,60 cB | 468,40 bB | 705,40 bA | 78,00 aC | 437,40 aB |
| UFUS Guará | 445,00 bB | 204,80 cC | 810,60 aA | 303,20 cC | 87,20 aD | 400,40 aB |
| UFUS Mineira | 456,80 bA | 406,80 bA | 475,60 bA | 301,00 cA | 57,20 aB | 356,60 aA |
| UFUS Tapajós | 352,60 bB | 631,40 aA | 522,80 bA | 386,00 cB | 80,60 aC | 174,40 bC |
| UFUS Vila Rica | 542,00 aA | 366,20 bB | 605,20 aA | 469,60 cB | 72,20 aC | 366,80 aB |
| UFUS 32 | 413,60 bA | 235,00 cB | 463,40 bA | 468,00 cA | 87,00 aC | 450,80 aA |
| UFUS 37 | 330,60 bA | 400,40 bA | 484,20 bA | 397,00 cA | 74,00 aB | 409,60 aA |
| UFUS 105 | 702,40 aA | 408,40 bB | 702,60 aA | 621,40 bA | 102,60 aB | 406,20 aB |
| UFUS 119 | 348,60 bC | 587,60 aB | 636,00 aB | 934,40 aA | 102,00 aC | 383,40 aC |
| UFUS 6901 | 151,20 cA | 121,80 dA | 209,40 cA | 152,20 dA | 114,00 aA | 193,20 bA |
| UFUS 7401 | 571,20 aA | 305,80 cA | 457,00 bA | 424,00 cA | 71,60 aC | 296,80 aB |
| UFUS 8401 | 500,20 aA | 347,80 cA | 410,20 bA | 391,80 cA | 73,40 aB | 317,40 aA |
| Hartwig | 9,40 dA | 0,00 eA | 3,80 dA | 0,20 fA | 0,40 bA | 0,0 dA |
| Pickett | 42,80 dC | 187,60 cB | 438,40 bA | 163,20 dB | 134,20 aB | 199,60 bB |
| Peking | 24,60 dB | 96,00 dB | 315,00 bA | 41,40 eB | 21,60 bB | 239,00 bA |
| PI88788 | 139,40 cA | 99,60 dA | 137,40 cA | 215,40 dA | 2,20 bB | 0,60 dB |
| PI90763 | 2,80 dB | 3,60 eB | 175,00 cA | 0,40 fB | 20,20 bB | 90,20 cA |
| Lee | 430,80 bA | 254,00 cB | 457,60 bA | 634,20 bA | 227,40 aB | 258,40 bB |
| CV(%) | | | | | | 24,58 |

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

# 4 CONCLUSÃO

A cultivar UFUS 6901 é moderadamente resistente ao nematoide de cisto raça 5 e UFUS Mineira à raça 6, podendo ser uma boa opção para a viabilização da produção de soja em áreas infestadas.

A raça 6 apresentou menor e as raças 2 e 5 maior agressividade quantos aos caracteres avaliados.

# REFERÊNCIAS


ANAND, S.C. Registration of soybean germplasm line S88-2036 having multiple-race soybean cyst nematode resistance. **Crop Science**, v.31, p.856, 1991.

ASMUS, G. L.; TELES T. S. **Primeiro registro do nematoide de cisto da soja na região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul.** Comunicado Técnico. Dourados, MS. n.170, Out., 2011.

ARIEIRA, G. O. Nematologia Brasil. 2012. Disponível em: < http://nematobrasil.blogspot.com.br/2012/05/nematoide-de-cistos-da-soja-heterodera.html> Acesso em : 21 mai, 2014.

BATISTA, R. O**. Diversidade genética de linhagens elite de soja resistente a doenças**. 2012. 100f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa – MG, 2012.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores.** 107f. Tese (Doutorado em Bromatologia). Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas – SP, 2009.

BUZZELLO, G. L. **Uso de Reguladores no Controle do Crescimento e no desempenho Agronômico da Cultura da Soja Cultivar CD 214 RR.** 2010. 157f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná*,* Pato Branco – PR, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento,** abril 2014. Brasília: Conab, p. 71-75, 2014.

DIAS, W.P.; SILVA, J. F. V.; KIIHL, R. A. S.; HIROMOTO, D. M.; ABDELNOOR, R. V. Quebra da resistência da cv. Hartwig por população de campo do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33: 971-973. 1998.

EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual de métodos de análises de solo.** Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. p 212, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil**. Sistemas de Produção, Londrina – Embrapa Soja, 2004, 239p.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Medidor eletrônico do teor de clorofila ClorofiLOG 1030**. Manual de Instruções. 2008. 33 p.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. **Introdução a Nematologia**. 5 ed. Viçosa - UFV, 92 p., 2009.

GOLDEN, A.M.; EPPS, J.M.; RIGGS, R.D.; DUCLOS, L.A.; FOX, J.A.; BERNARD, R.L. Terminology and identity of intraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). **Plant Disease Reporter**, v.54, p.544-546, 1970.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares**. São Paulo: Instituto Plantarum, 416 p., 2007.

HUANG, J. S.; BARKER, K. R. Influence of *Heterodera glycines* on leghemoglobina of soybeans nodules. **Phytopathology**, Saint Paul, 73 : 1002-1104, 1983.

HUANG, J. S.; BARKER, K. R .Suppression of binding between rhizobia and soybean roots by *Heterodera glycines.* **Phytopathology**, Saint Paul, 74 : 1381-1384, 1984.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

INOMOTO, M. M.; MOTTA L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C. S. S. Reação de dez coberturas vegetais a Pratylenchus brachyurus. **Nematologia Brasileira**, Brasília , v. 30, n.2,p.151–157, 2006.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associada com a produção de soja no contexto mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 57 p.

MOREIRA, W. A. **Aspectos epidemiológicos do nanismo amarelo e reação de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merril] a *Heterodera glycines* Ichinohe em solo de cerrado.**1997. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, 1997.

MOURA, M. F.; VENCOVSKY, R.; SILVA, J. F. V.; MORAIS, L. K. ; MOURA, N. F.; PINHEIRO, J. B. Parâmetros genéticos da resistência da soja ao nematoide de cisto raça 1. **Bragantia**, 67: 119- 125, 2008.

NOVAIS, R. F. Soja. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.323-324, 1999.

NEVES, J. A. **Desempenho agronômico de genótipos de soja sob condições de baixa latitude em Teresina-PI.** 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí., 2011.

POSKUTA, J. W. ; DROPKIN, V. H.; NELSON, C. J. Photosynthesis, photorespiration, and rspiration of soybean after infection with root-knott nematodes. **Photosynthethetica.** Prague, 20 : 405-410, 1986.

POTAFOS - Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**. Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba. 1997. 20 p.

RAO-ARELLI, A.P.; ANAND, S.C.; WEATHER, A. Soybean resistance to soybean cyst nematode race 3 is conditioned by an additional dominant gene. **Crop Science**, v.28, p.650-652, 1992.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E**. Avaliação dos Teores de Clorofila no Crescimento de Mudas do Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 128).

RIGGS, R. D., SCHMITT, D. P. Complete characterization of the race scheme for Heterodera glycines. **Journal of Nematology**, v.20, p.392-395, 1988.

RIGGS, R. D.; SCHIMITT, D. P. NOEL, G. R. Variability in races tests with *Heterodera glycines***. Journal of Nematology**, College Park, v. 20, n. 4, p 565-572, 1988.

SANTOS, M. A. Minúsculos e desafiadores. **Revista Cultivar Grandes Culturas** (Caderno Técnico: Soja), n.182, v.7, p. 04-11, 2014.

SCHMIDT, D. P.; NOEL G. R. Nematode parasites of soybeans. In: NICKLE, W.R. (Ed.). **Plant and Insect Nematodes.** New York: Marcel Dekker, p.14-59., 1984.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A new version of the Assistat -Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. Proceedings… Reno, **RV: American Society of Agricultural and Biological Engineers**, p.393- 396. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Artmed. São Paulo, 954 p, 2013.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; DUFFIELD, R.R.; EDMISTEN, K.L. Field chlorophyll meter measurements for evaluation of corn nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, n.4 p.487-500, 1992.
p.802.

SILVA, S. L. S. **Seleção de genótipos de soja resistentes *Pratylenchus brachyurus*.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT.

**RESUMO:** O grande impacto econômico na cultura da soja pelas elevadas perdas de produção causadas por *Pratylenchus brachyurus* e a inexistência cultivares de soja resistentes, tornou este nematoide motivo de preocupação por parte dos sojicultores brasileiros. Diante disto o objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de soja quanto à reação *P. brachyurus.* O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Associação de Produtores de Sementes de Mato Grosso - APROSMAT, em Rondonópolis, MT, no período de novembro de 2013 a janeiro de 2014. Os genótipos de soja testados foram: quatro linhagens (UFUS 105, UFUS 119, UFUS 32 e UFUS 37) e oito cultivares (UFUS Carajás, UFUS Guará, UFUS Mineira, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS Vila Rica) provenientes do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Uberlândia. Foi incluído as cultivares Pintado, MG/BR 46 Conquista e crotalária como padrões de suscetibilidade e resistência, respectivamente. Cada parcela constituiu-se de vasos de 1,5 $dm^3$ de solo, contendo a proporção de solo e areia (2:1) previamente autoclavada, com cinco repetições. A inoculação ocorreu sete dias após a emergência das plântulas com 600 espécimes diretamente no sistema radicular a 2 cm do hipocótilo. As variáveis analisadas aos 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a inoculação foram: altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker. Decorridos noventa dias posteriores à inoculação, as raízes foram retiradas dos vasos lavadas em água corrente e trituradas para a retirada de adultos e juvenis de *P. brachyurus*. A recuperação do nematoide foi realizada passando, em sequência, as suspensões resultantes da trituração através das peneiras de 60, 200 e 500 mesh. As populações de nematoides foram quantificadas com o auxílio de microscópio estereoscópico e câmara de Peters. Após, calculou-se os fatores de reprodução pela relação entre a população final e população inicial inoculada. Os resultados foram submetidos a análise de variância e análise de agrupamento pelo programa estatístico Assistat 7.7. Em relação ao diâmetro do caule com exceção dos genótipos UFUS 6901 e UFUS Tapajós, os demais obtiveram comportamento semelhante nesta variável. No índice de clorofila Falker as cultivares UFUS Carajás, UFUS 119, UFUS 8401 e UFUS Vila Rica destacaram em todas as avaliações. As cultivares UFUS 6901, UFUS 7401 e UFUS 8401 apresentaram fatores de reprodução próximos a 1 .

**Palavras- chave:** *Glycine max*; nematoides; resistência; fator de reprodução.

SILVA, S. L. S. **Selection of soybean genotypes resistant to *Pratylenchus brachyurus*.** Dissertation (Master's in Agricultural Engineering) Mato Grosso State University (UFMT).

**ABSTRACT:** The large economic impact in soybean crop by the elevated production losses caused by *Pratylenchus brachyurus* and the inexistence of cultivars resistant soybeans, makes this nematode concern cause of on the part of Brazilian soybean producers. Faced from this the aim the study was to evaluate soybean genotypes her reaction *P. brachyurus*. The experiment was conducted in a greenhouse of the Seed Producers Association of Mato Grosso - Aprosmat in Rondonópolis, MT, from November 2013 to January 2014. The soybean genotypes tested were four lineage (UFUS 105, 119- HM, UFUS 32 and UFUS 37) and eight cultivars (UFUS Carajás, UFUS Guará, UFUS Mineira, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS Vila Rica) coming from breeding program genetic, University Federal of Uberlândia. Were included cultivars Pintado and MG/BR 46 Conquista as standards of susceptibility and resistance, respectively. Each plot consisted of vases of 1.5 $dm^3$ of soil containing the proportion of soil and sand (2: 1) previously autoclaved, with five repetitions. The inoculation occurred seven days after seedling emergence with 600 specimens directly on the root system to 2 cm of the hypocotyl. The variable analyzed at 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70 days after inoculation were plant height, stem diameter and chlorophyll index Falker. After ninety days after the inoculation, the roots were carefully removed from the vases and in washed the water current and crushed for removal of adult and juvenile of *P. brachyurus*. The recovery of nematodes was performed by passing, in sequence, the suspension resulting from crushing through sieves of 60, 200 and 500 mesh. The populations of nematoides were identified with the aid of a microscope stereoscopic and Peters camera. After calculated the reproduction factor by the ratio between end population and initial population inoculated. The results were subjected to analysis of variance and analysis of grouping by statistical program Assistant 7.7. In relation to stem diameter except UFUS 6901 and UFUS Tapajós other have obtained similar behavior in this variable. In chlorophyll index Falker the cultivars UFUS Carajás, UFUS 119, UFUS 8401 and UFUS Vila Rica highlighted in all evaluations. The UFUS 6901, UFUS 7401 and UFUS 8401 cultivars were the that had their factors reproduction closest to one.

**Keywords:** *Glycine max*; nematodes; resistance; reproduction factor.

# 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma oleaginosa mundialmente importante, sendo o principal produto agrícola na pauta de exportações brasileiras e o maior responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos (CAMPOS, 2010).

O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Destaca-se criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, um dos fatores promotores desse avanço (FREITAS, 2011).

Paralelamente à expansão da sojicultura no Brasil, também houve aumento dos problemas fitossanitários relativos à cultura. Dentre estes, destaca-se o nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus.*

Em levantamento realizado por Ribeiro et al., (2010) *P. brachyurus* é o nematoide de maior ocorrência em lavouras de soja no Estado de Mato Grosso estando presente em 95% das áreas levantadas.

Nos últimos anos, o nematoide das lesões tem causado danos elevados e crescentes, além das perdas econômicas extremamente preocupantes em diversas culturas e regiões do país, especialmente nos Cerrados (RIBEIRO et al., 2011). São comuns densidades superiores a 2.000 nematoides por grama de raiz com registros de até 7.000, associadas à destruição quase completa do sistema radicular da soja

Embora não seja capaz de causar perdas comparadas ao nematoide de cisto (*H. glycines*) o nematoide das lesões é o que mais tem causado preocupação ao sojicultor, pelo fato de ainda não existir conjunto eficiente de técnicas para seu manejo (INOMOTO et al., 2010).

A ampla gama de hospedeiros do nematoide dificulta o sistema de rotação de culturas, pois, as espécies mais utilizadas no estado de Mato Grosso como o milho e algodão são suscetíveis ao nematoide das lesões *P. brachyurus.*

A utilização de cultivares resistentes seria a medida mais eficiente e econômica de controle, porém *P. brachyurus* é capaz de se reproduzir em diversas materiais de soja, não havendo até o momento a descoberta de material resistente.

Neste sentido objetivou-se selecionar genótipos promissores do programa de

melhoramento genético da Universidade Federal de Uberlândia que sejam resistentes ao nematoide das lesões radiculares, *P. brachyurus*.

# 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Associação de produtores de semente de Mato Grosso (APROSMAT), no período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014.

## 2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado testando a reação de 12 genótipos promissores do programa de melhoramento genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia a *Pratylenchus brachyurus,* com cinco repetições. A cultivar de soja BRS MT Pintado foi incluída como padrão de suscetibilidade, a cultivar MG/BR 46 Conquista e a crotalária como padrões de resistência.

Cada unidade experimental foi representada por duas plantas cultivadas em um vaso com capacidade para 1,5 $dm^3$ de solo, contendo mistura de solo e areia na proporção (2:1), previamente autoclavada para completa esterilização, com cinco repetições.

## 2.2 Preparo do Solo e Plantio

Foi realizada a caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 1) de acordo com a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

A saturação por bases do solo foi elevada para 60%, com a incorporação de calcário dolomítico (PRNT = 80,3%), incubado por 30 dias.

**Tabela 1**- Análise química e granulométrica do solo

| pH | P | K | Ca | Mg | Al | SB | CTC | V | M.O | Areia | Silte | Argila |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CaCl_2$ | mg $dm^{-3}$ | | mg $dm^3$ | | | $cmol_c/dm^3$ | | % | g/$kg^{-1}$ | | | |
| 4,5 | 2,4 | 19 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2,4 | 19,1 | 3,1 | 865 | 50 | 85 |

A adubação básica de semeadura constituiu-se de 60 mg $dm^3$ de $P_2O_5$ e 60 mg $dm^3$ $K_2O$ tendo como fonte superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente (NOVAIS, 1999).

As sementes foram tratadas com fungicida Carboxin + Thiram (0,3L 100 $kg^{-1}$) e inoculadas com inoculante comercial indicado para a cultura (0,5L 50 $kg^{-1}$), antes da semeadura.

Foram semeadas três sementes por vaso, fazendo-se o desbaste após a emergência das plântulas, deixando-se duas plântulas por vaso.

### 2.3 Obtenção e Preparo do Inóculo

Os inóculos usados no experimento foram obtidos de população pura de *P. brachyurus*, mantida e multiplicada em casa-de-vegetação em quiabeiro e extraído das raízes através do método proposto por Coolen e D' Herde (1972), no qual foram trituradas as raízes de quiabeiro em liquidificador com solução de hipoclorito (0,5%) por 20 segundos. A alíquota obtida do processo foi vertida em uma combinação das peneiras de 60, 200 e 500 *mesh*. O material retido na peneira de 500 *mesh* foi quantificado em microscópio óptico composto, com auxílio da câmara de Peters e ajustada para conter 600 espécimes (juvenis e adultos).

## 2.4 Inoculação, Condução e Avaliação do Experimento

As plântulas, sete dias após a emergência, foram inoculadas com uma suspensão de 5 ml contendo 600 espécimes, no sistema radicular à 2 cm do hipocótilo .

Aos 90 dias após a inoculação, a parte aérea de cada uma das plantas foi eliminada e o sistema radicular retirado do vaso, lavado, picado e, em seguida, triturado para a extração dos juvenis e adultos de *P. brachyurus* (Figura 2).

**Figura 2 –** Processo de recuperação dos nematoides, A- trituração, B- peneiras, C - béquer com a suspensão de nematoide, E- contagem dos nematoides, F- *P. brachyurus.*

A recuperação do nematoide foi realizada, passando, em sequência, as suspensões resultantes da trituração através das peneiras de 60, 200 e 500 mesh.

As populações de nematoides foram quantificadas com o auxílio de microscópio estereoscópico e câmara de Peters. Após, calculou-se os fatores de reprodução (FR) de *P. brachyurus* para cada genótipo, como proposto por Oostenbrink (1966).

### 2.5 Parâmetros avaliados

As variáveis analisadas aos 10, 20, 30 40, 50, 60 e 70 dias após a inoculação foram altura de plantas, diâmetro do caule, índice de clorofila Falker. O fator de reprodução foi analisado aos 90 dias após a inoculação.

Altura de plantas (AP) - Distância em centímetros compreendida entre o nível do solo e a extremidade da haste principal com o auxílio de uma trena graduada.

Diâmetro do caule (DC) – Espessura do caule principal medido com paquímetro digital.

Índice de clorofila Falker (ICF) - A determinação do teor de clorofila foi realizada de forma indireta pelo índice de clorofila Falker com o emprego de um clorofiLOG® portátil que fornece leituras que podem se relacionar com o teor de clorofila presente na folha .

Fator de reprodução (FR) - O FR foi calculado pela relação entre a população final (PF), representada pelo número de ovos e juvenis extraídos das raízes, ao final do experimento, dividido pela população inicial (PI) inoculada (PF/PI). Os genótipos com FR menor que 1 foram considerados resistentes.

### 2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e análise de agrupamento pelo teste de Scott-Knott no programa Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2006). Os dados de fator de reprodução foram transformados em raiz quadrada de X.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Altura de plantas

De acordo com os dados médios de altura de plantas (Tabela 1) em todas as avaliações, exceto aos 30 e 40 dias após a inoculação, houveram diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Destes, UFUS 7104, demonstrou em todas as avaliações, os menores valores médios de altura de plantas na presença do nematoide.

Aos 70 dias após a inoculação, a média de altura variou entre 52,6 e 72 cm, com exceção de UFUS 7401 com 39,80 cm. Tais valores são considerados como ideais para colheita mecanizada de acordo com Sediyama et al. (2009), desde que a declividade da área de cultivo não seja acentuada .

**Tabela 1-** Altura de plantas dos genótipos submetidos á *Pratylenchus brachyurus aos* 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a inoculação (DAI).

| Genótipos | Avaliações (DAI) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| UFUS Carajás | 14,10 a | 16,10 a | 24,40 a | 52,00 a | 59,40 a | 62,20 a | 63,60 a |
| UFUS Guará | 14,80 a | 17,00 a | 22,60 a | 51,40 a | 59,80 a | 62,20 a | 63,40 a |
| UFUS Mineira | 14,50 a | 17,50 a | 23,00 a | 51,20 a | 59,20 a | 60,60 a | 61,20 a |
| UFUS Tapajós | 12,60 b | 15,40 b | 21,70 a | 48,40 a | 63,00 a | 67,20 a | 67,60 a |
| UFUS Vila Rica | 14,10 a | 15,20 b | 22,50 a | 48,00 a | 58,80 a | 60,80 a | 59,60 a |
| UFUS 32 | 14,20 a | 17,20 a | 23,60 a | 46,00 a | 54,20 b | 56,00 a | 55,40 b |
| UFUS 37 | 13,80 a | 17,90 a | 24,80 a | 44,80 a | 55,60 a | 58,40 a | 60,40 a |
| UFUS 105 | 15,30 a | 17,70 a | 23,30 a | 50,20 a | 58,60 a | 62,00 a | 63,20 a |
| UFUS 119 | 13,00 b | 15,80 a | 20,00 a | 46,80 a | 53,00 b | 53,60 b | 54,20 b |
| UFUS 6901 | 12,90 b | 14,22 b | 21,38 a | 51,25 a | 51,12 b | 52,32 b | 52,56 b |
| UFUS 7401 | 10,50 b | 12,50 b | 17,00 a | 36,20 a | 40,20 b | 39,80 c | 39,00 c |
| UFUS 8401 | 11,50 b | 14,70 b | 19,80 a | 44,00 a | 51,00 b | 50,80 b | 52,40 b |
| Pintado | 11,50 b | 13,40 b | 21,60 a | 44,20 a | 50,40 b | 51,20 b | 57,00 a |
| MG/BR 46 Conquista | 13,50 a | 16,50 a | 22,80 a | 48,40 a | 59,40 a | 59,20 a | 60,20 a |
| CV (%) | 14,67 | 15,66 | 16,49 | 15,15 | 14,88 | 15,09 | 13,61 |

*Médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott – Knott à 5% de probabilidade.

Santos (2012), ao avaliar os genótipos UFUS Carajás, UFUS Guará, UFUS Mineira, UFUS 8401, Pintado e MG/BR 46 Conquista em relação a *P. brachyurus* encontrou valores de altura de plantas de 47,96; 54,88; 53,60; 71; 49,11 e 51,38 cm, respectivamente.

Estes valores de altura de plantas foram similares aos encontrados neste estudo, demonstrando assim, o comportamento destes materiais na presença do nematoide.

A altura da planta de soja é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica (ROCHA, 2009).

Segundo Rezende e Carvalho (2007), para uma planta manifestar o seu máximo potencial genético, caracterizado pelo seu crescimento e desenvolvimento, diversos fatores ambientais podem influenciar diretamente no processo como fotoperíodo, temperatura, radiação solar e nutrientes.

*Pratylenchus* spp. pode influenciar o crescimento e, consequente a produção vegetal, por desordenar e interferir no bom funcionamento dos processos de crescimento de raízes e exploração do solo para obtenção de água e nutrientes.

A menor disponibilidade hídrica pode levar a redução na expansão celular, redução na área foliar, diminuição da relação entre a biomassa da raiz com a parte aérea e redução na fotossíntese (DUTRA et al., 2012).

### 3.2 Diâmetro do caule

Em relação ao diâmetro do caule (Tabela 2), houve diferença estatística significativa apenas aos 10 após a inoculação, onde os genótipos UFUS 6901 e UFUS Tapajós obtiveram as menores médias de diâmetro do caule.

**Tabela 2 -** Diâmetro do caule dos genótipos submetidos á *Pratylenchus brachyurus aos* 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a inoculação (DAI).

| Genótipos | Avaliações (DAI) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| UFUS Carajás | 2,07 a | 2,75 a | 3,84 a | 4,35 a | 4,48 a | 4,44 a | 4,37 a |
| UFUS Guará | 2,28 a | 2,97 a | 3,90 a | 4,11 a | 4,32 a | 4,27 a | 4,24 a |
| UFUS Mineira | 2,03 a | 2,61 a | 3,36 a | 4,13 a | 4,41 a | 4,51 a | 4,50 a |
| UFUS Tapajós | 1,54 b | 2,46 a | 3,04 a | 3,55 a | 3,64 a | 4,02 a | 3,55 a |
| UFUS Vila Rica | 2,11 a | 2,93 a | 3,93 a | 4,20 a | 4,44 a | 4,46 a | 4,29 a |
| UFUS 32 | 2,04 a | 2,58 a | 4,00 a | 4,48 a | 4,27 a | 4,26 a | 3,99 a |
| UFUS 37 | 2,08 a | 2,72 a | 3,78 a | 3,97 a | 4,09 a | 3,90 a | 4,25 a |
| UFUS 105 | 2,15 a | 2,84 a | 4,00 a | 4,24 a | 4,38 a | 4,36 a | 4,29 a |
| UFUS 119 | 2,01 a | 2,76 a | 3,67 a | 3,93 a | 3,94 a | 3,86 a | 3,89 a |
| UFUS 6901 | 1,63 b | 2,14 a | 3,47 a | 2,94 a | 2,91 a | 2,98 a | 2,97 a |
| UFUS 7401 | 2,21 a | 2,45 a | 3,65 a | 3,91 a | 3,87 a | 3,94 a | 3,70 a |
| UFUS 8401 | 2,19 a | 2,86 a | 4,09 a | 4,07 a | 4,52 a | 4,30 a | 4,29 a |
| Pintado | 2,07 a | 2,55 a | 3,68 a | 3,80 a | 3,67 a | 3,78 a | 3,76 a |
| MG/BR 46 Conquista | 2,02 a | 2,61 a | 3,88 a | 3,92 a | 4,12 a | 3,99 a | 4,09 a |
| CV (%) | 13,43 | 13,58 | 18,59 | 18,12 | 16,98 | 18,24 | 16,32 |

*Médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade

Quando se relaciona os valores do diâmetro do caule obtidos por Santos (2012), observa-se que estes foram superiores em relação aos encontrados no presente estudo para os mesmos genótipos avaliados. UFUS Mineira, UFUS 8401, UFUS Carajás, UFUS Guará, Pintado e Conquista alcançaram médias de diâmetro do caule de 5,63; 6,29; 5,97; 5,19; 4,74 e 5,26 mm, respectivamente.

Embora haja uma pequena diferença entre os valores nos dois trabalhos, isto pode ser decorrente da variabilidade patogênica dos isolados ou da variabilidade genética das cultivares que segundo Fassuliotis (1979) e Rohde (1965) afetam a expressão de resistência em plantas a nematoide e resultam em resultados divergentes.

### 3.2 Índice de clorofila Falker

Avaliando o índice de clorofila Falker (Tabela 3), houve diferença estatística significativa apenas aos 60 e 70 dias após a inoculação. Dos genótipos avaliados, os que se destacaram nas duas avaliações foram UFUS 119, UFUS Carajás, UFUS Vila Rica, UFUS 8401 e MG/BR 46 Conquista, demonstrando altos índices de clorofila.

**Tabela 3 –** Índice de clorofila Falker nos genótipos de soja submetidos à *Pratylenchus brachyurus* aos 10, 20, 30 40, 50, 60 e 70 dias após a inoculação (DAI).

| Genótipos | Avaliações (DAI) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| UFUS Carajás | 34,34 a | 35,96 a | 38,86 a | 39,24 a | 33,40 a | 36,18 a | 37,82 a |
| UFUS Guará | 38,46 a | 38,70 a | 38,38 a | 36,54 a | 34,54 a | 32,02 b | 30,34 b |
| UFUS Mineira | 36,78 a | 42,68 a | 39,44 a | 37,10 a | 33,04 a | 33,20 b | 35,96 a |
| UFUS Tapajós | 40,68 a | 39,30 a | 40,24 a | 37,30 a | 32,50 a | 31,52 b | 32,14 b |
| UFUS Vila Rica | 40,68 a | 35,18 a | 33,76 a | 36,96 a | 37,68 a | 37,92 a | 40,42 a |
| UFUS 32 | 42,04 a | 36,94 a | 37,18 a | 37,94 a | 32,14 a | 34,58 a | 34,24 b |
| UFUS 37 | 37,04 a | 45,24 a | 38,80 a | 35,08 a | 31,76 a | 30,66 b | 31,22 b |
| UFUS 105 | 39,48 a | 39,34 a | 41,72 a | 35,20 a | 34,30 a | 33,62 b | 35,80 a |
| UFUS 119 | 39,10 a | 39,62 a | 36,94 a | 39,04 a | 32,76 a | 34,26 a | 38,82 a |
| UFUS 6901 | 37,33 a | 40,88 a | 38,53 a | 35,70 a | 35,80 a | 34,60 a | 26,78 b |
| UFUS 7401 | 38,42 a | 41,44 a | 37,64 a | 34,74 a | 36,32 a | 35,26 a | 32,02 b |
| UFUS 8401 | 39,06 a | 39,72 a | 37,24 a | 35,60 a | 33,90 a | 35,18 a | 37,64 a |
| Pintado | 44,34 a | 42,00 a | 36,74 a | 36,66 a | 33,54 a | 34,24 a | 33,00 b |
| MG/BR 46 Conquista | 40,52 a | 44,40 a | 40,90 a | 39,96 a | 34,36 a | 38,50 a | 39,24 a |
| CV (%) | 9,56 | 11,32 | 15,18 | 14,04 | 12,29 | 8,57 | 12,64 |

*Médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Santos (2012) encontrou para os genótipos estudados em ambos os trabalhos variação no índice de clorofila de 34,98 à 45,28. No presente estudo os mesmos genótipos obtiveram índices entre 33 à 39,24.

Dentre os nutrientes essenciais, o N existe em menor quantidade sob formas assimiláveis no solo, sendo componente indispensável aos processos de crescimento vegetal, por participar da constituição de aminoácidos, proteínas,

enzimas e clorofila (NOGUEIRA et al., 2010). Assim, entre os macronutrientes o N é o que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o crescimento das plantas (BRADY, 1989).

Portanto, o nitrogênio tem importância na agricultura para o desenvolvimento das plantas. Sendo assim, são necessários métodos rápidos, eficientes, confiáveis e de baixo custo para determinação de níveis desse elemento em tecidos vegetais, disponibilizando um fácil monitoramento do equilíbrio nutricional das plantas (SANTOS et al. 2012).

Tem-se demonstrado com algumas culturas, que a concentração de clorofila ou o verde das folhas se correlaciona positivamente com a concentração foliar de nitrogênio, uma vez que 70% do N contido nas folhas está localizado nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (WOOD ET AL.,1993). Segundo Nascimento et al. (2012) como critério diagnóstico, a utilização da análise foliar baseia-se no pressuposto de existir uma relação bem definida entre o crescimento e a produtividade das culturas e o teor dos nutrientes em seus tecidos.

Os teores de clorofila nas folhas são utilizados para estimar a eficiência fotossintética das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e à adaptação a diversos ambientes (RÊGO; POSSAMAI, 2004).

### 3.4 Fator de Reprodução

Os resultados relativos à reprodução da população de *P. brachyurus*, expressos em FR, mostram grande variação entre os genótipos de soja utilizados, cujos valores variaram de 1,14 à 11,70 (Tabela 4).

De acordo análise de variância, observou-se que UFUS 119, UFUS Guará, UFUS 6901, UFUS Tapajós, UFUS 8401, UFUS 7401, UFUS Vila Rica, UFUS 37 e MG/BR46 Conquista foram estatisticamente iguais a crotalária padrão de resistência a *P. brachyurus.*

O fator de reprodução de crotalária no presente estudo foi superior a 1 . Para Monteiro (1993) espécies de crotalária são geralmente desfavoráveis ou pouco

adequadas à reprodução de Pratylenchus spp., mas pode haver raças ou populações desses nematoides que conseguem se multiplicar ou se manter nessas plantas; as reações variam com as espécies e suas populações, tanto das plantas, como dos parasitos.

**Tabela 4 –** Fator de reprodução de *Pratylenchus brachyurus* nos genótipos de soja avaliados

| Genótipos | Fator de Reprodução |
|---|---|
| UFUS Carajás | 12,78 a |
| UFUS Guará | 3,50 b |
| UFUS Mineira | 11,70 a |
| UFUS Tapajós | 2,56 b |
| UFUS Vila Rica | 5,02 b |
| UFUS 32 | 3,56 b |
| UFUS 37 | 2,84 b |
| UFUS 105 | 7,16 a |
| UFUS 119 | 3,68 b |
| UFUS 6901 | 1,40 b |
| UFUS 7401 | 1,70 b |
| UFUS 8401 | 1,54 b |
| Crotalária | 1,14 b |
| Pintado | 6,98 a |
| MG/BR 46 Conquista | 3,70 b |
| CV (%) | 25,80 |

*Médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Segundo Ribeiro et al. (2007), avaliações realizadas em casa de vegetação ou em áreas naturalmente infestadas demonstraram que, embora as principais cultivares brasileiras de soja indicadas no Brasil Central não sejam resistentes a *P. brachyurus*, estas diferem muito em relação sua capacidade de multiplicá-lo .

Ferraz (1995) avaliando a patogenicidade de *P. brachyurus* em três cultivares de soja: Andrews, Invicta e Ocepar-14 mediante inoculação de diferentes níveis populacionais iniciais, observou que os fatores de reprodução (FR) decresceram com o aumento dos níveis populacionais do inóculo, em todos os casos.

A hospedabilidade de *P. brachyurus* foi testada por Ferreira (2010) em 50 genótipos de soja em duas épocas de avaliação (30 e 60 dias) onde doze apresentaram interação significativa com as épocas de avaliação, sendo que dez apresentaram redução significativa na densidade populacional aos 60 dias após a emergência.

Lopes (2011) no estudo de 19 cultivares de soja, 90 dias após a inoculação com *P. brachyurus*, notou que todas às cultivares de soja avaliadas foram suscetíveis ao nematoide, sendo que o menor fator de reprodução foi 1, alcançado pela cultivar M-SOY 8757.

Costa e Ferraz (1998) avaliando o fator de reprodução de cultivares e linhagens de soja perceberam este foi baixo (FR < 1) em quase todas as linhagens e cultivares de soja, evidenciado pouca reprodução de *P. brachyurus* em suas raízes. Porém os autores sugerem que este baixo fator de reprodução deve-se ao fato de que o recipiente onde foi realizado o experimento (bandejas de isopor) poderia ter limitado o crescimento do sistema radicular e reduzido à penetração e multiplicação do nematoide.

Santos (2012) avaliando genótipos de soja quanto sua reação a *P. brachyurus* inclusive alguns avaliados neste estudo encontrou reação semelhante, sendo que UFUS Carajás, UFUS Mineira e UFUS Guará em ambos os estudos foram considerados como suscetíveis, embora com fatores de reprodução diferentes. UFUS 8401 foi considerada como resistente, porém no presente estudo apesar de seu baixo fator de reprodução (1,54) foi caracterizado com suscetível.

O melhoramento genético visando resistência a *Pratylenchus* é considerado difícil devido ao fato do nematoide ser em geral, muito polifagos e relativamente pouco especializado, de hábito endoparasita migrador, não se fixando na planta hospedeira (GOULART, 2008).

Pelo fato da interação de *P. brachyurus* com a soja não haver necessidade de formação de nenhuma célula especializada de alimentação, como ocorrem com os nematoides de cisto e de galhas, as chances de se encontrar fontes de resistência são menores (TOWNSHEND, 1990).

Considerando que, na maioria das lavouras de soja do Brasil onde há a presença deste nematoide, normalmente as populações de *P. brachyurus* no solo estão muito elevadas, o uso de uma cultivar de soja resistente e ou até mesmo tolerante deverá ser sempre precedido ou sucedido por uma espécie não hospedeira

ou que, pelo menos, contribua para reduzir a população do parasita no solo, por exemplo, as crotalárias e algumas variedades de milheto.

# 4 CONCLUSÃO

Os genótipos UFUS Guará e UFUS 37 foram superiores nos atributos avaliados e estatisticamente iguais a Crotalária padrão de resistência a *P. brachyurus, s*endo desfavoráveis ou pouco adequadas à reprodução de *Pratylenchus* spp.

# REFERÊNCIAS


BRADY, N. C. Aspectos econômicos do enxofre e do nitrogênio dos solos. In: BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989, p. 324 – 370.

CAMPOS, M. C. **A Embrapa/Soja em Londrina-PR a pesquisa agrícola de um país moderno.** 2010. 124f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis- SC, 2010.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação da resistência de cultivares e linhagens de soja a *Pratylenchus brachyurus.* **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v. 28, n. 2, 1998.

COOLEN, W. A., D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent : State Agriculture Research Center**, 1972.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2657-2668, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**. p 212, 1997.

FASSULIOTIS, G., Plant breeding for root-knot nematode resistance.In: J.D. Sasser ; C.C. Carter (Eds.), Root-Knot Nematodes (Meloidogyne species): Systematics, Biology and Control. New York, **Academic press**, 1979.

FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a três cultivares de soja. **Nematologia Brasileira**, v. 19, 1995.

FERREIRA, A. D. **Reação de genótipos de soja e milho ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus.*** 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Produção Vegetal). Universidade Federal de Goiás, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.12; 2011.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematoide das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*)**. Planaltina - DF. Embrapa Cerrados. 29p. 2008. Embrapa Cerrados). Documentos – 219.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L.; SILVA, R. A. Importância e manejo dos nematoides da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2011**. Fundação MT, Rondonópolis-MT, n. 14, p 276-288, 2010.

LOPES, L. R. **Densidade populacional, hospedabilidade e manejo de lavoura de soja, no controle do *Pratylenchus brachyurus* no Mato Grosso.** 2010. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MONTEIRO, A. R. Controle de nematoides por espécies de adubos verdes. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Eds.). **I Curso sobre adubação verde no Instituto Agronômico**. Campinas: IAC, 1993. p.109-121.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO , S. J.; FERNANDES, D. M.; RODRIGUES, J. G. L.; FERNANDES, J. C. Diagnose Foliar em Plantas de Milho em Sistema de Semeadura Direta em Função de Doses e Épocas de Aplicação de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.67-86, 2012.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura**. Global Science and Technology**, n. 02, v. 03, p.117 – 124, 2010.

NOVAIS, R. F. Soja. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.323-324, 1999.

OOSTENBRINK, M. Major characteristic of relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhoge School**, Wageningen, v. 66, n.4, p.1- 46, 1966.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E**. Avaliação dos Teores de Clorofila no Crescimento de Mudas do Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 128).

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia.** v. 31, n. 6, pp. 1616-1623, 2007.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; SANTOS, J. M. Distribuição de fitonematóides em regiões produtoras de soja do estado de Mato Grosso. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2010**. Fundação MT, Rondonópolis-MT. n. 14, p 289-296, 2010.

RIBEIRO, N. R.; MIRANDA, D. M.; FAVORETO, L. Nematoides: um desafio constante. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2011**. Fundação MT, Rondonópolis-MT. n. 15, p 400-414, 2011.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A.; LOPES, I.O.N. Reação de algumas espécies vegetais a Pratylenchus brachyurus. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, Goiânia, 2007, **Programa e Anais...** p. 58, 2007.

ROCHA, R. S. Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí Centro de Ciências Agrárias, Teresina, 2009.

ROHDE, R. A. The nature of resistance in plant to nematodes. **Phytopathology**, St. Paul , v. 55, p. 1159-1167, 1965.

SANTOS, T. F. S. **Metodologia de avaliação a *Pratylenchus Brachyurus* e reação de genótipos de soja aos Nematoides das galhas e das lesões**. 2012. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis - MT, 2012.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, C.; BARROS, H. B. Cultivares. In: SEDIYAMA, T. (Ed). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. p. 77-92.

TOWNSHEND, J.L. Methods for evaluating resistance to lesion nematodes, *Pratylenchus* species. In: STARR, J.L. (Ed.). Methods for evaluating plant species for

resistance to plant-parasitic nematodes. Hyattsville, Maryland: **The Society of Nematologists**. 1990. p.33-41.

WOOD, C.W.; REEVES, D. W. ; HIMELRICK, D. G. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: a review. **Proceedings of Agronomy Society of New Zeland**. New Zealand., 23:1-9, 1993.