



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI AO  
PARASITISMO DE *Meloidogyne incognita***

**GILBERTO ANTONIO TORRES JÚNIOR**

**POMBAL - PB**

**2018**

**GILBERTO ANTONIO TORRES JÚNIOR**

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI AO  
PARASITISMO DE *Meloidogyne incognita***

Monografia apresentada à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Fernandes Antonio de Almeida

**POMBAL – PB**

**2018**

**GILBERTO ANTONIO TORRES JÚNIOR**

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI AO  
PARASITISMO DE *Meloidogyne incognita***

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Apresentada em: 07/03/2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador – Prof. D.Sc. Fernandes Antonio de Almeida

---

Membro – M.Sc. Maria Lúcia Tiburtino Leite Almeida

---

Membro – D.Sc. Artur Franco Barreto

**POMBAL – PB**

**2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço aos meus pais (Gilberto Antonio Torres e Josicleide Fonseca de Menezes Torres) e irmãs (Maíra Tamara de Menezes Torres e Naiara Thainá de Menezes Torres), por serem a minha base e me darem todo o apoio, conselhos e força ao longo da minha caminhada.

A Universidade Federal de Campina Grande e todo o seu corpo docente, técnicos e terceirizados.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernandes Antonio de Almeida, por toda a transmissão de conhecimento e sabedoria ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

Aos meus amigos, Gustavo Leite, Uriel Pessôa, Alberto Filho, Mizael Nabor, Allysson Jonhny, Oriel Pereira, Tarcísio Lucena, Erik Gomes e Juliana Nóbrega pela amizade e apoio ao longo do curso.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Reação de variedades de feijão-caupi a *Meloidogyne incognita*, para as características de parasitismo: Número de galhas; Número de juvenis (NJS) e ovos (NOS) no solo; Número de juvenis (NJR) e ovos (NOR) na raiz; Nematóide por grama de raiz (NEM/ g Raiz).....40
- Tabela 2:** Reação de variedades de feijão-caupi a *Meloidogyne incognita*, para as características de parasitismo: Fator de reprodução (FR), Redução do fator de reprodução (RFR) e Índice de reprodução (IR) .....44
- Tabela 3:** Reação de diferentes variedades de feijão-caupi testadas, quanto a Fitomassa fresca de parte aérea (FFPA), Fitomassa fresca do sistema radicular (FFSR), Comprimento radicular (CR) e Volume radicular (VR), a *Meloidogyne incognita* (Mi), em comparação com os valores da testemunha *Phaseolus vulgaris* (T).....47

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	O feijão-caupi: origem e dispersão.....	11
2.2	Descrição taxonômica e morfológica do feijão.....	11
2.3	Importância socioeconômica.....	13
2.4	Desafios fitossanitários ao feijoeiro.....	15
2.4.1	Principais doenças fúngicas.....	15
2.4.2	Doenças bacterianas.....	18
2.4.3	Doenças viróticas.....	20
2.5	Principais nematoides do feijão-caupi.....	21
2.5.1	Gênero <i>Meloidogyne</i> spp.....	22
2.5.2	Espécie <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood.....	23
2.6	Manejo de nematoides.....	25
2.6.1	Método cultural.....	25
2.6.2	Controle químico.....	27
2.6.3	Resistência varietal.....	28
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1	Localização do experimento.....	34
3.2	Condução experimental.....	34
3.3	Características avaliadas.....	36
3.3.1	Características de parasitismo.....	36
3.3.2	Características agronômicas.....	38
3.4	Análise estatística.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5	CONCLUSÃO.....	50
6	REFERÊNCIAS.....	51

## RESUMO

A cultura do feijão (*Vigna unguiculata* L.) de ampla adaptação as diversas condições edafoclimáticas do Brasil, é de fundamental importância para o desenvolvimento socioeconômico das regiões Norte e Nordeste. Entretanto, sua produtividade tem sido limitada por diversos fatores bióticos, a exemplo dos fitonematoides. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de quatorze variedades de feijão-caupi: Bastiãozinho, Mosqueado, Maravilha, Balinha, Garanhão, Sempre verde, Canapuzinho, Canapu branco, Paulistinha, Pujante, Canapu V. Roxa, Rajado PE, Costela de Vaca e Setentão, quanto ao parasitismo a *Meloidogyne incognita*. O experimento foi realizado em casa de vegetação na UFCG/CCTA. O delineamento foi inteiramente casualizado, com dezesseis tratamentos e cinco repetições. Para simular uma condição de campo infestado, mudas de tomateiro “cv. Santa Clara” foram inoculadas com 5.000 ovos/juvenis do nematoide e, mantidas em vasos por sessenta dias. Em seguida, as plantas de tomateiro foram substituídas pela sementeira das diferentes variedades crioulas de feijão-caupi. As avaliações das características de parasitismo e agronômicas foram realizadas sessenta dias após emergência do feijoeiro, sendo quantificadas as ações parasitárias no sistema radicular e as principais características agronômicas da cultura. Todos os acessos de feijoeiro se apresentaram como suscetíveis ao *M. incognita*, com Fator de reprodução maiores para as variedades: Pujante com 14,08 e Costela de vaca com 10,10. Porém, o acesso Paulistinha se mostrou como moderadamente resistente. Os resultados permitem alertar aos produtores de feijão, que a presença dessa espécie de nematoide em convívio com esses acessos isento de resistência, em pouco tempo poderá causar prejuízos econômicos consideráveis.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata* (L.); Nematode de galhas; Resistência.

## ABSTRACT

The Bean culture (*Vigna unguiculata* L.) of wide adaptation the various climatic conditions of Brazil, is of fundamental importance for the socio-economic development of the north and northeast regions. However, its productivity has been limited by several biotic factors, the example of the nematodes. In this way, the objective of this work was to evaluate the reaction of fourteen varieties of beans-cowpea: Bastiãozinho; Mosqueado; Maravilha; Balinha; Garanhão; Sempre verde; Canapuzinho; Canapu branco; Paulistinha; Pujante; Canapu V. Roxa; Rajado PE; Costela de Vaca and Setentão as to the parasitism to *Meloidogyne incognita*. The experiment was conducted in a greenhouse at UFCG/CCTA. The design was entirely randomized, with sixteen treatments and five repetitions. To simulate an infested field condition, tomato seedlings "cv. Santa Clara" were inoculated with 5,000 eggs/juveniles of the Nematode and, kept in pots for 60 days. Soon after, the tomato plants were replaced by sowing the different Creole varieties of cowpea beans. The evaluations were carried out sixty days after the emergence of the bean, being quantified the parasitic actions in the root system and the main agronomic characteristics of the culture. All accesses from Bean were presented as susceptible to nematode, with larger reproduction factor the varieties: 14.08 Pujante and Costela de vaca with 10.10. However, the Paulistinha access was shown to be moderately resistant. The results make it possible to warn the bean growers that the presence of this species of nematode with these accesses without resistance, in a short time may cause considerable economic damage.

**Key-words:** *Vigna unguiculata* (L.); Root-Knot; Resistance.



# 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) também conhecido como feijão-fradinho, feijão-de-corda ou feijão-macassar, é uma leguminosa de origem Africana, onde está concentrada mais de 95% da produção mundial. A exploração econômica da cultura abrange cerca de 12,6 milhões de hectares com uma produção equivalente a 5,6 milhões de toneladas (FAO, 2017).

No Brasil, a área cultivada abrange cerca de 1.388,2 mil de hectares, no qual, 1.104,6 mil de hectares estão concentrados na região Nordeste (CONAB, 2017), graças a ampla adaptação, caracterizada por ser cultivada e distribuída por diversas regiões do território brasileiro (ROCHA et al., 2009).

O cultivo do caupi é de fundamental importância para o desenvolvimento agrícola das regiões Norte e Nordeste, tanto pelo aspecto econômico, como nutricional (TEÓFILO et al., 2008), considerado assim, a base alimentícia da população de baixa renda (CALVET et al., 2013). No entanto, a cultura do feijoeiro explorada na região Nordeste, corresponde a 80% da área cultivada no Brasil, contudo, a produção total, deixa aquém das necessidades de consumo no país, pois representa apenas 60% dessa demanda.

Além das vantagens socioeconômicas, tem papel relevante de ordem ambiental, quando empregada como cobertura verde, neutralizando os efeitos do vento e chuvas torrenciais no solo (BATISTA et al., 2012), assim como também, viabiliza o processo de fixação biológica de nitrogênio, por meio de atividades de simbiótica entre bactérias do gênero *Rhizobium* e a leguminosa (SILVA, 2015).

Entretanto, os resultados de produtividade variam consideravelmente no país, em função de baixo uso de tecnologia pelo pequeno produtor, emprego de cultivares tradicionais de baixo potencial produtivo, falta de conhecimento sobre insumos agrícolas e a forte incidência de fatores climáticos e bióticos, como bactérias, vírus, fungos e fitonematoides (ROCHA et al., 2003; VELOSO, 2013).

Nos últimos anos, é crescente a preocupação com os fitonematoides, que tem como característica principal parasitar o sistema radicular, provocando prejuízos anuais em bilhões de dólares na agricultura mundial (ARAÚJO FILHO, 2011). A cultura do feijão, é acometida por três espécies de nematoides consideradas chave, no Brasil, *P. brachyurus*, *M. incognita* e *M. javanica*, que juntas, podem provocar prejuízos na ordem de 10% a 50% (MACHADO, 2011).

Mediante o exposto, são empregadas diferentes medidas de manejo (rotação de cultura, controle biológico, cultivares resistentes, etc) em áreas de produção comercial, para reduzir os danos sobre as culturas. Entre os principais métodos de manejo mais utilizados, destacam-se os defensivos químicos, por apresentarem resultados rápidos e eficientes (OLIVEIRA et al., 2005). Entretanto, os altos custos na obtenção e aplicação, além dos efeitos negativos ao meio ambiente e aos consumidores, vem despertando o interesse de novas pesquisas em substituição aos defensivos.

Dessa forma, em se tratando de uma cultura de subsistência, a utilização de defensivos objetivando a neutralização de fitonematoides, pode ser considerada inviável economicamente, o que reforça a necessidade de identificar novas alternativas, a exemplo de materiais genéticos da região, com potencial de resistência ao patógeno.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a reação de diferentes variedades de feijão-caupi, quanto as características agronômicas e de parasitismo a *Meloidogyne incognita* sob condições de casa de vegetação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O feijão-caupi: origem e dispersão

O feijão-caupi considerada a espécie mais primitiva presente na África, é comum para alguns autores que sua evolução e dispersão tenham ocorrido provavelmente a partir deste continente (ONOFRE, 2008). A descrição exata do local de surgimento ainda provoca diversas dúvidas no meio acadêmico em função dos desacordos apresentadas por diferentes autores ao realizarem estudos específicos sobre a sua origem.

O continente Asiático é considerado um dos possíveis centros secundários de domesticação da cultura pela existência de cultivares de caupi cultivados na região que se apresentam morfológicamente diferentes daquelas encontradas no continente Africano (OLIVEIRA, 2008). De acordo com Barros (2010), o gênero *Vigna* abriga cerca de 170 espécies com distribuição pantropical, sendo 120 de ocorrência na África, 16 no sudeste da Ásia, 22 na Índia, além de outras espécies nas Américas e na Austrália.

A introdução da cultura no território brasileiro ocorreu na época da colonização a partir do século XVI através do processo migratório desempenhado pelos portugueses e espanhóis. No primeiro momento, foi feita a inserção nas colônias espanholas, passando em seguida para as colônias brasileiras localizadas na Bahia, sendo esta localidade caracterizada por possuir os primeiros cultivos do feijoeiro (FREIRE FILHO et al., 2005). A partir do momento da instalação da cultura na região, ocorreu a expansão para o interior do Nordeste e conseqüentemente para os demais estados (OLIVEIRA, 2008).

### 2.2 Descrição taxonômica e morfológica do feijão

O feijão-caupi é uma leguminosa *Dicotyledonea* pertencente ao filo *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (ALLANTOSPERMUM, 2016)

O gênero *Vigna* apresenta-se subdividido em sete subgêneros: *Vigna*, *Plectotropis*, *Ceratotropis*, *Lesiocarpa*, *Sigmoidotropis*, *Haydonia* e *Macrorhycha*

dentre os quais o subgênero *Vigna* se destaca por compreender o maior número de espécies com grande importância econômica e nutricional perante a população. Além deste, destaca-se também em termos de relevância, as espécies pertencentes ao subgênero *Ceratotropis* [*V. radiata* (L.) Wilczek] e [*V. mungo* (L.) Hepper], [*V. angularis* (Willd.) Ohwi e Ohashi], [*V. umbellata* (Thunb.) Ohwi e Ohashi] e [*V. aconitifolia* (Jacq.) Marechal] (FERY, 2002).

O feijão-caupi apresenta-se morfológicamente como uma planta herbácea, autógama, anual, com maior taxa de desenvolvimento em regiões de clima quente, com intervalo de temperatura ideal de 20°C a 30°C, onde, valores inferiores reduzem o processo de nodulação e superior provoca o abortamento das flores (LINHARES, 2014). Apresenta reprodução por autofecundação, tendo uma taxa de alogamia ou fecundação cruzada muito baixa. De acordo com Souza et al. (2005), a percentagem de cruzamento natural varia entre 0,11 e 0,99%, caracterizando um genoma estável com reduzido “escape” de genes, o que evita a introgressão de caracteres indesejados.

As sementes possuem grande variação fenotípica em função da variabilidade genética existente entre as cultivares (SILVA, 2014). Tais flutuações refletem na coloração que pode se expressar na cor branca, amarelada, esverdeada e avermelhada, além da presença de uma horla castanha ou negra em torno do hilo, sendo conhecido como o ‘olho’ do feijão (SOARES, 2012). As mesmas possuem germinação epígea, que ao desenvolver, proporciona a formação de um denso sistema radicular cujo comprimento é variável em função do cultivar, podendo chegar na maioria dos casos a mais de um metro de comprimento, além da elevada quantidade de raízes secundárias que proporciona a exploração de grande volume de solo (SILVA, 2013). Ao desenvolver, torna-se uma planta de crescimento indeterminado ou determinado com arquitetura prostrada, ereta, semi-prostrada, semi-ereta ou trepadora, com ciclo superprecoce, precoce, médio-precoce, médio-tardio ou tardio (FREIRE FILHO et al., 2005).

A inflorescência é formada a partir do eixo central sendo constituída de um racemo modificado com seis a oito pares de gemas florais. As flores desenvolvem-se a partir da axila das folhas, são perfeitas, zigomorfas e estão distribuídas aos pares no racemo na extremidade do pedúnculo. Possui corola e cálice pentâmero, com o estandarte de cor arroxeadado localizado na parte superior da flor exercendo a função

atrativa para os insetos. Os estames são em número de dez, sendo nove crescidos formando um tubo estaminal, ficando apenas um livre, enquanto que o estilete é piloso internamente e o estigma está disposto obliquamente (ROCHA et al., 2007).

### **2.3 Importância socioeconômica**

O feijoeiro é uma leguminosa amplamente difundida em todo o mundo exercendo considerável importância para as populações de países subdesenvolvidos, sendo largamente cultivado nos trópicos da África e do Brasil (SILVA, 2014), além de ser um componente essencial nos sistemas de produção das regiões secas da Ásia, Oceania, Estados Unidos e Oriente Médio (SINGH et al., 2002).

Constitui-se na alimentação básica para as populações de baixa renda das regiões Norte e Nordeste, desempenhando papel importante de subsistência, gerador de emprego e renda e fixador de mão-de-obra no campo (FROTA et al., 2008; DAMASCENO E SILVA et al., 2016). Quando comparado ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), apresenta quantidade superior de proteínas (23%-25%) de melhor digestibilidade, com elevados teores de metionina, cisteína, triptofano, aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais e fibras dietéticas, 64% de carboidratos, baixas quantidade de gordura (0,7-3,5%) e inexistência de colesterol, tornando-se componente alimentar básico para as populações (BARROS, 2010; NEVES JÚNIOR e XAVIER, 2010).

Em função das características nutritivas, todas as partes do feijoeiro podem ser utilizadas como o alimento. O consumo pode ocorrer na forma processada ou natural, sendo as folhas uma excelente fonte de micronutrientes (folatos e minerais) para os seres humanos (MOURA, 2013). De acordo com Silva (2014), o consumo tradicional do mesmo, ocorre pela ingestão dos grãos na forma verde ou seca, variando em função da região onde está inserido. Ainda pode ser utilizado para alimentação animal na forma de ensilagem, feno, forragem verde e farinha (DUTRA; TEÓFILO, 2007).

Devido a sua variabilidade genética, rusticidade, baixo custo de produção, adaptação à regiões de clima tropical e a solos arenosos, além de tolerância aos estresses hídricos, térmico e salino (PINHEIRO, 2014), adequa-se ao cultivo em áreas com baixa precipitação pluviométrica, já que necessita de aproximadamente 300mm ao longo de todo o ciclo (ALMEIDA, 2008) e pouco conteúdo nutricional,

requerendo quantidades inferiores destes fatores de crescimento quando comparado a outras culturas, como a soja (*Glicine max* L.) e o feijão-comum (*P. vulgaris* L.) (COSTA et al., 2011).

Além disso, ainda desenvolve atividades relacionadas a proteção e fornecimento de material orgânico ao solo, em função da sua boa capacidade de cobertura, evitando problemas da erosão decorrente de enxurradas e por ação do vento (SILVA et al., 2011). A capacidade de realização de fixação biológica de nitrogênio, tornando-se um fator de grande relevância para o pequeno produtor devido a economia que tal processo proporciona, além de reduzir a aplicação de produtos químicos no solo (fertilizantes) que são responsáveis por encarecer a produção e provocar o processo de salinização e consequente degradação (SABOYA et al., 2013).

A área de exploração econômica da cultura abrange cerca de 12,6 milhões de hectares, que estão distribuídos em diversas regiões, com destaque para o continente Africano que é considerado o maior produtor. Além deste, cultiva-se também na América do Sul, América Central, Ásia, Oceania, Sudoeste da Europa e nos Estados Unidos (FAO, 2017; ZILLI et al., 2009).

No Brasil, a produção atinge valores superiores a 725,3 mil de toneladas numa área de 1.388,7 mil hectares, ficando a região Nordeste como a maior área cultivada com cerca de 1.104,6 mil de hectares. Entre os principais estados produtores do Nordeste destacam-se: Ceará (132,8), Piauí (91,6), Bahia (91,6) e Maranhão (56,7) mil toneladas produzidas (CONAB, 2017). Esse interesse na região é motivado pelas melhores condições climáticas para o desenvolvimento do feijoeiro, além da atuação dos pequenos e médios produtores que desempenham apenas a atividade de subsistência, apesar de produtores com maior poder aquisitivo estarem inovando o cultivo com uso de tecnologias mais avançadas (MATOSO, 2014).

No entanto, devido as condições de maior desenvolvimento tecnológico e uso de cultivares com porte ereto que permitem a mecanização, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste se destacam com a obtenção de produtividades superiores por área cultivada (CASTELLETTI; COSTA, 2013). Esse aumento da produtividade, tem relação direta com o sistema de rotação de cultura, principalmente devido a exploração de grandes áreas com culturas como: soja, milho, arroz e algodão, o que favorece a compatibilidade, no qual se faz a sua introdução como 'safrinha' após a

colheita, e o regime pluviométrico associado a utilização de variedades precoces com porte ereto que se adaptam ao cultivo mecanizado e crescimento determinado, proporciona-se ganhos significativos quando comparados ao sistema familiar (ZILLI et al., 2006).

A expansão do cultivo para larga escala vem associado a necessidade de desenvolvimento de cultivares que apresentem características agrônomicas favoráveis, como alto potencial produtivo, melhor qualidade de grãos e porte ereto que possibilite o uso de máquinas agrícolas durante a condução da cultura, além de resistência a pragas e doenças (BEZERRA et al., 2008).

## **2.4 Desafios fitossanitários ao feijoeiro**

Embora o feijão-caupi seja considerado uma leguminosa rústica com elevada capacidade de tolerância ao surgimento de condições estressantes, sejam estas proporcionadas por fatores abióticos ou bióticos, diversas doenças provocam reduções significativas na produtividade, ocasionando sérios danos econômicos aos produtores e inviabilizando o processo produtivo (NORONHA et al., 2012).

Variadas categorias de agentes patogênicos são responsáveis pela redução na qualidade e quantidade de feijão produzido, podendo-se destacar a ação desenvolvida por fungos, bactérias, viroses e nematoides, que acarretam danos em campo e pós colheita (BARROS, 2010). Estas condições desfavoráveis ao processo produtivo vêm intensificando-se ao longo dos anos em função da prevalência do monocultivo, o que possibilita o surgimento, disseminação e ataque de diversas pragas e doenças, tornando-se um fator limitante para pequenos, médios e grandes produtores.

### **2.4.1 Principais doenças fúngicas**

Atualmente, existe um grande número de espécies fúngicas fitopatogênicas identificadas que estão relacionadas a cultura do feijão-caupi, entretanto, devido à importância secundária que a cultura desempenha, considerada de subsistência, não recebe os devidos incentivos financeiros relacionados a pesquisas científicas que busquem minimizar os problemas de forma ágil e eficaz (BEZERRA, 2016).

Nesse grupo de patógenos, a atuação das diversas espécies diferencia-se pela especificidade ou não do órgão afetado, nos quais estão inclusos o sistema radicular e/ou colo da planta, parte aérea, órgãos reprodutivos e os frutos. Atrelado a

essa característica, tem-se a ocorrência de mutações em função das pressões exercidas pelo ambiente sobre o patógeno que, em conjunto com o ciclo de vida curto na planta, configura essa classe microbiológica entre os maiores causadores de perdas econômicas para a cultura (MOURA, 2013).

No Brasil, as doenças relacionadas ao ataque dos fungos têm sua importância ligada a fatores ambientais e de manejo, tais como a região de cultivo, forma e época da colheita. Sabendo-se disso, determinadas doenças são características de cada região em função da adaptação que as mesmas possuem aos fatores climáticos (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

O Norte do país em função do clima quente e úmido, e alguns estados do Nordeste (Maranhão e Piauí) na época de chuva intensa, destacam-se como importantes para a atuação da Mela (*Rhizoctonia solani* Kuhn), enquanto que, nos cerrados da região Meio-Norte, a Antracnose (*Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Sacc) e a Cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta* (Sacc.) Diegton), vem ganhando significativa expressão em função do aumento nas áreas de cultivo. Regiões de clima semiárido e árido como o sertão de Pernambuco, a Murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *tracheiphilum* E. F. Smith, Synd. e Hans.) é considerada como a mais atuante (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

Para o estado do Pará, de acordo com levantamento realizado por Poltronieri et al., (1994), as principais enfermidades encontradas atuando sobre o feijão foram: Podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*), Carvão (*Entyloma vignae*) Cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta* (Sacc.) Deigtom e *C. canescens* Ellis e Martin), Murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*), Mela (*Rhizoctonia solani* Kuhn) e Podridão das vagens (*Choanephora cucurbitarum* e *C. infundibulifera*). De acordo com o mesmo autor, o Carvão possui maior abrangência em estados pertencentes a região Nordeste, merecendo destaque o Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará.

Sponholz et al. (2006), observaram que o *Colletotrichum truncatum* responsável pelo surgimento da mancha-café, tem provocado perdas nas regiões produtoras no estado do Piauí, além do Pará e Maranhão. O ataque de *Rhizoctonia solani* Kuhn é considerado o principal responsável pela desfolha de alguns genótipos de caupi em Roraima, podendo chegar a 80%, de acordo com Nechet; Vieira (2006).



Athayde Sobrinho (2004), ao realizar um levantamento sobre ataque da *M. phaseolina* sob sementes adquiridas das regiões Norte e Nordeste, evidenciou que a mesma se fazia presente em 62% das amostras analisadas, verificando-se a seguinte proporção: Paraíba (100%), Pará (82%), Bahia (75%), Maranhão (60%), Pernambuco (52,6%), Piauí (44%) e Ceará (16,7%). Esta informação possui elevado grau de importância, em função da reutilização das próprias sementes adquiridas no cultivo anterior, o que proporciona a manutenção e permanência do agente na área.

O processo metabólico desempenhado pelo vegetal com a liberação dos exsudatos pelo sistema radicular e transpiração estomática é o indicativo para o momento correto da investida do patógeno. Desta forma, a podridão cinzenta do caule e podridão de esclerócio se manifestam em duas fases do ciclo cultural do feijoeiro (ATHAYDE SOBRINHO, 2016). A primeira, ocorre no momento da emergência provocando o Damping-off, devido a atuação dos agentes causais *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii*. Na segunda fase, as plantas que sobreviverem sofrem nova investida na época da floração e pré-colheita inviabilizando o processo de florescimento e consequente formação de vagens viáveis (ATHAYDE SOBRINHO, 2016).

A Mancha de cescospora (*P. cruenta*) apresenta maior severidade na época de floração e fase final da cultura, momento em que outras espécies como o Carvão (*Entyloma vignae*), Mancha café (*C. truncatum*) e Oídio (*Erysiphe polygoni*) também se manifestam, além da podridão nas vagens causada por *Botrytis cinerea* quando em condições de temperatura e umidade relativa do ar favoráveis, assume grande importância durante as fases de desenvolvimento e maturação das vagens (ATHAYDE SOBRINHO, 2016).

Porém, outras leguminosas também sofrem com as limitações impostas pela ação biótica dos agentes fúngicos, o que pode servir de fonte de inóculo. O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), apresenta reduções de produtividade proporcionadas por diversas espécies, como: Antracnose (*C. lindemuthianum*), Mancha angular (*P. griseola*), Ferrugem (*U. appendiculatus*), Murcha de fusarium (*F. oxysporum*), Podridão cinzenta do caule (*M. phaseolina*), Mofo branco (*S. sclerotiorum*) e Mela (*T. cucumeris*) (COSTA, 2007).

Para os sojicultores, não é diferente. São diversas as espécies envolvidas ao longo das fases fenológicas da cultura, merecendo maior destaque a Ferrugem

asiática da soja (*P. pachyrhizi*), Mancha alvo (*C. cassiicola*), Crestamento foliar (*C. kikuchii*), Míldio (*P. manshurica*), Oídio (*M. diffusa*), Antracnose (*C. dematium* var. *truncata*), Mofo branco (*S. sclerotiorum*), Podridão de carvão (*M. phaseolina*), Murcha de *Sclerotium* (*S. rolfsii*) e Mela da soja (*R. solani*) (GRIGOLLI, 2016).

Um fator considerado preocupante para produtores e pesquisadores é a existência da comunidade patológica que habita o solo pois, estes dispõem de estruturas de resistência que proporcionam a viabilidade do microrganismo na área após sucessivos ciclos, devido a ampla gama de hospedeiros mesmo em condições adversas a sua permanência (TENÓRIO, 2015).

Essas estruturas são capazes de sobreviver por períodos variáveis de 2 a 15 anos, dependendo das condições ambientais e da associação com os restos vegetais do hospedeiro (GUPTA et al., 2012). Dentre estas espécies, destaca-se o *Fusarium* sp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *M. phaseolina*, *R. solani*, *T. basicola* e *S. rolfsii* (FREIRE FILHO et al., 2005).

A presença de alta variabilidade genética, alta capacidade de sobrevivência, ampla gama de hospedeiros e falta de produtos químicos registrados, dificultam a realização do controle para determinadas doenças fúngicas (LIMA, 2015).

Sendo assim, o desenvolvimento dos métodos para o controle deve levar em consideração que a homeostase vegetal é dependente da relação planta – patógeno – ambiente (MOURA, 2013), adotando medidas que consistam na ação preventiva de proteção às plantas com a restauração da comunidade microbiana e reestruturação do solo (LOBO JUNIOR et al., 2009).

No entanto, existem outros grupos microbiano de natureza patogênica, como as bactérias, com grande ocorrência no Brasil, entretanto, em função das dificuldades enfrentadas pelos produtores de feijão-caupi para a identificação da presença na área, principalmente quando acometem sementes e plântulas devido à similaridade apresentada com os problemas fúngicos, causa a falsa impressão que as bacterioses exercem importância secundária para a cultura (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

#### **2.4.2 Doenças bacterianas**

De acordo com Pio-Ribeiro et al. (2005), as principais espécies bacterianas que estão presentes no território brasileiro e que apresentam maior expressividade são: Crestamento bacteriano também conhecido como mancha ou cancro bacteriano

(*Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola*), Pústula bacteriana, Crestamento do halo ou fogo selvagem (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*) e Murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*). Athayde Sobrinho et al., (2005), afirmam que a Mancha e a Pústula bacteriana são pouco expressivas para as condições de Nordeste brasileiro, não se apresentando como um problema sério para a cultura na referida região. Entretanto, essa situação pode ser revertida por esses patógenos, pela forma de cultivo e manejo empregado em todo território nacional.

Os sintomas são característicos para cada espécie. A Mancha bacteriana inicia-se com a formação de manchas foliares com centro avermelhado envolvido por um halo amarelado o qual diferencia a doença. O tecido encharcado sempre se faz presente, principalmente sobre as vagens, momento em que o patógeno invade e infecta o conteúdo seminífero (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005). Para a pústula bacteriana, observa-se o desenvolvimento de manchas com aspecto úmido de formato circular, sendo possível perceber ao tocar as folhas devido as elevações formadas.

O processo dispersivo se dá geralmente sob condições de tempo chuvoso, no qual a ocorrência de ventos fortes e chuva intensa provocam pequenos ferimentos no tecido foliar favorecendo o desenvolvimento da doença. A atuação de diversos insetos é um fator agravante para o processo, sendo necessário o controle dos vetores. Contudo, o uso de sementes com origem indefinida quanto os aspectos de idoneidade, torna-se o principal método de inserção da doença em novas áreas (LIMA, 2011).

No entanto, as bactérias fitopatogênicas requerem algumas condições mais amenas em relação a outros patógenos. Quando se tem a morte das plântulas, verifica-se que a temperatura ideal fica na faixa dos 24° aos 32°C e condições de umidade relativa do ar elevada. Para o gênero *Pseudomona*, a temperatura ideal da expressão primária da infecção varia entre 24-25°C, enquanto que a expressão secundária é favorecida por períodos úmidos e temperatura média entre 20-26°C. Dias secos permitem que escamas finas do exsudato bacteriano se disseminem na lavoura, necessitando apenas de um filme de água na superfície da folha para haver a infecção (GOULART, 2014). A pústula bacteriana em condições de altas temperaturas e umidade, proporciona a queda no rendimento dos grãos de soja no intervalo de 15-40%. A sua temperatura ótima de crescimento em condições

controladas é de 25-30°C, com máxima de 35°C e mínima de 10°C, podendo ser variável em condições de campo (GOULART, 2014).

### 2.4.3 Doenças viróticas

Os problemas relacionados as viroses são consideradas de grande relevância dentre as diversas doenças que acometem a cultura do feijão, em função da sua forma de disseminação e dificuldades de manejo (BEZERRA, 2016). A severidade e incidência do ataque é variável de acordo com a fonte de inóculo, hospedeiro e organismo vetor (CAMARÇO et al., 2009). De acordo com Leão (2014), as perdas de produtividade devido ao convívio com as viroses, chegam a valores aproximados entre 70% e 80%, para as cultivares mais suscetíveis, grupo que inclui a maioria tradicionalmente utilizada, e nos genótipos que apresentam infecções precoces, ressaltando que quanto mais cedo a planta é infectada, maiores serão as perdas proporcionadas.

Por ser uma cultura de subsistência, o feijão-caupi é cultivado na maioria das regiões de forma extensiva, tornando-se assim, um alvo fácil para o ataque de viroses que provocam danos primários, direto sobre as hospedeiras, e secundários, pela predisposição a invasores de outras classes microbiológicas (BARROS, 2010).

Em termos mundiais, o feijoeiro é suscetível a aproximadamente 34 gêneros virais, estando incluso cerca de 119 espécies, dentre as quais, apenas 8 pertencentes a 5 famílias distintas, destacam-se majoritariamente sobre a cultura (LEÃO, 2014). Segundo Lima et al. (2005), os principais gêneros que atuam sobre o feijão são: *Comovirus* (*Cowpea severe mosaic virus* - CPSMV), *Potyvirus* (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV, *Blackeye cowpea mosaic virus* – BICMV, *Cowpea green vein banding virus* – CGVBV, *Cowpea rugose mosaic virus* - CPRMV e *Cowpea severe mottle virus* - CPSMOV), *Geminivirus* (*Cowpea golden mosaic virus* – CGMV) e *Cucumovirus* (*Cucumber mosaic virus* – CMV).

Na região Nordeste brasileira, tem-se verificado com maior frequência a atuação de 4 espécies: *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e o *Cowpea golden mosaic virus* (CPGMV) (LIMA et al., 2005). As espécies *Cowpea severe mosaic virus* e *Cowpea aphid-borne mosaic virus* destacam-se como as mais importantes para a cultura na referida região, devido a severidade no ataque que pode proporcionar

perdas de 80% na produção, em função da ampla ocorrência, estando presente em todas as regiões de cultivo.

As medidas visando o controle das doenças virais devem ser realizadas de forma preventiva devido a inexistência de substâncias que possam impedir a replicação e/ou o movimento do vírus nas plantas hospedeiras (OLIVEIRA, 2011). O uso de materiais que conferem resistência genética tornou-se a medida mais eficaz para o controle das viroses em função da capacidade de supressão da multiplicação do vírus e/ou propagação, mesmo em condições ambientais que favoreçam a infecção nas espécies especificadas (GÓMEZ et al., 2009). Além disso, fornece proteção adicional sem incremento nos custos para os produtores na fase de crescimento da cultura, assegurando a integridade do ambiente pela não aplicação de medidas que possam degradá-lo.

## **2.5 Principais nematoides do feijão-caupi**

Considerado uma das principais culturas de maior expressão socioeconômica na região Nordeste, o feijão-caupi é potencialmente atacada pelos fitonematoides em função dos mesmos estarem presente na maior parte das regiões produtoras. Diversos estudos já foram realizados catalogando inúmeras espécies que parasitam a cultura em condições de campo e casa de vegetação (BEZERRA, 2016). Estima-se a existência de 55 espécies de fitonematoides associados diretamente a cultura do feijão-caupi, caracterizando sua ampla variabilidade genética e capacidade colonizadora de ambientes diversificados (SAWADOGO et al., 2009).

A atuação do agente sobre o sistema radicular do feijoeiro afeta diretamente o vigor da cultura em função das lesões irreversíveis e alterações morfofisiológicas que comprometem a absorção de água e nutrientes, além de suprimir o processo de nodulação e fixação biológica de nitrogênio, tornando dificultoso o diagnóstico devido as semelhanças apresentadas com possíveis deficiências nutricionais (RITZINGER; FANCELLI, 2006). É comum a observação de plantas com crescimento anormal, reduzido, folhas pequenas, cloróticas (amarelecidas), murcha prematura, vagens em quantidade inferior com falhas no número de grãos e morte das plantas (OLIVEIRA, 2016).

A formação das células nutritoras pela ação enzimática e passagem para o estágio sedentário resulta no engrossamento do sistema radicular na região parasitada, evidenciando elevada quantidade de galhas formadas tanto nas raízes

secundárias, que são o alvo principal do agente por não possuírem as barreiras protetoras perfeitamente formadas e realizarem o processo de absorção, quanto na raiz principal, quando do esgotamento das raízes secundárias (MORALES, 2007). A formação das galhas é considerada apenas como indicativo do processo da extensão das reações de hiperplasia e hipertrofia dos tecidos afetados pelas secreções, podendo ser formada anteriormente as células gigantes ou na ausência destas (FERRAZ, 2001).

A ação tóxica ou mecânica proveniente da forma de alimentação e locomoção do patógeno, proporciona a fragmentação das células vivas com o consequente extravasamento do conteúdo celular, tornando o vegetal suscetível ao ataque de outros patógenos que intensificam a degradação do órgão responsável pela manutenção da distribuição da seiva bruta para as demais partes da planta (ARAÚJO, 2009).

Entretanto, o grande número destas espécies é considerado de baixa relevância ou exercem apenas importância local em determinadas regiões, com exceção dos nematoides das galhas (*Meloidogyne* sp), os nematoides-das-lesões (*Pratylenchus* sp.) e o nematoide-reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), que possuem abrangência mundial (SIMÃO, 2010).

Dentre todas as espécies associadas a cultura do feijão no território brasileiro, apenas as Meloidoginoses são consideradas limitantes para a produção em função do abortamento de flores e vagens e pela associação desempenhada com fungos do gênero *Fusarium*, o que potencializa a severidade sobre a cultura (SILVA, 2005).

### **2.5.1 Gênero *Meloidogyne* spp.**

Os nematoides de galhas, representados pelo gênero *Meloidogyne* constitui-se no grupo de maior relevância econômica dentro da área da fitonematologia, com o alto grau de polifagia e ampla distribuição geográfica, levando-se em consideração que os mesmos estão disseminados em áreas tropicais, subtropicais e temperadas (FERRAZ; BROWN, 2016).

O gênero *Meloidogyne* foi criado no Brasil em 1887, por Emilio Goeldi, com a descoberta da espécie *M. exigua*, a partir da realização de um levantamento técnico-científico, no qual se buscava verificar quais os problemas fitossanitários que afligiam a cultura do cafeeiro na província do Rio de Janeiro. Após 62 anos, em

1949, B. Chitwood comprovou a existência do referido gênero através do desenvolvimento dos critérios básicos para a identificação morfológica das suas espécies. Desde então, conta-se com a existência de mais de 100 espécies devidamente comprovadas e descritas (FERRAZ; BROWN, 2016).

Associado ao clima tropical, o qual é essencial para o cultivo do feijão-caupi, as espécies que expressam maior importância são: *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* e *M. incognita*, os mais representativos em função dos estragos proporcionado pelo hábito endoparasita sedentário e pela alta capacidade polífaga (JONES et al., 2013; OLIVEIRA, 2016). De acordo com Araújo Filho (2011), as perdas proporcionadas por esta classe sobre o feijão-caupi ultrapassam valores próximos a 157 bilhões de dólares por ano, para a agricultura mundial.

### **2.5.2 Espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood**

Dentre as espécies pertencentes ao gênero, *M. incognita* é uma das mais comuns e disseminadas pelo mundo, sendo altamente cosmopolita e bem adaptada a ambientes diversificados, nas quais estão inclusas localidades de clima subtropical e tropical, adequando-se perfeitamente as condições de cultivo vigente no território brasileiro. A existência de 4 raças fisiológicas permite que o patógeno sobreviva no solo com auxílio de determinadas estruturas de resistência ou através da dormência quando em condições inadequadas (FERREIRA, 2010), além da capacidade de associação com mais de 3000 espécies de plantas, exercendo considerável importância econômica por proporcionar elevadas perdas de produtividade e danos as culturas de interesse comercial (SILVA, 2015).

Tais agentes por estarem relacionados diretamente ao sistema radicular das culturas, passam despercebidas ao longo de diversos ciclos culturais e biológicos devido à falta de expressão de sintomas na fase inicial de colonização, tornando-se evidente apenas nos momentos de déficit produtivo.

De acordo com a forma de parasitismo, classifica-se como ser endoparasita sedentário, onde, após penetrar o sistema radicular da cultura, permanecem estático ao longo de todo o ciclo biológico, proporcionando as deformações características do gênero (FERREIRA, 2010).

O ciclo de vida inicia-se com a deposição interna (parênquima cortical) ou externa (superfície das raízes) da massa de ovos pelas fêmeas, a qual está envolvida pela matriz gelatinosa, em quantidade média de 400 a 500 ovos por

deposição. Após a embriogênese, os juvenis de primeiro estágio (J1) sofrem a primeira ecdise ainda no interior do próprio ovo, dando origem ao juvenil de segundo estágio (J2), o qual utiliza o próprio estilete para quebrar as paredes do ovo de forma mecânica e enzimática e sair em busca da fonte alimentícia, já que a partir desta fase, o patógeno é considerado pré-infectivo (FERRAZ, 2001).

Após penetrarem a raiz, os juvenis migram ao longo do córtex em busca do local propício para dá início a formação do sítio de alimentação, que geralmente localiza-se nas camadas mais profundas junto a endoderme. O estabelecimento do local de alimentação leva ao aumento anormal no corpo do patógeno, tornando-o sedentário (COSTA, 2000).

A duração do ciclo biológico é dependente da presença de hospedeiro e da temperatura adequada a eclosão, desenvolvimento e reprodução, a qual deve esta compreendida na faixa entre 23 e 30°C, sendo este o principal fator ambiental que ameaça a sobrevivência e permanência do patógeno na área. Nas condições ideais, o ciclo de vida é variável de 3 a 4 semanas, com cada fêmea colocando em torno de 400 ovos (FERRAZ, 2001).

Conhecido popularmente como formadores de galhas no sistema radicular das culturas se tornou um dos principais fatores limitantes ao estabelecimento de campos produtivos em todo o mundo, devido as dificuldades enfrentadas para a sua descoberta, já que o mesmo é considerado um inimigo oculto tornando-se evidente somente após o estabelecimento do patógeno na área e sucessivos ciclos de reprodução (MOENS et al., 2009).

Corroborando com este fator, existem os empecilhos relacionados a diagnose da espécie infectante devido a abundância e variabilidade interespecífica que dificultam a associação ao método mais adequado para realização do manejo (OLIVEIRA, 2006). Segundo Bengtsson (2015), as perdas de rendimento globais em função do convívio com as meloidogynoses ficam em torno de 5% do que é produzido.

Para tanto, se faz necessário a busca por diferentes formas de manejo que possam neutralizar ou reduzir os efeitos danosos sobre as culturas. O controle geralmente envolve medidas preventivas quanto a aquisição e uso das sementes, além da utilização de cultivares resistentes e/ou tolerantes que possam assegurar o maior tempo possível de cultivo sem a ocorrência de problemas. Faz-se necessário



também a eliminação de hospedeiros alternativos que possam abrigar o patógeno na área no período de entressafra

## **2.6 Manejo de nematoides**

A compreensão das relações existentes entre o patógeno e o vegetal é essencial para que se busque a estratégia adequada visando o controle do problema incidente de forma eficaz com menor investimento financeiro e tempo possível. Dentre as técnicas mais indicadas para redução/controle dos agentes patogênicos, têm-se maior destaque o método cultural (alqueive, rotação de cultura, incorporação de matéria orgânica, época de plantio e culturas antagônicas), uso de cultivares resistentes e em alguns casos a aplicação de produtos químicos (MORALES, 2007).

O manejo não deve ser realizado apenas com a adoção de uma única ação, mas através de um conjunto de boas práticas que proporcionem a redução da população, mantendo-a abaixo do limiar de dano econômico de forma que se eleve a produtividade da cultura sem a existência de riscos ao meio ambiente, promovendo no campo uma relação de convivência com os fitopatógenos. É de amplo conhecimento que uma vez infestada a área, dificilmente a mesma voltará a ficar isenta do agente, devendo-se traçar a melhor estratégia de controle através da análise dos gêneros presentes, levando-se em consideração as particularidades existentes entre os mesmos, além do conhecimento da sua biologia, forma de dispersão, sobrevivência e possíveis hospedeiros (TORRES et al., 2009).

### **2.6.1 Método cultural**

A implantação da prática de rotação de culturas é uma alternativa de grande valia para o sistema produtivo atual em função da sua capacidade inibitória no desenvolvimento, estabelecimento e permanência dos patógenos na área. No entanto, para que se obtenha resultados positivos, deve-se planejar previamente o procedimento, levando em consideração que é essencial a identificação das espécies e raças da comunidade fitopatológica predominante na área, a fim de evitar erros no momento da adoção da cultura sucessora o que provocaria um intenso aumento no nível populacional dos fitonematoides (MORALES, 2007).

A rotação/sucessão com culturas más ou não hospedeiras como o milho, sorgo e algodão é considerada altamente favorável principalmente para regiões de cultivo com a soja, onde se busca o controle das espécies *M. incognita* e *M.*

*javanica*. Entretanto, deve-se levar em consideração que a escolha do híbrido correto é fundamental devido a capacidade de reprodução que alguns proporcionam, favorecendo os referidos patógenos (BATISTA, 2012). Para o algodão, exige-se maior cuidado devido as raças 1 e 3 de *M. incognita* por se multiplicarem na cultura (CIA; SALGADO, 2005).

Além destas, pode-se adotar o cultivo de espécies que permitam a deposição e incorporação do material servindo como adubo verde, possibilitando a recuperação dos teores de matéria orgânica e reativando a atividade microbiana do solo o que favorece o desenvolvimento da população de inimigos naturais aos fitonematoides. Pode-se destacar as espécies *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria breviflora* e a mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) como não hospedeiras a *M. incognita* (ALVES, 2014). Incluem-se também, *Crotalaria paulinea*, mucuna cinza (*Mucuna pruriens* L.) ou nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), *Brachiaria*, *Panicum* e *Triticale* (CARNEIRO et al., 2006; EMBRAPA, 2011).

Segundo Ritzinger; Fancelli (2006), para que a atuação da matéria orgânica sob o patógeno seja eficiente, é necessário levar em consideração um conjunto de características como a relação carbono/nitrogênio (C/N), favorecimento ao crescimento e desenvolvimento de espécies antagônicas existentes no solo, liberação de metabólitos por meio de sua decomposição e quantidade do material aplicado, seja para a tolerância da planta ou supressão do fitoparasita, condição da cultura com relação à sua adaptabilidade e presença de outros tratos culturais adotados.

Além disso, o processo de decomposição da matéria orgânica pela atuação de actinomicetos e/ou bactérias, leva a produção de substâncias tóxicas que estão relacionadas a síntese e liberação da quitinase, a qual promove o rompimento da camada de proteção dos ovos dos fitonematoides, em função da mesma ser composta por quitina, resultando na eclosão prematura do estágio juvenil (MIAN; RODRÍGUEZ-KÀBANA, 1982).

Outro fator a ser considerado, diz respeito a rotação com culturas antagônicas, que podem ser incorporadas ao solo ou servirem como cobertura morta. Todavia, limitações em função do tempo para o rápido estabelecimento, valor agregado para implantação, ineficiência no retorno financeiro e possível uso como hospedeiro alternativo por determinadas pragas e doenças, provocam um entrave

para adoção desta alternativa (RITZINGER; McSORLEY, 1998 a; RITZINGER; McSORLEY 1998 b).

Para o uso de cobertura morta, algumas espécies de gramíneas e leguminosas tem sido relatada como eficientes, no entanto, o efeito nematicida exibido tem sido relacionado à presença de determinadas substâncias que são liberadas por meio da decomposição dos vegetais, que por sua vez, são altamente dependentes da relação C/N. Sendo assim, pode ocorrer variação na fertilidade do solo, teor de umidade, produção de fitomassa fresca e seca da espécie, pH do solo e densidade populacional dos nematoides, prejudicando assim a expressão da eficiência do manejo (RITZINGER; FANCELLI, 2006). Dessa forma, é importante que se tenha conhecimento desses fatores, antes da aplicação do manejo.

### **2.6.2 Controle químico**

A aplicação de produtos químicos é uma das mais importantes ferramentas para o manejo de nematoides de plantas devido a eficiência proporcionada sobre os diversos gêneros e suas respectivas espécies (SANTOS, 2015). Em função dos problemas relacionados ao uso de nematicidas na agricultura mundial, novos produtos e formulações vem sendo testadas nos últimos anos, buscando-se aperfeiçoar a aplicação de forma que se obtenham reduções nos impactos causados sobre os organismos vivos não alvos, tornando-se uma ferramenta eficiente e economicamente viável (NOVARETTI et al., 1998).

Atualmente, as principais formas de aplicação de nematicidas são através do tratamento de sementes e em sulcos de semeadura, apesar dos estudos sobre o segundo método serem considerados escassos na literatura (FAVERA, 2014). A aplicação semínifera vem sendo a técnica mais utilizada na atualidade por garantir a proteção inicial e proporcionar o adequado estabelecimento dos vegetais (STARR et al., 2007).

Todavia, a duração do produto não é suficiente para que se tenha garantia de proteção durante todo o ciclo cultural, pois o efeito persiste em torno de 25-30 dias, ficando as raízes expostas ao ataque do patógeno após este período (KUBO et al., 2012). Os mesmos autores ao testarem a eficiência de produtos químicos no tratamento de sementes visando reduzir a infestação do *Rotylenchulus reniformis*, concluíram que os princípios ativos: Thiodicarb + Imidacloprid + Clothianidim,

Thiodicarb 350 e Thiametoxam 350 FS + Abamectin 500 FS, foram eficientes na redução da infestação inicial pela proteção das raízes.

Quanto ao uso em sulco de semeadura, resultados positivos vêm sendo observados com respostas de incrementos produtivos sobre diversas culturas, como cana-de-açúcar, feijão-caupi, tomate, soja, milho, algodão dentre outras (SANTOS, 2015). Na cana-de-açúcar a aplicação no sulco sobre os toletes com Carbofuran (Furadan 350 SC) e o Terbufos (Counter 50G), mostrou-se eficiente no controle de *M. incognita* e/ou *P. zae* do ponto de vista técnico e econômico, tendo eficiência no tratamento com conseqüente acréscimo na produção, sendo dependente da dose e da espécie presente na área (NOVARETTI et al., 1998).

Todavia, o uso de nematicidas tem tido seu espaço limitado na agricultura mundial, principalmente a partir da década de 80, em função da retirada de vários produtos do mercado pela sua alta persistência no solo, contaminação de lençóis freáticos, efeitos prejudiciais à fauna do planeta, eficiência temporária de algumas moléculas e dificuldades na aplicação em áreas extensas (COSTA, 2015). De acordo com Favera (2014), a sua aplicação descompensada, além de onerar os custos produtivos, coloca em risco a saúde dos aplicadores, consumidores e pode exercer forte pressão de seleção sobre os organismos presentes no solo, podendo causar o aparecimento de formas mais resistentes que provocariam danos mais severos em curto espaço de tempo.

### **2.6.3 Resistência varietal**

A resistência genética é considerada uma das melhores formas para o controle dos fitonematoídeos em função desse processo suprimir a reprodução do patógeno, reduzir o tempo de rotação com culturas não hospedeiras que não agregam ganho econômico ao produtor, não proporcionar incrementos nos custos produtivos, não requerer equipamentos especiais para o manejo, não utilizar produtos químicos maléficos a população e ao meio ambiente e proporcionar fácil assimilação/aceitação aos produtores (TEIXEIRA, 2013).

O conhecimento prévio das definições de imunidade, resistência, tolerância e suscetibilidade são fundamentais para que se compreenda como funciona a relação patógeno-hospedeiro e a conseqüente mudança proporcionada pela resistência varietal. A imunidade pode ser definida como a condição de incapacidade proporcionada ao nematoídeo a partir de mecanismos existentes no vegetal que

impossibilita o seu desenvolvimento e reprodução no interior dos tecidos da planta (MORALES, 2007).

O processo de resistência desempenha a criação de barreiras visando o detrimento dos microrganismos de forma que os mesmos sejam impossibilitados de realizar a penetração, desenvolvimento e principalmente a reprodução (TEIXEIRA, 2013), enquanto que a suscetibilidade permite abundante multiplicação do patógeno no vegetal, alcançando elevadas quantidades do agente na área. Quanto a tolerância, evidencia-se que o hospedeiro sofre pouca ou nenhuma injúria, mesmo em condições de elevada infecção (SILVA, 2001).

As plantas consideradas resistentes sofrem o mesmo número de penetração de juvenis que as plantas suscetíveis, mas dependendo da combinação nematoide-planta hospedeira, os juvenis podem simplesmente retornar ao solo, morrendo em seguida, ou iniciar o desenvolvimento com conseqüente aumento do corpo sem que haja diferenciação sexual; ou até mesmo, morrer após a penetração em função da ação proporcionada pelas reações de hipersensibilidade (MOURA, 1996).

A expressão da incompatibilidade ou resistência após o processo de penetração pode ser observada em duas fases distintas: determinativa e expressiva. No primeiro caso, as células da planta localizadas próximo ao local de invasão, detectam a presença de um corpo estranho através de uma reação tipo elicitor-receptor. O elicitor é produzido nas glândulas esofagianas do próprio nematoide e injetado no tecido do hospedeiro no momento da quebra da barreira do vegetal com uso do estilete. O receptor presente no vegetal, verifica a anormalidade e ativa a reação de hipersensibilidade envolvendo a ativação de genes, síntese de mRNA e transcrição do DNA (SILVA, 2001).

Santini (2014), afirma que esta reação proporciona a criação de um verdadeiro campo de batalha entre o vegetal e o agente invasor, onde a planta lança mão de diversos métodos para inibir a penetração do patógeno, como a liberação de substâncias químicas capazes de matar a própria célula, isolando e exterminando o parasita.

Na fase expressiva, ocorre uma sucessão de eventos com regulação gênica e modificações bioquímicas que promovem o processo de sinalização e conseqüente prevenção no estabelecimento e desenvolvimento do nematoide. Bloqueia-se o desenvolvimento dos sítios de alimentação, inibindo a reprodução das fêmeas e

dificultando a chegada a vida adulta (MORALES, 2007). De acordo com Huang (1985), o vegetal ainda pode proporcionar a formação de barreiras mesmo após a penetração, através da produção e emissão de compostos tóxicos, caracterizando a resistência bioquímica pré-formada, como ocorre com algumas leguminosas, onde sintetiza-se rapidamente compostos microbianos de baixo peso molecular conhecidos por fitoalexinas. A indução de síntese desses compostos, é proporcionada pelo próprio agente invasor, sendo representado por moléculas liberadas e secretadas como carboidratos, lipídeos e proteínas.

De acordo com Silva (2001), é ampla a disponibilidade de fontes de resistência aos nematoides no germoplasma de todas as espécies cultivadas, principalmente naquelas consideradas silvestres. Entretanto, este largo acervo não está sendo bem explorado em função das dificuldades enfrentadas pelos programas de melhoramento para que se obtenham respostas satisfatórias em curto espaço de tempo, fato agravado pelos elevados custos na realização do processo (SANTINI, 2014). É sabido também, que o processo de melhoramento genético de determinado material proporciona na maioria das vezes, a perda de outros genes que conferem características agrônômicas favoráveis, sendo importante levar em consideração quais os patógenos que estão presentes na área de cultivo para que seja direcionado de forma correta a introdução do gene desejado (TEIXEIRA, 2013).

Uma vez que a erradicação dos nematoides é praticamente impossível e economicamente inviável, o desenvolvimento de cultivares resistentes torna-se uma das medidas de controle mais eficazes e eficientes para o produtor. Batista (2012), enfatiza que o melhoramento é a forma mais valiosa para o aumento da produtividade de forma sustentável, ecologicamente equilibrada e da melhor relação custo-benefício. A resistência é de ocorrência natural nas plantas, e é transferida para cultivares a partir de linhagens de melhoramento ou parentais silvestres, por meio de métodos convencionais ou técnicas moleculares (LOPES, 2009).

A resistência genética nos programas de melhoramento contra os nematoides endoparasitas dos gêneros *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Globodera* pode se dá pelo estudo de genótipos resistentes, e/ou seus genes naturais de resistência, sendo expressa por genes maiores dominantes (genes *R*). Como exceções, tem-se a resistência do algodoeiro a *Meloidogyne* spp, a resistência da soja ao nematoide

de cisto e a resistência da beterraba a *Globodera* spp, que são recessivas e poligênicas (LOPES, 2009).

Desta forma, Teixeira (2013), afirma que a herança de resistência da soja (*Glycine max* L.) aos nematoides do gênero *Meloidogyne* é proporcionada pelo gene monogênico dominante *Rmi1*, o qual foi descrito nas cultivares Forrest e FT-Abyara, enquanto que o gene recessivo *rmi1* fica responsável pela característica de suscetibilidade, sendo descrito no cultivar Bossier. Ainda na soja, foram encontrados os genes (*Rgh1* e *4*) que conferem resistência a *Heterodera glycines* (LOPES, 2009).

Para o tomateiro (*Solanum lycopersicum*), o mesmo gene (*Mi1*) que foi introgridido da espécie *S. peruvianum*, é o responsável pela resistência às espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria* (PÉREZ et al., 2006). Em batata, existe um grupo de poligenes (*Gpa2*) provenientes de *Solanum vernei* responsável pela resistência a *G. rostochiensis* e *G. pallida* (PÍPOLO; FERRAZ, 1999; LOPES, 2009). Na beterraba (*Beta vulgaris* L.), o gene (*Hspro-1*) confere resistência a *Heterodera schachtii*.

O gene (*Cre3*) confere resistência ao trigo a *H. avenae*. Os genes (*Me1* e *3*), que conferem ao pimenteiro (*Capsium annuum*) resistência a *M. incognita* (LOPES, 2009). Em Alfafa, pela presença dos genes *M. incognita alfafa* (*Mia 1-6*), que estão relacionados a proteínas cujas funções estão ligadas à maturação do RNA, vias gluconeogênicas, oxidoredução e tolerância a estresses múltiplos. Já no algodão (*Gossypium hirsutum*), devido ao gene *MIC-3* (*M. incognita cotton*) (ARAÚJO FILHO, 2011); e na soja, no qual

Outra estratégia para a obtenção de resistência aos fitonematoides, consiste na introdução de resistência em plantas de interesse agrônomo, via transgenia. Existem, basicamente, três estratégias para a obtenção de resistência engenheirada: 1) expressão transgênica de genes de resistência natural em espécies heterólogas; 2) alvo e ruptura do nematoide e 3) atenuação do sítio de alimentação. Com esta estratégia é possível realizar uma seleção mais específica de alvos no nematoide em função do controle eficiente destes parasitos pela interferência em seus sistemas digestivo, nervoso ou reprodutor, por meio de inibidores de enzimas digestivas e toxinas que atuem em alguma etapa do seu ciclo de vida (LOPES, 2009).

Em vista disso, o uso de variedades resistentes permite o adequado controle dos nematoides tanto em sistemas agrícolas de baixo quanto alto uso tecnológico (SILVA, 2001), tornando-se realidade para diversas culturas, principalmente as cultivadas em larga escala. O Brasil como segundo maior produtor de soja (*Glycine max* L.) do mundo, destaca-se em função do elevado número de cultivares que atendam às necessidades ambientais e carreguem os genes que conferem as características de resistência aos diversos patógenos que acometem a cultura.

Vários são os trabalhos que comprovam a existência de cultivares resistentes aos fitonematoides. A Embrapa (2011), confirmou tal fato para as espécies *M. incognita* e *M. javanica* através dos genótipos BRS 282, BRS 211, BRS 213, BRS 216, BRS 239, BRS 240, BRS 256RR, BRS 257, BRS 260, BRS 279RR e BRS 316RR. Araújo et al. (2012), ao analisar a eficácia do controle genético em genótipos de soja, concluiu que a BRS 282 apresentou baixa incidência de galhas nas raízes, confirmando a atuação do gene que confere tal característica e os resultados expressos anteriormente.

Para o algodoeiro não é diferente. Alves (2014), afirma que no Brasil têm-se algumas cultivares como CD 405, IAC 24, BRS Aroeira, BRS Cedro e BRS Sucupira, que são moderadamente resistentes, mas, apresentam baixa produtividade. De acordo com o mesmo autor, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) mostra que apenas o IAC 96/414, foi classificado como resistente ao complexo *M. incognita* e fusário.

Para o feijão-caupi, merece destaque o desenvolvimento do cultivar (cv. CE-31 ou "Pitiúba"), que segundo Araújo Filho (2011), apresenta evidente resistência aos nematoides das galhas, principalmente *M. incognita*. Para o mesmo autor, a presença de algumas enzimas relacionadas ao sistema de defesa como  $\beta$ -1,3-glucanases, quitinases, inibidores de proteinases cisteínicas, além de enzimas envolvidas com o estresse oxidativo, apresentaram elevado aumento de atividade na referida cultivar, evidenciando a característica de resistência sobre o patógeno.

De acordo com estudos realizados por Petrillo; Roberts (2005) e Petrillo et al., (2006), o feijão-de-corda possui um gene ou *locus* responsável pela resistência a diversas espécies, como *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla* e *M. javanica*. Este *locus* possivelmente detém diversos alelos nos quais estão inclusos *rk*, *Rk* e *Rk2*,



sendo o último responsável por conferir resistência a diversas raças de *M. incognita* e *M. javanica* (DAS et al., 2008).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização do experimento**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e laboratório de Fitopatologia, situado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campus de Pombal, Pombal – PB, durante os meses de março a agosto de 2017.

A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06°46'13' de latitude Sul, 37°48'06' de longitude Oeste e altitude aproximada de 184 m (BELTRÃO et al., 2005). As temperaturas máximas e mínimas durante a realização do ensaio foram 31°C e 22°C, respectivamente, com a umidade relativa do ar variando entre 41% e 64% INMET (2017).

#### **3.2 Condução experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatorze variedades crioulas de feijão-caupi (Bastãozinho; Mosqueado; Maravilha; Balinha; Garanhão; Sempre verde; Canapuzinho; Canapu branco; Paulistinha; Pujante; Canapu V. Roxa; Rajado PE; Costela de Vaca; Setentão), sob a presença de *Meloidogyne incognita*, com cinco repetições e duas testemunhas: a primeira, o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara, como padrão da suscetibilidade para confirmação da viabilidade do inóculo, e a segunda, o feijão carioquinha (*Phaseolus vulgaris* L.), testemunha negativa sem o inóculo, o qual foi utilizado para fins de comparação com o sistema radicular do feijão-caupi parasitado.

O inóculo (*M. incognita*), empregado no ensaio, foi adquirido das raízes de tomateiro cv. Santa Cruz, o qual foi cedido pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, sendo mantido em casa de vegetação e multiplicado em mudas de tomateiro Cv. Santa Clara. A espécie patogênica empregada, foi previamente identificada, com auxílio de microscópio óptico, em estudo morfo-anatômico, por meio do exame da configuração perineal confrontada com a literatura específica (HARTMAN e SASSER, 1985).

As sementes de feijão-caupi e feijão carioquinha foram adquiridas de produtores do estado da Paraíba, através de doação, enquanto, o tomateiro foi adquirido em casa comercial na cidade sede do ensaio.

Para a execução do experimento, foram empregados uma mistura de solo-areia-esterco na proporção 3:2:1, respectivamente, previamente autoclavado a 120°C e pressão de 1,05 Kgcm<sup>2</sup> por 2 horas, compondo o substrato utilizado no ensaio.

As características químicas e físicas do substrato utilizado no ensaio foram avaliadas previamente, e apresentaram os seguintes resultados: pH em H<sub>2</sub>O: 8,48; N: 0,5%; P: 60 mg dm<sup>-3</sup>; K: 6,64 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na<sup>+</sup>: 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+</sup>: 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 3,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 4,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al: 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: 25, 92 g/kg<sup>-1</sup>; areia: 86,96%; argila: 7,46% e silte 5,58%.

O substrato foi distribuído em vasos plásticos com capacidade para 4,0 dm<sup>3</sup>, os quais foram mantidos elevados do solo pela presença de bancadas. Transplantou-se então, 4 mudas de tomateiro cv Santa Clara, previamente formadas em bandeja com 128 células e substrato comercial. Após o décimo dia de transplante, foi realizado a extração do espécime conforme a metodologia de Coolen e D'Herde (1972). Logo após, a suspensão foi ajustada para 5.000 (ovos e juvenis)/mL com *M. incognita*, determinada em microscópio óptico composto, com auxílio da câmara de Peters.

Logo a seguir, inoculou-se 10 mL da suspensão em plantas de tomateiro, distribuídos em três orifícios com 3,0 cm de profundidade aproximadamente, ao redor das mudas. As mesmas foram irrigadas duas vezes ao dia, sendo colocado aproximadamente 150 mL por turno de rega, afim de atender as necessidades fisiológicas dos vegetais e proporcionar a relação de infecção patógeno/hospedeiro.

As plantas de tomateiro foram mantidas durante sessenta dias de convívio com os nematoides em todas as parcelas, objetivando simular uma área infestada naturalmente com a espécie *M. incognita*. No entanto, a cada quinze dias, era eliminada uma planta de cada tratamento, retirando apenas a parte aérea, mantendo-se as raízes contaminadas no solo.

Após retirar a terceira planta de tomateiro, aos quarenta e cinco dias, foi realizada a semeadura com 5 sementes dos diferentes materiais crioulos de feijão-caupi por vaso, correspondente aos demais tratamentos. Quanto ao feijão carioquinha, o semeio foi realizado paralelamente ao do feijão-caupi, diferindo apenas por não está em contato com o fitonematoide.

Após o décimo dia de emergidas, foram feitos os desbastes das plantas (feijão e tomateiro), deixando apenas uma planta (feijão-caupi) por vaso, considerando a unidade experimental. Esta planta foi mantida em convívio com o espécime durante dois meses, buscando que o patógeno completasse dois ciclos de vida no referido hospedeiro.

### **3.3 Características avaliadas**

Após sessenta dias das plantas de feijão-caupi, em convívio com a espécie *M. incognita*, foram realizadas as avaliações das características de parasitismo, sendo elas: Estimativa do Número de juvenis (NJS) e ovos (NOS) no solo; Número de galhas (NG); Número de juvenis (NJR) e ovos (NOR) na raiz; Nematóide por grama de raiz (NEM/g RAIZ); Fator de reprodução (FR); Índice de reprodução (IR); e Redução do fator de reprodução (RFR). Foram avaliadas ainda, as características agronômicas, a citar: Fitomassa fresca do sistema radicular (FFSR); Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA); Volume radicular (VR); e Comprimento radicular (CR).

Os procedimentos serão descritos a seguir.

#### **3.3.1 Características de parasitismo**

As avaliações das características de parasitismo foram realizadas da seguinte maneira: Estimativa do Número de juvenis (NJS) e ovos (NOS) no solo, extraído a partir de uma amostra com 100 cm<sup>3</sup> de solo de cada tratamento, empregando a técnica da flutuação e centrifugação em solução de sacarose (JENKINS, 1964). Para isso, o solo de cada tratamento foi homogeneizado e emergido em água o suficiente para facilitar o desprendimento das partículas aderidas ao tecido vegetal. Em seguida, a suspensão foi vertida em peneiras de 20 mesh sobreposta a outra de 400 mesh, que com auxílio de uma pisseta o material retido foi coletado para um béquer de 100 mL.

Em seguida, a suspensão foi distribuída para tubos de 50 mL e centrifugados por 4 minutos a uma rotação de 2000 rpm. Ao final, o sobrenadante foi descartado sendo substituído por solução de sacarose (400g de açúcar em 750 mL de água) e levados para mais uma centrifugação por 1 minuto, utilizando a mesma rotação. Logo após a centrifugação, retirou-se o excesso da sacarose sob um novo peneiramento (400 mesh), obtendo-se uma alíquota de 20 mL para efeito de

estimativa do número de nematoides, através de lâmina de Peter e microscópio óptico composto.

Para o Número de galhas (NG), as raízes foram previamente lavadas em água corrente para eliminação das partículas de solo e deixadas sobre papel toalha para a retirada do excesso de umidade. Em seguida, foram quantificadas com o auxílio de lupa de Hansoros. A quantificação seguiu a escala de 1 a 5 para caracterizar os diversos níveis de infecção radicular proposta por Taylor e Sasser (1978), modificada como segue: 1 = 1-2 galhas ou ootecas (Resistente); 2 = 3-10 galhas ou ootecas (Resistente); 3 = 11-30 galhas ou ootecas (Suscetível); 4 = 31-100 galhas ou ootecas (Suscetível) e 5 = >100 galhas e/ou ootecas (Suscetível) por sistema radicular.

Posteriormente, avaliou-se também, o Número de juvenis (NJR) e ovos (NOR) na raiz, conforme o método descrito por Coolen e D'Herde (1972). Para isso, as raízes de cada tratamento foram emergidas em 300 mL de solução aquosa de hipoclorito de sódio 0,5% (uma parte de água sanitária com 2,5% de cloro ativo para quatro partes de água de torneira), trituradas com auxílio de liquidificador doméstico por um tempo médio de 40 segundos em baixa rotação. Logo após, realizou-se dois processos de centrifugação e peneiramento (20 e 400 mesh), conforme descrito anteriormente. Posteriormente, realizou-se o descarte dos resíduos da primeira peneira, coletando-se os nematoides aderidos na segunda peneira com auxílio de jatos de água de pisseta em um becker de 20 mL, que logo obtidas as suspensões, foram estimados o número de exemplares de nematoides por mililitro, sob microscópio óptico e lâmina de Peters.

Após a quantificação dos nematoides foi calculado o Fator de reprodução, que consiste no somatório da população final do solo e raiz dividida pela população inicialmente inoculada ( $FR = P_f/P_i$ ). Considerou-se imunes os acessos com  $FR = 0$ ; resistente com  $FR < 1,00$  e suscetível o  $FR > 1,00$  (OOSTENBRINK, 1966).

Para o Índice de reprodução (IR), foi determinado empregando a reprodução dos nematoides no tomateiro cv. Santa Clara, testemunha padrão (100%) em comparação com os acessos de feijão-caupi, conforme metodologia estabelecida por Taylor (1967). De acordo com a referida metodologia, divide-se a população final encontrada no acesso pela população final encontrada no tomateiro, multiplicando o resultado final por cem ( $IR = P_f \text{ acesso} / P_f \text{ tomateiro} \times 100$ ), encontrando o valor em

porcentagem. Esta população final condiz com o somatório do número de ovos e juvenis encontrados no sistema radicular e no solo. A classificação quanto aos níveis de resistência dos acessos de feijão-caupi, foram obtidos pelo critério de reprodução estabelecido por Taylor (1967), em que: S – acessos com planta suscetível, reprodução normal, IR acima de 51%; LR – acessos com plantas levemente resistente, IR de 26 a 50%; MoR – acessos com plantas moderadamente resistente, com IR de 11 a 25%; MR – acessos com plantas muito resistente, IR de 1 a 10%; AR/I – acessos com plantas altamente resistente/imune, IR abaixo de 1%.

Quanto a variável Redução do fator de reprodução (RFR), a metodologia aplicada foi a proposta por Moura e Regis (1987), no qual se faz a subtração do fator de reprodução do tomateiro pelo fator de reprodução do feijão-caupi dividindo-se pelo fator de reprodução do tomateiro e multiplicando o resultado final por cem, obtendo o valor em porcentagem ( $RFR = \frac{FR \text{ tomateiro} - FR \text{ feijão}}{FR \text{ tomateiro}} \times 100$ ). As plantas que proporcionam redução do fator de reprodução do nematoide de 100%, são classificadas como altamente resistentes ou imunes (AR ou I); de 96 a 99%, resistentes (R); de 76 a 95%, moderadamente resistentes (MR); de 51 a 75%, pouco resistentes (PR); de 26 a 50%, como suscetíveis (S); de 25%, são classificadas como altamente suscetíveis (AS). Para o cálculo da RFR, tomou-se o maior valor de Fator de reprodução como padrão de suscetibilidade, o qual é obtido no tomateiro utilizado como testemunha, considerado como 0 % de redução.

### **3.3.2 Características agronômicas**

Para as avaliações das características agronômicas, foram feitos os seguintes procedimentos: Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), através do corte na altura do coleto em forma de bisel e pesagem da parte aérea em balança semi-analítica, obtendo-se os valores em gramas; Fitomassa fresca do sistema radicular (FFSR), após ser lavadas em água corrente para retirada do excesso de agregados, obtidos com o auxílio de balança semi-analítica em gramas; Volume de raiz (VR) através da imersão do sistema radicular em proveta graduada de 1000 mL, considerando um volume fixo de 800 mL e realizando a diferença, obtendo assim o volume final em mililitros; e Comprimento radicular (CR), através da medição com uso de fita métrica graduada em centímetros, no qual esticou toda a raiz sob bancada plana e determinou-se o comprimento a partir do ponto de surgimento das raízes.

### **3.4 Análise estatística**

Os dados relativos à reprodução dos nematoides foram submetidos ao teste de homocedasticidade e à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scoot-knott no nível de 5% de probabilidade de erro para comparação das médias.

As variáveis relativas ao desenvolvimento das plantas foram submetidas à análise de normalidade através do teste de Anderson Darling e, em caso de normalidade positiva ( $P > 0,05$ ), realizou-se comparação de médias através do teste T de Student e, quando a normalidade foi negativa ( $P < 0,05$ ), realizou-se a comparação de medianas pelo teste de Mann-Whitney.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade do inóculo de *Meloidogyne incognita* foi confirmada nas variedades de feijão-caupi, verificando-se a ação parasitária para todas as variáveis estudadas (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1:** Reação de variedades de feijão-caupi a *Meloidogyne incognita*, para as características de parasitismo: Número de galhas; Número de juvenis (NJS) e ovos (NOS) no solo; Número de juvenis (NJR) e ovos (NOR) na raiz; Nematóide por grama de raiz (NEM/ g Raiz), Pombal – PB, 2018.

Características de parasitismo <sup>x</sup>							
Acessos/ Caupi	NOTA <sup>ns</sup>		NJS <sup>ns</sup>		NOS <sup>**y</sup>		NEM/g RAIZ*
	NG <sup>**y</sup>	y	y	y	NJR <sup>**y</sup>	NOR <sup>**y</sup>	z
Tomate	608,50 a	5,00	75,25	73,88 a	7785,00 a	33716,25 a	2893,90 ab
Bastiãozinho	40,00 d	4,25	36,50	78,38 a	5678,75 a	7016,25 b	1995,00 ab
Mosqueado	43,50 d	4,00	53,75	48,00 b	5238,75 a	11098,75 b	1814,72 ab
Maravilha	76,25 c	5,00	66,75	55,50 b	4333,75 b	13427,50 b	1316,34 ab
Balinha	93,25 c	5,00	74,38	33,00 c	4110,75 b	13426,25 b	1457,70 ab
Garanhão	91,50 c	5,00	52,13	49,50 b	4163,75 b	10721,25 b	1371,69 ab
Sempre Verde	101,00 c	5,00	57,00	42,75 b	3130,00 b	10257,50 b	974,81 ab
Canapuzinho	73,25 c	5,00	51,38	29,25 c	3373,75 b	9235,00 b	1727,96 ab
Canapu Branco	49,25 d	5,00	89,25	34,13 c	3687,50 b	10168,75 b	2646,56 ab
Paulistinha	41,25 d	4,50	42,25	25,50 c	1850,00 c	4392,50 b	705,33 b
Pujante	161,50 b	5,00	77,63	21,00 d	6902,50 a	30768,75 a	2090,04 ab
Canapu V. Roxa	79,00 c	5,00	61,50	13,50 d	2996,50 b	9246,50 b	1561,70 ab
Rajado PE	75,00 c	5,00	55,88	13,88 d	3668,75 b	8936,25 b	1874,71 ab
Costela de Vaca	45,25 d	4,00	55,00	37,50 c	4218,25 b	23156,50 a	3459,81 a
Setentão	57,00 d	5,00	27,75	9,38 d	1388,00 c	8087,50 b	626,99 b
CV (%)	19,25	13,13	24,94	23,01	20,86	23,43	28,48

<sup>x</sup> Dados referentes a médias de 4 repetições, sem transformação.

<sup>y</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scoot-Knott em nível de 5% de significância. As letras são as representações dos dados transformados em  $(x+k)^{1/2}$ , sendo para as variáveis  $k = 1$ .

<sup>z</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scoot-Tukey em nível de 5% de significância. As letras são as representações dos dados transformados em  $(x+k)^{1/2}$ , sendo para as variáveis  $k = 1$ .

\* e \*\* significativo a 5 % e 1%, respectivamente, pelo teste F, em nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Dado referente as variáveis que não apresentaram diferença significativa pelo teste estatístico.

CV (%) - Dado referente ao coeficiente de variação.

NOTA - Dado referente a escala proposta por Taylor e Sasser (1978), a qual classifica a reação dos acessos em função do número de galhas e/ou massas de ovos apresentada.



Com relação a capacidade de reação das variedades de feijão-caupi a presença de *M. incognita*, observa-se que todas foram sensivelmente atacadas, com número de galhas (NG) variando de 40 a 161,5, no entanto, esses valores foram estatisticamente inferiores a testemunha (608,50), (Tabela1). Goulart et al. (2004), trabalhando com 54 genótipos de feijão-caupi, verificaram a suscetibilidade desses, quanto a presença das espécies de *M. incognita* e *M. javanica*, levando-se em consideração a reação dos mesmos quanto a formação de galhas nas raízes.

Para tanto, há de se destacar que alguns acessos apresentaram reações diferenciadas, como no caso do acesso “Bastiãozinho”, que promoveu redução ao NG correspondente a 93,42%, em relação a testemunha. Esses acessos, por sua vez, não diferiram estatisticamente dos acessos: “Mosqueado”; “Canapu Branco”; “Paulistinha”; “Costela de Vaca” e “Setentão”. Contudo, elevadas deformações proporcionam severas alterações fisiológicas e decréscimos no número de raízes absorventes, culminando na redução do porte e morte do vegetal quando em alto nível de infestação (CARNEIRO et al., 2002).

Entretanto, os resultados demonstram que esses acessos são menos atrativos aos nematoides que a cultura do tomateiro, o que leva a acreditar que é possível obter material com alguma resistência, já observado para outras espécies vegetais. Baida et al. (2011), observaram resistência para seis linhagens de feijão-vagem parasitado por nematoides de galhas (*M. javanica* e *M. paranaensis*), diferente da espécie empregada nesse estudo.

Ainda na Tabela 1, de acordo com a escala proposta por Taylor e Sasser (1978), todos os acessos estudados se comportaram como suscetíveis a *M. incognita*, onde 71,43%, apresentaram notas com médias 5,0 e apenas 28,57% desses, expressaram notas com médias de 4,0 a 4,5, o que mesmo assim, permitiram a multiplicação da espécie na área.

Para o número de juvenis no solo (NJS), (Tabela 1), não foi observada diferença significativa entre os acessos e a testemunha, de acordo com a análise estatística. Tal fato pode estar relacionado a forma de reprodução do fitoparasita, o qual ocorre por partenogênese mitótica obrigatória, não precisando então, de machos para complementação do processo. Logo, a maior presença dos

parasitos será no interior da raiz, onde, caso seja encontrado fora do sistema radicular, há elevada probabilidade de o mesmo ser do sexo masculino.

Com relação ao número de ovos no solo (NOS), (Tabela 1), as médias entre os acessos apresentaram variação com intervalo de 9,38 a 78,38. Ao se analisar individualmente os valores médios, com exceção do acesso “Bastiãozinho, os demais diferiram estatisticamente da testemunha.

Para os demais acessos, obteve-se uma redução na ordem de 35,02% a 55,33%, mesmo assim, observa-se uma elevada capacidade reprodutiva e deposição das massas de ovos externamente ao sistema radicular. Verificou-se também, que “Pujante”, “Canapu da Vagem Roxa”, “Rajado PE” e “Setentão” reduziram em mais de 71% o número de ovos no solo, em comparação a testemunha, não diferindo entre si. Estudos desenvolvidos por Pedrosa et al. (1996), mostraram que a variação na taxa de desenvolvimento e reprodução de fêmeas adultas de *M. incognita* e *M. javanica* pode estar associado ao comportamento de cultivares resistentes em feijoeiro e outras culturas.

Esses resultados evidenciam que a postura de ovos no solo foi variável de acordo com os acessos estudados. O gênero *Meloidogyne* se destaca pela capacidade produtiva de ovos em comparação a grande maioria das espécies de nematoides, a qual permite que após sucessivos ciclos com plantas boas hospedeiras, o patógeno atinja elevadas quantidades o que proporciona dano econômico em curto espaço de tempo (FERREIRA, 2009).

Essas informações são de extrema importância levando-se em consideração a sucessão de culturas exploradas por pequenos produtores, principalmente com o tomateiro, o que pode proporcionar um aumento significativo do patógeno na área, resultando no declínio prematuro das plantas e conseqüentemente da produtividade (BAIDA et al., 2011).

A elevada quantidade de juvenis e ovos na raiz (NJR e NOR) Tabela 1, aponta que todos os acessos são bons hospedeiros e permitem a conclusão do ciclo de vida do patógeno. Para o NJR, percebe-se que a testemunha apresentou a maior média, entretanto, não diferiu dos acessos “Bastiãozinho”, “Mosqueado” e “Pujante”. Porém, observou-se uma redução acentuada para os demais acessos, com destaque para “Paulistinha” e “Setentão”, estatisticamente iguais, com decréscimo superior a 82,17% de juvenis por sistema radicular. Já para a

variável NOR, os acessos “Pujante” e “Costela de Vaca”, se apresentaram com os maiores valores, estatisticamente iguais a testemunha. No entanto, obteve-se redução de 86,97%, para os demais acessos em relação a testemunha.

Em vista ao exposto, a utilização dos referidos acessos em áreas indenés e/ou com baixa infecção, proporcionaria um rápido aumento na densidade populacional do espécime, inviabilizando a produção após determinados ciclos de cultivo.

Ao se contrastar as variáveis citadas anteriormente, percebe-se que nem sempre há relação direta entre número de galhas e densidade populacional. Isso deve ser levado em consideração no momento da interpretação de análises de solos e sistema radicular das diferentes culturas, a fim de anular equívocos que possam comprometer a indicação de possíveis culturas para sucessão e/ou rotação, além da conclusão de resistência ou suscetibilidade de determinado material.

De acordo com o número de nematoides por grama de raiz (Nem/g raiz), o acesso “Costela de Vaca”, foi o mais representativo em função do mesmo ter exibido maior média (3.459,81), que corresponde a 19,55% a mais, quando comparado a testemunha e aos demais acessos. No entanto, os acessos “Paulistinha” e “Setentão”, apresentaram as menores médias (705,33 e 626,99), respectivamente, não diferindo entre si, promovendo redução de parasitismo na ordem de 78,26%, de nematoides por grama do sistema radicular.

De acordo com o fator de reprodução (FR) Tabela 2, todos os acessos avaliados se mostraram altamente suscetíveis a *M. incognita*, tendo sido observado FR variando entre 2,43 a 14,08, o que excede e muito, a recomendação (FR > 1) de Oostenbrink (1966).

**Tabela 2:** Reação de variedades de feijão-caupi a *Meloidogyne incognita*, para as características de parasitismo: Fator de reprodução (FR), Redução do fator de reprodução (RFR) e Índice de reprodução (IR), Pombal – PB, 2018.

Características de parasitismo <sup>x</sup>						
Acessos/ Caupi	FR <sup>**y</sup>	REAÇÃO	RFR <sup>**y</sup>	REAÇÃO	IR <sup>**y</sup>	REAÇÃO
Tomate	13,80 a	S	0,00 b	AS	100 a	S
Bastãozinho	7,20 b	S	72,30 a	PR	0,69 b	S
Mosqueado	6,94 b	S	42,78 a	S	0,57 b	S
Maravilha	6,70 b	S	44,22 a	S	0,56 b	S
Balinha	6,70 b	S	46,10 a	S	0,54 b	S
Garanhão	6,65 b	S	45,29 a	S	0,55 b	S
Sempre Verde	5,61 b	S	55,05 a	PR	0,45 b	LR
Canapuzinho	4,86 b	S	62,04 a	PR	0,38 b	LR
Canapu Branco	5,97 b	S	48,19 a	S	0,52 b	S
Paulistinha	2,43 b	S	81,51 a	MR	0,19 b	MoR
Pujante	14,08 a	S	16,74 b	AS	1,04 b	S
Canapu V. Roxa	5,63 b	S	53,17 a	PR	0,49 b	LR
Rajado PE	5,20 b	S	57,45 a	PR	0,43 b	LR
Costela de Vaca	10,10 a	S	31,36 a	S	0,81 b	S
Setentão	4,84 b	S	57,97 a	PR	0,45 b	LR
CV (%)	15,07	-	35,16	-	4,62	-

<sup>x</sup> Dados referentes a médias de 4 repetições, sem transformação.

<sup>y</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scoot-Knott em nível de 5% de significância. As letras são as representações dos dados transformados em  $(x+k)^{1/2}$ , sendo para as variáveis  $k = 1$ .

\* e \*\* significativo a 5 % e 1%, respectivamente, pelo teste F, em nível de 5% de significância.

Fator de reprodução (FR) baseado na escala proposta por Oostenbrink (1966), onde S (Suscetível).

Redução do fator de reprodução (RFR) baseado na escala proposta por Moura e Regis (1987), onde: AS (Altamente suscetível), S (Suscetível), PR (Pouco resistente), MR (Moderadamente resistente), R (Resistente) e AR/I (Altamente resistente ou imune).

Índice de reprodução (IR) baseado na escala proposta por Taylor (1967), onde: S (Suscetível), LR (Levemente resistente), MoR (Moderadamente resistente), MR (Muito resistente) e AR/I (Altamente resistente ou imune).

Nos últimos anos, é cada vez mais comum os testes com materiais na avaliação de resistência as diferentes espécies de nematoides a cultura de subsistência, como feijão. Wanderley et al. (2007), já haviam testado algumas cultivares de feijão-caupi na presença de *M. javanica*, espécie diferente do objeto desse estudo, no entanto, dois materiais empregado nesse trabalho (“Costela de Vaca” e “Sempre Verde”), todos foram suscetíveis, atestado pelo FR ser superior

a 1, ficando evidente que o patógeno conseguiu induzir a formação das células gigantes, característica essencial para que se tenha o desenvolvimento e complementação do seu ciclo de vida (CARNEIRO et al., 1992).

Em conformidade com a mesma variável, maior atenção deve ser dada aos acessos “Pujante” e “Costela de Vaca” por apresentarem as maiores médias referentes ao fator de reprodução (FR=14,08; 10,10), os quais não diferiram estatisticamente da testemunha suscetível “Tomateiro” (FR=13,80). Quanto aos demais, não foi observada diferença significativa, no qual todos apresentaram valores superiores a 2.

Todavia, já se sabe que alguns cultivares de feijão, apresentam de certo modo capacidade de resistência a nematoides das galhas. Sousa et al., (2015), observaram resistência (FR=0,82) no cultivar EPACE 10 a *M. incognita*, mesmo em condições de alta densidade populacional inoculada (12.000 ovos/J<sub>2</sub> planta<sup>-1</sup>). Baida et al. (2011), também observaram em seis linhagens de feijão-vagem resistência para as espécies *M. javanica* e *M. paranaensis*, enquanto, Goulart et al. (2004), obtiveram resistência pelo FR a *M. incognita* e *M. javanica*, para os materiais (TE97 309G-6, TE97 323G-4 e Capela) e (TE 97 299G-24), respectivamente.

A análise das variáveis Redução do fator de reprodução (RFR) e Índice de reprodução (IR) (Tabela 2), corroboram com o exibido pelo Fator de reprodução (FR), onde nenhum dos acessos evidenciou resistência ou imunidade perante a ação parasitária do agente.

Conforme o agrupamento proposto por Moura e Régis (1987), para (RFR), 7,14%, classificaram-se como Altamente Suscetível (Pujante); 42,85%, Suscetível (Mosqueado, Maravilha, Balinha, Garanhão, Canapu Branco e Costela de Vaca); 42,85%, Pouco Resistente (Bastiãozinho, Sempre Verde, Canapuzinho, Canapu da Vagem Roxa, Rajado PE e Setentão); e 7,14%, Moderadamente Resistente (Paulistinha). Obteve-se similaridade ao reportado ao se analisar os resultados encontrados por Santos et al. (2009), no qual o mesmo verificou reações variadas em sete genótipos de *Phaseolus vulgaris*, parasitados por *Meloidogyne incognita* raça 3, levando-se em consideração a %RFR.

Para o (IR), a classificação segundo critério proposto por Taylor (1967) foi: 57,14%, Suscetível (Bastiãozinho, Mosqueado, Maravilha, Balinha, Garanhão,

Canapu Branco, Pujante e Costela de Vaca); 35,71%, Levemente Resistente (Sempre Verde, Canapuzinho, Canapu da Vagem Roxa, Rajado PE e Setentão) e 7,14%, Moderadamente resistente (Paulistinha). Os resultados condizem parcialmente aos encontrados por Ferreira (2009), no qual se avaliou a resistência de três cultivares do feijão-comum e sete de feijão-vagem, encontrando resistência apenas para duas cultivares do feijoeiro (Aporé e Talismã) frente ao *M. javanica*, não sendo encontrado nenhuma para o feijão-vagem. Para o *M. incognita* Raça 1 e Raça 3, foi verificada resistência apenas do cultivar (Macarrão Atiabaia), sendo os demais considerados moderadamente resistente e suscetível.

De acordo com as características agronômicas exibidas na Tabela 3, houve variação entre as reações dos acessos parasitados em comparação a testemunha, evidenciando interferências negativas do patógeno sobre o desenvolvimento adequado dos vegetais.

Para a Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), os melhores resultados encontrados foram com os acessos “Bastiãozinho”, “Maravilha”, “Balinha”, “Garanhão”, “Canapu Branco”, “Pujante”, “Canapu da Vagem Roxa” e Setentão”, por não apresentarem diferença estatística em relação à testemunha. Segundo Almeida et al., (2016), a interferência mínima na parte aérea da planta garante o bom desenvolvimento fisiológico, refletindo em maior quantidade de gemas reprodutivas, proporcionando ao vegetal alcançar todo o seu potencial produtivo.

Todavia, para os demais acessos - “Mosqueado”, “Sempre Verde”, “Canapuzinho”, “Paulistinha”, “Rajado PE” e “Costela de Vaca” - foi observada diferença significativa, indicando que o ataque proporcionou uma redução no peso da parte aérea em função, possivelmente, de interferências no desenvolvimento fisiológico do vegetal, o que acarretará em menor número de gemas reprodutivas e, conseqüentemente, menor número de vagens e grãos, levando essas plantas a uma menor produtividade (BAIDA et al., 2011).

**Tabela 3:** Reação de diferentes variedades de feijão-caupi testadas, quanto a Fitomassa fresca de parte aérea (FFPA), Fitomassa fresca do sistema radicular (FFSR), Comprimento radicular (CR) e Volume radicular (VR), a *Meloidogyne incognita* (Mi), em comparação com os valores da testemunha *Phaseolus vulgaris* (T), Pombal – PB, 2018.

Acessos/ Caupi	FFPA		FFSR		CR		VR	
	Média	Teste <sup>k</sup>	Med.	Teste*	Med.	Teste*	Med.	Teste*
Bastiãozinho	36,58	0,921	5,19	0,685	31,50	0,053	5	0,874
Mosqueado	28,11	0,013	8,97	0,028	32,00	0,144	9	0,026
Maravilha	36,13	0,698	15,91	0,057	34,50	0,183	15	0,028
Balinha	37,41	0,838	14,54	0,028	31,50	0,242	14	0,027
Garanhão	30,00	0,204	12,28	0,028	32,50	0,233	12	0,028
S. Verde	46,80	0,007	13,83	0,028	28,75	0,029	14	0,024
Canapuzinh	26,49	0,012	6,57	0,485	31,50	0,054	6	0,429
C. Branco	25,41	0,060	6,19	1	28,50	0,144	6	0,181
Paulistinha	23,52	0,035	8,69	0,028	34,00	0,459	8	0,024
Pujante	36,09	0,815	18,65	0,028	29,50	0,028	18	0,028
C. V. Roxa	24,68	0,052	7,50	0,146	32,50	0,029	6,5	0,088
Rajado PE	19,49	0,014	7,55	1	30,50	0,054	7	0,642
Costela V.	21,62	2,31e-05	8,13	0,028	27,60	0,029	8	0,024
Setentão	40,05	0,151	15,50	0,028	33,50	0,371	14	0,027
<i>Phaseolus</i>								
v. (T)	35,73	-	5,99	-	35,5	-	5	-
Norm. <sup>y</sup>	0,079		0,001		0,006		0,0004	

Os valores são representados na forma de média ou mediana (Med.) conforme a exigência do teste.

<sup>y</sup> Teste de normalidade: Norm. – positivo ( $p > 0,05$ ) ou negativo ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Shapiro-Wilk.

Teste – nesta coluna estão às probabilidades críticas observadas (p-valor), segundo o teste t (para médias) e teste de Mann-Whitney (para medianas) comparando cada tratamento com a testemunha (T).

<sup>k</sup> Teste t - (significante  $p < 0,05$ ) ou (não significante  $p > 0,05$ ), para casos normais.

\* Aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (comparação de medianas) para casos não normais, sendo (significante  $p < 0,05$ ) ou (não significante  $p > 0,05$ ).

Com relação a Fitomassa fresca do sistema radicular (FFSR), 42,85% dos acessos – “Bastiãozinho”, “Maravilha”, “Canapuzinho”, “Canapu Branco”, “Canapu da Vagem Roxa” e “Rajado PE” – apresentaram os menores resultados, não diferindo estatisticamente da testemunha, demonstrando que apesar de comprovada a ação parasitária, os mesmos expressaram a capacidade de desenvolvimento satisfatório. Segundo Almeida et al., (2016), o maior acúmulo de biomassa no sistema radicular surge como consequência da alta acumulação de biomassa na parte aérea em função da alocação de fotoassimilados nas raízes.

Contudo, “Mosqueado”, “Balinha”, “Garanhão”, “Sempre Verde”, “Paulistinha”, “Pujante”, “Costela de Vaca” e “Setentão”, apresentaram resultados superiores, diferenciando-se significativamente da testemunha.

Os nematoides podem causar diversas ações traumáticas sobre a planta hospedeira, advindo das injúrias mecânicas resultantes da movimentação no interior do tecido, ação espoliadora pelo desvio das substâncias nutritivas e ação tóxica da aplicação de substâncias secretadas pelas glândulas esofagianas, proporcionando a formação das células gigantes (hiperplasia e hipertrofia) e redução quantitativa de radículas (FERRAZ e MONTEIRO, 1995; TEIXEIRA, 2013; ALVES, 2014).

Similar ao observado na soja (*Glycine max* L.), o ataque na raiz principal é frequente, e, em razão disso, nas infecções mais severas o sistema radicular fica muito atrofiado, reduzido apenas a um aglomerado ou massa de galhas coalescentes nela incitadas (BRUINSMA, 2013).

Para a variável volume radicular (VR), foram verificados nos acessos “Pujante”, “Maravilha”, “Balinha” e “Setentão”, as maiores médias, em contraste a testemunha, demonstrando assim, alta suscetibilidade ao patógeno.

De acordo com Rosa Júnior (2010), plantas infectadas por nematoides caracterizam-se por sistema radicular pouco desenvolvido e raízes mais superficiais, o que pode ser observado em campos de produção. De acordo com o mesmo autor, o baixo volume radicular resulta em raízes debilitadas e sensíveis, comprometendo o tecido celular e, conseqüentemente, acarretando baixos valores de volume radicular em algumas plantas.

Com relação ao comprimento radicular (CR), as médias entre os acessos apresentaram variação com intervalo de 27,60 a 34,50, onde, 28,57% dos acessos foram mais influenciados (“Sempre Verde”, “Pujante”, “Canapu da Vagem Roxa” e “Costela de Vaca”), em função do contraste provocado à testemunha, expondo uma ação danosa de atrofiamento e compressão dos vasos condutores, em especial o xilema, que, na maioria dos casos, ocasiona uma desorganização do cilindro vascular (TEIXEIRA, 2013).

O gênero *Meloidogyne* exibe esta redução no crescimento radicular como resultado da menor acumulação de fitomassa, todavia, estes danos podem variar



em função do poder de reação das plantas aos efeitos das condições ambientais predominantes na plantação (RITZINGER e FRANCELLI, 2006).

## 5 CONCLUSÃO

Todas as variedades de feijão-caupi testadas, apresentaram Fator de reprodução (FR)  $> 1,0$ , o que demonstra potencial de suscetibilidade a *Meloidogyne incognita*. Porém, o acesso “Paulistinha” demonstrou menor fator de reprodução (2,43), sendo considerado Moderadamente resistente, o que sugere a ser recomendado em novos testes futuros.

Os acessos “Bastiãozinho”, “Sempre Verde”, “Canapuzinho” e “Setentão”, apresentaram-se como Pouco resistente, de acordo com a Redução do fator de reprodução (RFR).

Segundo o Índice de reprodução (IR), observou-se que os acessos “Sempre Verde”, “Canapuzinho”, “Canapu da Vagem Roxa”, “Rajado PE” e “Setentão”, evidenciaram-se como Levemente resistente.

## 6 REFERÊNCIAS

ALLANTOSPERMUM, A. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

ALMEIDA, A. L. G. **Diagnóstico da fertilidade dos solos cultivados com feijão-caupi e eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio para o estado do Piauí**. 2008. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

ALMEIDA, F. A.; CARVALHO, R. M.; LEITE, M. L. T.; PEREIRA, F. F. Reação de cultivares de soja aos nematoides das galhas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.59, n.3. p.228-234, 2016.

ALMEIDA, F. A.; FONSECA, W. L.; LEITE, M. L. T.; RAMBO, T. P.; PEREIRA, F. F.; PETTER, F. A.; OLIVEIRA, A. M.; CARVALHO, R. M.; NETO, F. A. Toxicity of plant extracts to *Meloidogyne incognita* in tomato plants. **International Journal of Current Research**, v.8, n.9, p.38476-38481, 2016.

ALVES, G. C. S. **Histologia, bioquímica e herança da resistência do genótipo de algodoeiro TX25 a *Meloidogyne incognita* raça 3**. 2014. 85p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Goiânia, GO: Universidade Federal de Goiás.

ARAÚJO FILHO, J. H. **Análise proteômica de raízes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), CV. CE-31, inoculadas com o nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*)**. 2011. p.146. Tese (Doutorado em Bioquímica). Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará.

ARAUJO, F. F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.220-224, 2012.

ARAÚJO, D. D. **Manejo de *Meloidogyne incognita* Raça 1 em *Passiflora morifolia***. 2009. 65p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Ilhéus, BA: Universidade Estadual de Santa Cruz.

ATHAYDE SOBRINHO, C. **Patossistema caupi X *Macrophomina phaseolina*: Métodos de detecção em sementes, esporulação e controle do patógeno**. 2004. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitopatologia). Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ATHAYDE SOBRINHO, C. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. In: **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, cap. 3, p.44-67, 2016.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. D. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds). **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed., cap.12, p.461-484, 2005.

BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; STROZE, C. T.; ARIEIRA, G. O. Hospedabilidade de linhagens de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, sob cultivo protegido. **Nematropica**, v.41, n.1, p.62-67, 2011.

BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; CADIOLI, M. C.; LEVY, R. M. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v33, n.2, p.237-241, 2011.

BARROS, G. B. **Identificação e caracterização de plantas de feijão-caupi obtidas por meio de retrocruzamento resistentes aos vírus *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e *Cowpea aphid borne mosaic virus* (CABMV)**. 2010. 40p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Seropédica, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

BATISTA, N. A. S.; LUZ, P. B.; SOBRINHO, S. P.; NEVES, L. G.; KRAUSE, W. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi pelo teste de condutividade elétrica. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 550-554, 2012.

BATISTA, R. O. **Diversidade genética de linhagens elites de soja quanto a resistência a doenças**. 2012. 100p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.

BELTRÃO, B. A.; MORAIS, F.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MENDES, V. A. **Diagnóstico do município de São Domingos de Pombal**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado da Paraíba. Ministério de Minas e Energia/CPRM/PRODEM. Recife – PE, p.22, 2005.

BENGTSSON, T. **Biological controlo f root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) by the fungos *Pochonia chlamydosporia***. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, p.27, 2015.

BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande - PB, v.8, p.85-93, 2008.

BEZERRA, E. A. **Respostas bioquímicas comparativas de genótipos suscetíveis e resistentes de feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) WALP] desafiados com o vírus do mosaico severo do caupi (CPSMV)**. 2016. 78p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará.

BRUINSMA, J. S. **Avaliação de métodos para o estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood**. 2013. 59p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria.

CALVET, A. S. F., PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 148-159, 2013.

CAMARÇO, R. F. E. A.; NASCIMENTO, A. K.; ANDRADE, E. C.; LIMA, J. A. A. Biological, serological and molecular comparison between isolates of *Cowpea severe mosaic virus*. **Tropical Plant Pathology**. v.34, n.4, p.239-244, 2009.

CARNEIRO, R. G.; FERRAZ, S.; REGAZZI, A. J. Estudos de mecanismos de resistência a *Meloidogyne incognita* raça 3 em variedades de feijoeiro. **Nematologia Brasileira**, v.16, n. (1/2), p.41-52, 1992.

CARNEIRO, R. G.; MAZZAFERA, P.; FERRAZ, L. C. C. B.; MUKAOKA, T.; TREVELIN, P. C. O. Uptake and translocation of nitrogen, phosphorus and calcium in soybean infected with *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.1/2, p.141-150, 2002.

CARNEIRO, R. G.; MÔNACO, A. P. A.; LIMA, A. C. C.; NAKAMURA, K. C.; MORITZ, M. P.; SCHERER, A.; SANTIAGO, D. C. Reação de gramíneas a *Meloidogyne incognita*, *M. paranaensis* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n.3, p.287-291, 2006.

CASTELLETTI, C. H. M.; COSTA, A. F. Feijão-caupi: alternativa sustentável para os sistemas produtivos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife - PE, v.18, n.1, p.1-2, 2013.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do Algodoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). Manual de fitopatologia – Volume 2: **Doenças de Plantas Cultivadas**. Editora Ceres: São Paulo, ed.3, p.785, 2005.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, Belgian: State of Nematology and Entomology Research Station, p.77, 1972.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2016/17, décimo levantamento**, v. 4, n. 10., p.170, Brasília, DF, 2017.

COSTA, A. F. Desafios ao controle de doenças na cultura do feijão, nas regiões Norte e Nordeste. In: ITO, M. F.; STEIN, C. P. VI seminário sobre pragas, doenças e plantas daninhas do feijoeiro. **Anais...Campinas – SP**, p.11-14, 2007.

COSTA, D. C. Doenças causadas por nematoides. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana Fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1ed., p.66-77, 2000.

COSTA, M. A. **Biocontrole de nematoides com fungos**. 2015. 35p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista.

COSTA, R. C. L.; LOBATO, A. K. S.; SILVEIRA, J. A. G.; LAUGHINGHOUSE, H. D. ABA mediated proline synthesis in cowpea leaves exposed to water deficiency and rehydration. **Turkish Journal of Agriculture & Forestry**. v.35, n.3, p.309-317, 2011.

DAMASCENO E SILVA, K. J.; ROCHA, M. M.; JÚNIOR, J. A. N. M. Socioeconomia. In: **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Embrapa Meio-Norte. p.6-12, 2016.

DAS, S.; DEMASON, D. A.; EHLERS, J. D.; CLOSE, T. J.; ROBERTS, P. A. Histological characterization of root-knot nematode resistance in cowpea and its relation to reactive oxygen species modulation. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, p.1305-1313, 2008.

DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.193-197, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil – 2012 e 2013**. Londrina, PR: Embrapa Soja, p.262, 2011.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. **Crops: cowpeas, dry**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 20/02/2018.

FAVERA, D. D. **Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas no manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja**. 2014. 72p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria.

FERRAZ, L. C. C. B. & BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: Fundamentos e importância. **Norma Editora**, Manaus: AM, p.251, 2016.

FERRAZ, L. C. C. B. & MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**, ed.3, v.1, p.168-201, São Paulo: Agronômica Ceres, 1995.

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. L. C. B. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina – PR, Embrapa Soja: Sociedade de Nematologia, p.127, 2001.

FERREIRA, S. **Controle genético da resistência a *Meloidogyne incognita* Raça 1 em *Phaseolus vulgaris* L.** 2010. 44p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras.

FERREIRA, S. **Resistência de cultivares de feijão e feijão-vagem aos nematoides das galhas.** 2009. 22p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras.

FERY, R. L. New Opportunities in *Vigna*. Trends in New Crops and New Users. J. Janick and A. Whipkey, (Eds.) ASHS Press, **Alexandria**, VA., p.424-428, 2002.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. **Melhoramento genético.** In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: Avanços tecnológicos, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 1º ed., p.28-92, 2005.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivar BRS Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas - SP, v.28, n.2, p.470-476, 2008.

GÓMEZ, P.; RODRÍGUEZ-HERMÁNDEZ, A. M.; MOURY, B.; ARANDA, M. A. Genetic resistance for the sustainable control of plant virus diseases: breeding, mechanisms and durability. **European Journal Plant Pathology**, v.125, p.1-22, 2009.



GOULART, M. C. **Desenvolvimento de metodologia de detecção e identificação de fitobactérias em sementes de soja** [*Glycine max* (L.) Merrill] **por primers espécie-específico**. 2014. 47p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular – Genética de Microrganismos). Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas.

GOULART, R. R.; NASCIMENTO, R. R. S.; NASCIMENTO, R. J.; SANTOS, C. L. R.; SILVA, P. C. P.; GAVAZZA, M. I. A.; PIMENTEL, J. P. Avaliação de linhagens e cultivares de caupi à infecção por *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Agronomia**, v.38, n.2, p.51-54, 2004.

GRIGOLLI, J. F. J. Manejo de doenças na cultura da soja. In: MELOTTO, A. M.; LOURENÇÃO, A. L. F.; PITOL, C.; GITTI, D. C.; GRIGOLLI, J. F. J. Tecnologia e produção: Safra 2015/2016. **Tecnologia & produção**, Curitiba – PR, p.157-180, 2016.

GUPTA, G. K.; SHARMA, S. K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, v.160, p.167-180, 2012.

HARTMAN, K. M.; SASSER, J. N. **Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology**. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C.; SASSER, J. N. An advanced treatise on *Meloidogyne*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, 2: 69-77, 1985.

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 Carolina State University Graphics, v.1, cap. 14, p.165-174, 1985.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf). Acesso em: 30/12/2017.

JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, p.48, 1964.

JONES, J. T.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN, E. G. J.; GAUR, H. S.; HELDER, J.; JONES, M. G. K.; KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LÓPEZ, R.; PALOMARES-RIUS, J. E.; WESEMAEL, W. M. L.; PERRY, R. N. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v.14, n.9, p.946-961, 2013.

KUBO, R. K.; MACHADO, A. C. Z.; OLIVEIRA, C. M. G. **Efeito do tratamento de sementes no controle de *Rotylenchulus reniformes* em duas cultivares de algodão**. In: 7º Congresso Brasileiro de Algodão. Foz do Iguaçu – PR, CV-ROM, 2012.

LEÃO, S. U. **Seleção para caracteres do grão e resistência a vírus em feijão-caupi de tegumento rugoso**. 2014. 78p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

LIMA, H. E. **Epidemiologia da mancha-bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Vignicola*) do feijão-caupi**. 2011. 91p. Tese (Doutorado em *Scientiae*). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.

LIMA, J. A. A.; NASCIMENTO, A. K. Q.; SILVA, G. S.; CAMARÇO, R. F. E. A.; GONÇALVES, M. F. B. *Crotalaria paulinea*, novo hospedeiro natural do vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**. v.30, n.4, p.429-433, 2005.

LIMA, J. A. A.; SITTOLON, I. M.; LIMA, R. C. A. Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus. In: FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LIMA, J. A. A. (Eds.) **Feijão-caupi: Avanços Tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed., cap. 11, p.404-459, 2005.

LIMA, L. R. L. **Cruzamentos dialéticos para resistência a *Macrophomina phaseolina* e a *Thanatephorus cucumeris* em feijão-caupi**. 2015. 61p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

LINHARES, C. M. de S. **Cobertura do solo sobre a sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* e a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule na cultura do feijão-caupi**. 2014. 95p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Mossoró, RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

LOBO JUNIOR, M.; BRANDÃO, R. S.; CORRÊA, C. A.; GÖRDEN, C. A.; CIVARDI, E. A.; OLIVEIRA, P. **Uso de braquiárias para o manejo de doenças causadas por patógenos habitantes do solo**. Embrapa Arroz e Feijão (Comunicado Técnico, 183) - Santo Antônio de Goiás, p.8, 2009.

LOPES, M. J. C. **Aspectos histopatológicos e mudanças na expressão de genes em genótipos de soja resistente, durante a interação com *Meloidogyne javanica***. 2009. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia – Fisiologia Vegetal). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras.

MACHADO, A. C. Z. Nematoides em feijão: perdas de 10% podem chegar a 50%. **Portal do agronegócio**, 2011. Disponível em: <<http://nematologia.com.br/2011/12/nematoides-em-feijao>>. Acesso em: 20/10/2017.

MATOSO, A. O. **Época de semeadura e populações de plantas para cultivares de feijão-caupi no outono-inverno em Botucatu-SP**. 2014. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia). Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MIAN, I. H.; RODRIGUEZ-KABANA, R. Survey of the nematocidal properties of some organic materials available in Alabama as amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria*. **Nematropica**, Riverside, v.12, p.235-246, 1982.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species – A Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (Eds.). **Root-knot nematodes**, Wallingford Oxfordshire UK CAB International, 2009.

MORALES, A. M. R. **Análise da expressão de genes relacionados à resistência a *Meloidogyne javanica* em soja, através da técnica de PCR em tempo real**. 2007. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MOURA, H. F. N. **Análise proteômica diferencial da interação incompatível entre o feijão-de-corda e o fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.** 2013. 107p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica). Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará.

MOURA, R. M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Eds.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo – MG: RAPP, v.4, cap. 6, p.209-244, 1996.

MOURA, R. M.; REGIS, E. M. O. Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, v.11, p.215-225, Campinas – SP, 1987.

NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H. **Doenças do feijão-caupi em Roraima**. Circular técnica 02, Boa Vista – RR, ed.1, p.16, 2006.

NEVES JÚNIOR, E. S.; XAVIER, F. L. **Avaliação do desenvolvimento do feijão *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivado em três texturas de solo na região de Imperatriz no estado Maranhão**. 2010. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas). Imperatriz, MA: Universidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão.

NORONHA, M. A.; SILVA, K. J. D.; GONÇALVES, S. R.; LIMA, L. R. L. **Avaliação da resistência de genótipos de Feijão-caupi a *Macrophomina phaseolina***. Aracaju, SE: Embrapa, Comunicado Técnico 126, p.1-4, 2012.

NOVARETTI, W. R. T.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar com Carbofuran e Tebufos. **Nematologia Brasileira**, v.22, n.1, p.60-74, 1998.

OLIVEIRA, C. R. R. **Reação de genótipos de feijão-caupi às coinfeções pelo *Cucumber mosaic virus*, *Cowpea aphid-borne mosaic virus* e *Cowpea severe mosaic virus***. 2011. 89p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

OLIVEIRA, D. S. **Patogenicidade de populações de *Meloidogyne incognita*, provenientes da Minas Gerais e São Paulo, ao cafeeiro**. 2006. 75p. Tese (Doutorado em Ciências). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.

OLIVEIRA, F. S.; ROCHA, M. R.; REIS, A. J. S.; MACHADO, V. O. F.; SOARES, R. A. B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematoide

*Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 171-178, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

OLIVEIRA, M. S. **Reação de genótipos de *Phaseolus vulgaris* a nematoides das galhas de clima tropical e temperado**. 2016. 85p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras.

ONOFRE, A. V. C. **Diversidade genética e avaliação de genótipos de feijão-caupi contrastantes para resistência aos estresses bióticos e abióticos com marcadores SSR, DAF e ISSR**. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen, v.66, n.4, p.1-46, 1966.

PEDROSA, E. M. R.; HUSSEY, R. S.; BOERMA, H. R. Penetration and post-infectious development and reproduction of *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2 on susceptible and resistant soybean genotypes. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.28, n.3, p.343-351, 1996.

PÉREZ, J. A. L.; STRANGE, M. E.; KALOSHIAN, I.; PLOEG, A. T. Differential response of *Mi* gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). **Crop Protection**, v.25, p.382-388, 2006.

PETRILLO, M. D.; MATTHEWS, W. C.; ROBERTS, P. A. Dynamics of *Meloidogyne incognita* virulence to resistance genes *Rk* and *Rk2* in cowpea. **Journal of Nematology**, v.38, n.1, p.90-96, 2006.

PETRILLO, M. D.; ROBERTS, P. A. Fitness of Virulent *Meloidogyne incognita* isolates on susceptible and resistant cowpea. **Journal of Nematology**, v.37, n.4, p.457-466, 2005.

PINHEIRO, M. S. **Interação entre genótipos e estirpes de rizóbios em feijão-caupi**. 2014. 39p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F. M.; ANDRADE, G. P. Doenças do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo. v. 2, 4 eds., p.215-222, 2005.

PÍPOLO, V. C.; FERRAZ, L. C. C. B. Resistência a nematoides. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. **Melhoramento genético de plantas**. Cap. 29, p.515-540, Londrina – PR, 1999.

POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SILVA, J. F. A. F. **Principais doenças do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) WAPL.) no Pará e recomendações de controle**. Embrapa-CPATU, Belém – PA, Documentos 75, 24p. 1994.

RITZINGER, C. H. S. P.; McSORLEY, R. Effect of castor and velvetbean organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.30, p.624-631, 1998a.

RITZINGER, C. H. S. P.; McSORLEY, R. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. **Nematropica**, Riverside, v.28, p.173-185, 1998b.

RITZINGER, C. H. S.; FRANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.28, n.2, p.331-338, 2006.

ROCHA, M. M.; CARVALHO, K. J. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.44, n.3, p.270-275, 2009.

ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, K. J. D.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: Biologia floral**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2007.

ROCHA, M. M.; LIMA, J. A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROSAL, C. J. S.; LOPES, A. C. A. Resistência de genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) de tegumento branco a isolados de vírus das famílias *Bromoviridae*, *Comoviridae* e *Potyviridae*. **Científica Rural**, Bagé, v.8, n. 1, p. 85-92, 2003.

ROSA JÚNIOR, O. F. **Efeito isolado e combinado de *Pratylenchus brachyurus* e *Fusarium verticillioides* no desenvolvimento de dois híbridos de milho**. 2010. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitopatologia). Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia.

SABOYA, R. C. C.; BORGES, P. R. S.; SABOYA, L. M. F.; MONTEIRO, F. P. R.; SOUZA, S. E. A.; SANTOS, A. F.; SANTOS, E. R. Resposta do feijão-caupi a estirpes fixadoras de nitrogênio em Gurupi – TO. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.1, p.40-48, 2013.

SANTINI, L. **Análise, via RNAseq, do transcrito do feijoeiro e identificação de genes expressos em respostas à infecção pelo nematoide das galhas**. 2014. 118p. Tese (Doutorado em Ciências). Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

SANTOS, L. N. S.; CABRAL, P. D. S.; MATTA, F. P.; ALVES, F. R.; VALADARES JUNIOR, R.; DEL CARO, C. F.; BELAN, L. L. Comportamento de genótipos de feijão à *Meloidogyne incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.909-912, 2009.

SANTOS, P. S. **Aplicação em sulco de nematicidas em soja**. 2015. 52p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria.

SAWADOGO, A.; THIO, B.; KIEMDE, S.; DRABO, I.; DABIRE, C.; OUEDRAOGO, J.; MULLENS, T. R.; EHLERS, J. D.; ROBERTS, P. A. Distribution and prevalence of parasitic nematodes of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Burkina Faso. **Journal of Nematology**, v.41, n.2, p.120-127, 2009.

SILVA, F. H. A. **Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* L. Walp) **utilizadas no Rio Grande do Norte**. 2015. 85p. Dissertação de Mestrado. Mossoró, RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

SILVA, G. S. Nematóides. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.) **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed., cap.13, p.485-497, 2005.

SILVA, J. D. L. **Seleção simultânea para desenvolvimento de linhagens de feijão-caupi de porte ereto e do tipo fradinho**. 2014. 73p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

SILVA, J. F. V. Resistência Genética de soja a nematoides do Gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina – PR: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 1 ed., cap. 4, p.95-127, 2001.

SILVA, J. O. **Meloidogyne incognita na cultura do tomate: Levantamento e manejo com produtos biológicos**. 2015. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Goiânia, GO: Universidade Federal de Goiás.

SILVA, K. M. **Potencial fisiológico de sementes armazenadas de feijão-caupi** *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **tratadas com óleo essencial de cravo da Índia**. 2013. 66p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Serra Talhada, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA, R. T. L.; ANDRADE, D. P.; MELO, E. C.; PALHETA, E. C. V.; GOMES, M. A. F. Inoculação e adubação mineral na cultura do feijão-caupi em latossolos da Amazônia Oriental. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.4, p.152-156, 2011.

SIMÃO, G.; ORSINI, I. P.; SUMIDA, C. H.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D. C.; CIRINO, V. M. Reação de cultivares e linhagens de feijoeiro em relação a *Meloidogyne javanica* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1003-1008, 2010.

SINGH, B. B.; EHLERS, J. D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F. R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.;



KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, p.22-40, 2002.

SOARES, L. L. L. **Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Crysomelidae)**. 2012. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Teresina, PI: Universidade Federal do Piauí.

SOUSA, C. C. M.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; SOUZA, M. A. L. M.; PEREIRA FILHO, J. V. Crescimento e respostas enzimáticas do feijoeiro caupi sob estresse hídrico e nematoide de galhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.113-118, 2015.

SOUZA, I. S.; FREIRE-FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; GOMES, R. L. F.; RÊGO, M. S. C. Determinação da taxa de fecundação cruzada em feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp.]. **Tecnologia para o agronegócio**, Teresina – PI, Embrapa Meio-Norte, 2005.

SPONHOLZ, C.; FREIRE FILHO, F. R.; MAIA, C. B.; RIBEIRO, V. Q.; CARDOSO, M. O. **Reação de genótipos de feijão-caupi ao *Colletotrichum truncatum***. Embrapa Meio-Norte, Teresina – PI, ed.1, p.18, 2006.

STARR, J. L.; KOENNING, S. R.; KIRKPATRICK, T. L.; ROBINSON, A. F.; ROBERTS, P. A. NICHOLS, R. L. The future of nematode management in cotton. **Journal of Nematology**, v.39, n.4, p.283-294, 2007.

TAYLOR, A. L. **Introduction to research on plant nematology**: an FAO guide to study and controlo f the plant-parasitic nematodes. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, p.133, 1967.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology: Identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*)**. Raleigh: North Carolina State University, p.111, 1978.

TEIXEIRA, R. A. **Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica***. 2013. 60p. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas). Goiânia, GO: Universidade Federal de Goiás.

TENÓRIO, D. A. **Rizoctoniose do feijoeiro: Caracterização molecular do patógeno e controle biológico com leveduras**. 2015. 73p. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

TEÓFILO, E.M.; DUTRA, A.S.; PITOMBEIRA, J.B.; DIAS, F.T.C., BARBOSA, F.S. Potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi produzidas em duas regiões do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.3, p.443-448, 2008.

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; NETO, A. F.; CORBO, E. **Manejo integrado de nematoides em sistema de plantio direto no cerrado**. p.30, 2009. Endereço eletrônico: <http://atividaderural.com.br/artigos/4fb3f19fd70f8.pdf>.

VELOSO, J. S. **Diversidade genética, morfológica e patogênica de isolados de *Fusarium oxysporum* associados à murcha em feijão-caupi**. 2013. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

WANDERLEY, M. J. A.; WANDERLEY, P. A.; ATHAYDE FILHO, P. F.; SANTOS, J. M.; PEREIRA, E. R. Resistência genética do feijão-caupi ao nematoide *Meloidogyne javanica*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.

ZILLI, J. E.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.811-818, 2006.

ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. A cultura do Feijão-caupi na Amazônia Brasileira. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Boa vista, p. 356, 2009.