



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE AGRONOMIA



ANDRESSA CUTRIM CIDREIRA

**DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aphelenchoides besseyi* EM ESTRUTURAS DE
PLANTAS E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA SOJA**

CHAPADINHA-MA
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCH
CURSO DE AGRONOMIA



ANDRESSA CUTRIM CIDREIRA

**DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aphelenchoides besseyi* EM ESTRUTURAS DE
PLANTAS E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia do Centro de Ciências de
Chapadina da Universidade Federal do Maranhão
- UFMA, como requisito para obtenção do título
de grau de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Izumy Pinheiro Doihara

CHAPADINHA-MA
2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Cidreira, Andressa Cutrim.

DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aphelenchoides besseyi* EM
ESTRUTURAS DE PLANTAS E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA
SOJA / Andressa Cutrim Cidreira. - 2023.
38 f.

Orientador(a): Izumy Pinheiro Doihara.

Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha, 2023.

1. Glycine max. 2. Nematoides. 3. Soja louca II. I.
Doihara, Izumy Pinheiro. II. Título.

ANDRESSA CUTRIM CIDREIRA

**DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aphelenchoides besseyi* EM ESTRUTURAS
DE PLANTAS E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia do
Centro de Ciências de Chapadinha da
Universidade Federal do Maranhão
- UFMA, como requisito para obtenção do
título de grau de bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 20 / 07 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Izumy Pinheiro Doihara
Professora do CCCh – Agronomia – UFMA (Orientadora)

Profa. Dra. Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Professora do CCCh – Agronomia – UFMA

Profa. Dra. Mariléia Barros Furtado
Professora do CCCh – Agronomia – UFMA

*Dedico esse trabalho aos meus pais,
que sempre me deram forças para continuar.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me dá forças para continuar nessa jornada e sempre iluminar o meu caminho.

Aos meus pais, Maria Vitoria e João Henrique, por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos difíceis, por suas palavras de conforto quando pensava em desistir, por seu apoio e ajuda em toda essa jornada.

À minha orientadora, Profa. Dra. Izumy Pinheiro Doihara, por sua orientação, sua paciência e tranquilidade, e por sua contribuição na minha formação profissional.

À meu Primo, Sandro Cutrim e sua família que me receberam em sua casa nos primeiros anos de graduação, muito obrigada.

Aos amigos que fiz durante essa caminhada, Marina, Adriana, Aldenice, Natallya, Rikson e Gustavo, agradeço por tudo.

Aos professores da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Chapadinha, que contribuíram com a minha formação.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Fitopatologia – GEPPITO, e todos os seus componentes que me ajudaram durante essa pesquisa.

À Fazenda Agrícola Dequesh por ceder o espaço para realização desse experimento, ao Engenheiro Agrônomo Gabriel e ao Gerente de fazenda Sr. Laudai.

À Eng. Agrônoma e Técnica de campo, Antônia Mara por me ajudar durante a realização do experimento.

À Universidade Federal do Maranhão, Centro de Chapadinha pela formação e oportunidade de graduação.

Muito obrigada a todos!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância em plantas de soja com e sem sintomas da soja louca II em estádios fenológicos diferentes (V7, R2 e R5.3)	26
Tabela 2 - Interação entre a densidade populacional de <i>Aphelenchoides besseyi</i> na cultura da soja em estádios V7, R2 e R5.3 em plantas com e sem sintomas da soja louca II. AP (altura da planta), PF (peso da folha), PP (peso do pecíolo).	27
Tabela 3 - Interação da densidade populacional de <i>Aphelenchoides besseyi</i> em estruturas de plantas de soja nos estádios V7, R2 e R5.3, em plantas com e sem sintomas da soja louca II. PH (peso da haste), PV (peso da vagem), NV (número de vagens)	28
Tabela 4 - Análise de variância em estruturas de plantas com e sem sintomas da soja louca II em estádios fenológicos V7, R2 e R5.3	28
Tabela 5 - Densidade populacional de <i>Aphelenchoides besseyi</i> em haste e pecíolo em plantas com e sem sintomas da soja louca II, nos estádios V7, R2 e R5.3. NNH (número de nematoides na haste), NNP (número de nematoides no pecíolo)	29
Tabela 6 - Densidade populacional de <i>Aphelenchoides besseyi</i> na cultura da soja em folha, parte apical e vagem, em plantas com e sem sintomas da soja louca II em estádios V7, R2 e R5.3. NNF (número de nematoides na folha), NNPA (número de nematoides na parte apical) e NNV (número de nematoides na vagem)	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Características gerais da soja	10
2.2. Histórico da cultura e introdução no Brasil	11
2.3. Aspectos que podem afetar a produtividade da cultura	13
2.4. Produtividade da soja no Brasil e no mundo	16
2.5. Colheita e pós-colheita.....	18
2.6. Gênero <i>Aphelenchoides</i> sp.	19
2.7. Fitonematoides x doença da haste verde.....	21
2.8. Manejo de <i>A. Besseyi</i> na cultura da soja	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Caracterização da área experimental.....	23
3.2. Delineamento experimental	24
3.3. Experimento	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÕES.....	30
REFERENCIAS	31

DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aphelenchoides besseyi* EM ESTRUTURAS DE PLANTAS E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA SOJA

Resumo: A cultura da soja na região do Baixo Parnaíba é considerada de grande destaque no Cerrado Maranhense, pois contribui para o fortalecimento da cadeia produtiva de grãos e do agronegócio no estado do Maranhão. Atualmente, o ataque de nematoides parasitando a planta vem aumentando nas áreas de produção de soja do Baixo Parnaíba. Entre os nematoides que está atacando a soja é o *Aphelenchoides besseyi* que é o agente causal da doença da haste verde, mais conhecida como Soja louca II. A doença soja louca II pode causar grandes perdas na produtividade da cultura da soja, principalmente em regiões com altas temperaturas e chuvas intensas. O objetivo do experimento foi analisar a densidade populacional de *A. besseyi*, em haste, pecíolo, folhas, e parte apical, em plantas com e sem sintomas da soja louca II, em três estádios fenológicos da cultura. O trabalho foi conduzido na safra 2022/2023, na Agrícola Dequesh, no município de Chapadinha, Maranhão. Foram realizadas três coletas durante o ciclo de cultivo, uma no estágio vegetativo e duas no reprodutivo (V7, R2 e R5.3). Nas ocasiões, foram coletadas 15 plantas com sintomas e 15 sem sintomas. No laboratório foi realizado as medições da parte aérea das plantas (haste, pecíolo, folhas, parte apical e vagem), extração, identificação e contagem de nematoides. Foi possível observar que as extrações de haste, pecíolo, folha, parte apical, diferem entre si em relação aos tratamentos, as quantidades populacionais desse nematoide influenciou o desenvolvimento da cultura, com diferença significativas entre as variáveis altura da planta, peso da folha, peso do pecíolo, peso da haste, peso da vagem e número de vagens, em plantas com e sem parasitismo do *A. besseyi*, foi possível observar uma maior redução no NV no estágio R5.3. As populações de nematoides *Aphelenchoides besseyi* encontradas parasitando as plantas de soja influenciaram no desenvolvimento da cultura com diferenças significativas nas variáveis das estruturas das plantas analisadas. Folhas e vagens obtiveram as maiores populações de *A. besseyi* e as menores, na haste e no pecíolo. Em relação ao estágio fenológico da soja, as maiores populações encontradas no estágio R2 e R5.3, revelam que houve populações crescente durante o desenvolvimento da cultura.

Palavra-chave: *Glycine max*; nematoides; Soja louca II.

POPULATION DENSITY OF *Aphelenchoides besseyi* IN PLANT STRUCTURES AND PHENOLOGICAL STAGES OF SOYBEAN CROPS

Abstract Soybean cultivation in the Lower Parnaíba region is considered a major highlight in the Cerrado Maranhense, as it contributes to the strengthening of the grain production chain and agribusiness in the state of Maranhão. Currently, the attack of nematodes parasitizing the plant has been increasing in the soybean production areas of Baixo Parnaíba. Among the nematodes that are attacking soybeans is *Aphelenchoides besseyi* which is the causal agent of green stem disease, better known as Crazy Soybean II. Mad soybean disease II can cause major losses in soybean crop productivity, especially in regions with high temperatures and heavy rainfall. The objective of the experiment was to analyze the population density of *A. besseyi*, in stem, petiole, leaves, and apical part, in plants with and without symptoms of mad soybean II, in three phenological stages of the crop. The work was conducted in the 2022/2023 harvest, at Fazenda Agrícola Dequesh, in the municipality of Chapadinha, Maranhão. Three collections were made during the crop cycle, one at the vegetative stage and two at the reproductive stage (V7, R2 and R5.3). On these occasions, 15 plants with symptoms and 15 without symptoms were collected. In the laboratory, measurements of the aerial part of the plants (stem, petiole, leaves, apical part and pod), extraction, identification and counting of nematodes were performed. It was possible to observe that the extractions of stem, petiole, leaf, apical part, differ from each other in relation to the treatments, the population quantities of this nematode influenced the development of the crop, with significant difference between the variables plant height, leaf weight, petiole weight, stem weight, pod weight and number of pods, in plants with and without parasitism of *A. besseyi*, it was possible to observe a greater reduction in NV at stage R5.3. The populations of nematodes *Aphelenchoides besseyi* found parasitizing soybean plants influenced the development of the crop with significant differences in the variables of the plant structures analyzed. Leaves and pods obtained the highest populations of *A. besseyi* and the lowest, in the stem and petiole. Regarding the phenological stage of soybean, the highest populations found in the R2 and R5.3 stage, reveal that there were increasing populations during crop development.

Keywords: *Glycine max*; nematodes; soybean madness II.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja na região do Baixo Parnaíba é considerada de grande destaque no Cerrado Maranhense, pois contribui para o fortalecimento da cadeia produtiva de grãos e do agronegócio no estado do Maranhão. Devido a isso, seu cultivo vem aumentando a cada ano. O cultivo contínuo da soja mesmo em rotação com outras culturas podem reduzir a incidência de doenças e de outros problemas que podem contribuir para a redução da produtividade da cultura. No entanto, a ocorrência de doenças principalmente do tipo endêmicas, podem ocorrer ao longo do desenvolvimento da soja no campo. As doenças de ocorrência comum são causadas principalmente por fungos, o ataque de nematoides vem aumentando nas áreas de produção de soja do Baixo Parnaíba, e com isso tem ocorrido doenças que podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento da soja causando perdas na produtividade.

Segundo Freitas (2022), atualmente, na região do Baixo Parnaíba, entre as principais doenças que ocorrem na soja está o ataque do nematoide *Aphelenchoides besseyi*. Este fitonematóide vem se espalhando cada vez mais nos territórios produtores de soja, podendo causar uma diminuição significativa na produção de soja. O *A. Besseyi* se alimentam de fungos, bactérias e restos de materiais em decomposição. A soja louca II é uma doença de difícil identificação pois seus sintomas são parecidos com ataque de percevejos e desordens nutricionais.

A doença soja louca II pode causar grandes perdas na produtividade da cultura da soja, principalmente em regiões com altas temperaturas e chuvas intensas, a microrregião de Chapadinha - MA é propícia para o desenvolvimento dessa doença por ser uma região com temperatura superior a 28°C. Essa região por ser considerada um grande polo de produção da cultura da soja no Cerrado Maranhense é muito importante fazer novas pesquisas relacionadas a doenças que prejudicam a cultura, entre essas doenças que tem ocorrido nessa região está a doença soja louca II.

A soja louca II (SL-II) é uma doença, que é uma variação da soja louca que surgiu nos anos 1980, doença que causa problemas fisiológicos nas plantas impedindo a maturação, permanecendo no campo com haste verde e desenvolvimento foliar lento (MENEZES, 2022); A grande diferença entre a soja louca e a SL-II é que a primeira é causada pelo percevejo, enquanto a SL-II é causada pelos nematoides *Aphelenchoides* sp (AGRO BEYER, 2023); O *A. besseyi* é o agente causal da doença da haste verde e retenção foliar da soja, conhecida como Soja louca II, essa doença pode causar perdas de até 100% na produção de soja. Seus sintomas

ficam mais evidentes no estágio reprodutivo (R1) essas plantas apresentam folhas de cor verde escuro, redução dos pelos no limbo da folha, afilamento da base da folha e embolhamento no limbo foliar. Podem também causar lesões necróticas de cor pardo-avermelhada a marrom, engrossamento dos nós nas hastes, caneluras e retorcimento dos entrenós na parte apical das plantas (FAVORETO; MEYER, 2019).

Sendo assim, avaliar a densidade populacional de *Aphelenchoides besseyi* na cultura da soja e sua relação com os diferentes estádios fenológicos da cultura é importante para os produtores da região de Chapadinha – MA, pois o aumento desse nematoide pode afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Por essa razão o objetivo do experimento foi analisar a densidade populacional de *A. besseyi*, em haste, pecíolo, folhas e parte apical, em plantas com e sem sintomas da soja louca II, e em três estádios fenológicos da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta dicotiledônea, que pertence à família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, gênero *Glycine* e da espécie *Glycine max* (PEREIRA, et al, 2018); É uma planta herbácea da classe *Rosidea*, ordem *Fabalis* (EMBRAPA, 2021). Para a escolha da variedade de soja, é preciso escolher a variedade adequada para cada região. Para a região do cerrado, a variedade mais utilizada é a ‘BRS 7581 RR’, uma variedade de ciclo precoce, com alto potencial produtivo e resistente ao nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*). A ‘BRS7680 RR’ é indicada para as regiões do Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal, a ‘BRS 559 RR’ é indicada para a região do Paraná e possui um alto potencial produtivo, é resistente a podridão (*Phytophthora sojae*). A ‘BRS 544 RR’ é indicada para regiões do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, é uma variedade com ampla adaptabilidade, alto potencial produtivo e resistente as principais pragas que atacam a soja (FIELDVIEW, 2022)

A soja apresenta caule hispido com poucas ramificações, suas raízes possuem um eixo principal e muito ramificado. Suas folhas são trifoliadas exceto a primeira folha que é simples (EMBRAPA, 2021).

Durante o ciclo da cultura possui quatro tipos de folhas: cotiledonares, folhas primárias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e prófilos simples. A coloração das folhas é verde claro ou verde escura (NUNES, 2020).

Possuem flores autógamas, da subfamília *Papileonoideae*, sua cor pode ser branca, roxa ou intermediária. Apresentam vagens, relativamente arqueadas que quando amadurecem

mudam de cor para amarelo pálido, marrom mais claro, marrom ou cinza e no seu interior contém de uma a cinco sementes lisas, podendo ser elípticas ou globosas, seu tegumento é amarelo pálido, hilo preto, marrom ou amarelo-palha (UFRB, 2020); As cultivares da soja podem apresentar crescimento determinado, indeterminado e semideterminado. No Brasil a maioria das cultivares apresentam crescimento do tipo determinado (EMBRAPA, 2021).

A altura da planta varia de 60 a 110 cm, em lavouras comerciais, porém sua estatura depende muito das condições climáticas e da cultivar ou variedade da soja. Sojas com altura ideal (com crescimento entre 60 a 110 cm) pode possibilitar melhor a colheita mecanizada, e evitando o acamamento das plantas (NEPOMUCENO, et al. 2021).

A soja é uma planta que possui uma grande variabilidade genética, no ciclo vegetativo e no reprodutivo, que pode sofrer influência das condições do ambiente (NUNES, 2020); Os estágios de desenvolvimento da soja é dividido em estágio vegetativo que é identificado com a letra V e o estágio reprodutivo identificado com a letra R, a exceção dos estágios VE e VC (emergência e cotilédones), essas letras V e R são seguidas de números para identificar a fase de desenvolvimento da cultura (EMBRAPA, 2021).

Possui grande diversidade de ciclo, no mercado brasileiro a maioria das plantas possuem ciclos entre 100 e 160 dias, podendo ser classificadas como cultivares de ciclo com maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, isso vai depender muito da região. No Brasil as cultivares mais plantadas tem seu ciclo entre 60 e 120 dias (NUNES, 2020).

As condições ambientais podem influenciar na fase de florescimento da soja e em seu ciclo. A floração vai responder ao fotoperíodo ou duração da noite, por ser uma planta de dias curtos, sob dias longos. Com características como período juvenil longo, a planta tem seu florescimento tardio e portanto, não tem restrição de fotoperíodo ao plantio comercial da soja, mesmo sob a linha do equador, transformando o Brasil em um país que tropicalizou a soja. No Brasil a soja é caracterizada de acordo com grupos de maturação com base em seu ciclo, variando de acordo com as regiões brasileiras (NEPOMUCENO, 2021).

2.2. Histórico da cultura e introdução no Brasil

A soja é uma cultura domesticada na China com mais de 5.000 anos, e somente nas últimas cinco décadas, a cultura se tornou popular mundialmente. Foi cultivada primeiro na Europa, Estados Unidos, onde começou a escolher plantas mais produtivas e adaptadas às regiões. A Bragg e Cobb foram os primeiros cultivares de soja plantadas no Brasil que vieram dos Estados Unidos, não se adaptaram bem a região por ser um clima mais tropical. Essas

variedades conseguiram ser introduzida na região Sul do Brasil onde as condições climáticas eram mais parecidas com a sua região de origem (SILVA et al., 2022).

É uma cultura originária da Ásia, na região do rio Yangtse, na China, é uma planta resultado da evolução do melhoramento genético ancestrais, diferente das cultivares da atualidade, processo esse que ocorre de maneira natural em espécies selvagens resultante da domesticação de espécies através de melhoramento genético para obter as características desejáveis (FIESP, 2023).

Durante o término da guerra entre a China e o Japão em 1894, a produção de soja ficou limitada a China, apesar de ser muito conhecida e consumida pelos povos orientais durante muitos anos, só foi introduzida na Europa no século XV, na Inglaterra, França e Alemanha por questão de curiosidade. No século XX, o óleo de soja e sua proteína começaram a provocar um interesse da cultura para as indústrias mundiais. Porém tentativas de introduzir comercialmente a cultura nos países da Rússia, Inglaterra e Alemanha fracassaram devido às condições ambientais desfavoráveis à cultura nessas regiões (EMBRAPA, 2020).

A soja foi introduzida no Brasil em 1901, e teve dois grandes marcos para a evolução da cultura no País: a soja cultivada na estação agropecuária de Campinas e o fornecimento de sementes para produtores da região. A soja começou a ser mais encontrada depois da migração japonesa e em 1914 foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul (APROSOJA, 2021)

No Brasil, na década de 60 houve dois fatores que fizeram com que o Brasil enxergasse a soja como um produto comercial, e isso influenciou o cenário mundial de sua produção. O trigo era uma cultura mais cultivada no Brasil na região Sul do país e a soja começou a surgir como uma cultura de verão, em sucessão ao trigo. Com a produção de suínos e aves aumentando no país, houve um aumento na demanda por insumos como o farelo de soja, e em 1966 a soja teve uma produção de 500 mil toneladas, tornando assim o seu cultivo, uma necessidade estratégica no Brasil (EMBRAPA, 2020).

Em 1970 houve uma explosão no preço da soja e isso causou mais interesse em seu cultivo pelos agricultores e também pelo governo. O país possui uma vantagem na competição de exportação de soja em relação a outros países, pois o escoamento da safra no Brasil ocorre na entressafra americana, período esse onde o preço da soja pode atingir maiores cotações e durante esse período, o Brasil passou a investir mais em tecnologias para adaptar a cultura no país (EMBRAPA, 2020); O cultivo de soja estava se concentrando nas regiões centro-sul do Brasil, com produção de 12 milhões de toneladas, com uma área de cultivo de 7 milhões de hectares e com produtividade de 1.748 kg ha⁻¹ (SILVA et al., 2022).

A região do Matopiba, formada pelos estados do Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia, possui uma produção agrícola muito grande, principalmente dos principais grãos como soja, milho e algodão. A Bahia é a segunda maior produtora de fibras do Brasil, atrás somente do estado do Mato Grosso. A safra local de soja e milho de toda essa região em 2018 somou mais de 15 milhões de toneladas, o que equivale a cerca de 10% da produção nacional (EMBRAPA, 2018).

No Maranhão a produção de grãos começou na década de 1980, no município de Balsas e regiões próximas, como Tasso Fragoso, Sambaíba, Loreto e Fortaleza dos Nogueiras. Na década de 2000 a soja se expandiu para outras regiões do cerrado maranhense, incluindo a microrregião de Chapadinha, região essa mais próxima ao porto Itaqui de onde a soja é exportada. A microrregião de Chapadinha possui o maior crescimento em relação a área plantada de soja no estado do Maranhão (ALMEIDA et al., 2019).

A microrregião de Chapadinha situada na região do leste maranhense abrange os municípios de Anapurus, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Mata Roma, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos (SANTOS et al., 2020); A produção da sojicultura desta microrregião ocorre principalmente nos municípios de Brejo e Buriti onde tem uma produção de grãos maior, e os municípios de Anapurus e Mata Roma possuem produções consideradas boas para a cultura (SANTOS et al., 2020)

No cerrado maranhense a época de plantio ideal ocorre durante os períodos de dezembro a janeiro, para que os produtores da região possam fazer a colheita mais cedo e aproveitar as chuvas restantes para a safrinha (GLOBO RURAL 2020).

2.3. Aspectos que podem afetar a produtividade da cultura

A redução dos espaçamentos pode ajudar na redução dos custos de implantação da cultura e assim podendo aumentar a produtividade da cultura (ANTUNES, 2018); Os espaçamentos adequados para a cultura da soja estão entre 40 – 50 cm entre linhas e de 5 a 16 cm entre plantas (BITTENCOURT, 2021)

Quando se inicia o período de enchimento de grãos no estágio R5, a planta está mais sujeita a estresses ambientais como déficit hídrico, alagamentos, deficiência nutricional, luminosidade, temperatura entre outros fatores que podem reduzir a produtividade da soja (DIGIFARMZ, 2022)

A temperatura ideal para a cultura da soja está em torno de 20°C e 30°C, para seu desenvolvimento ideal seria de 30°C. A semeadura não deve ocorrer quando a temperatura for abaixo de 20°C, pois sua emergência pode ficar comprometida. A temperatura ideal do solo

para a semeadura deve ser entre 20°C a 30°C, a ideal é 25°C para que a emergência da soja seja rápida e uniforme. Temperaturas menores ou iguais a 10°C não são propícias para o cultivo da soja, pois pode afetar o crescimento vegetativo e o desenvolvimento da soja (FARIAS et al., 2021); Em temperaturas menores que 18°C pode ocorrer a redução dos índices de germinação e emergência da soja, podendo ser um processo de desenvolvimento mais lento (GARCIA, 2021)

Uma das primeiras causas da perda de produção estão os estresses abióticos, que podem causar uma diminuição nos rendimentos da cultura em mais de 50%, um desses fatores é a seca, que é responsável pelas variações anuais na produção de soja. Para que seja amenizado esse problema pode ser usado a irrigação, mas fatores econômicos podem ser um obstáculo para utilizar esse método. Outra possibilidade é utilizar cultivares adaptadas a essas regiões com déficit hídrico (GUIMARES, 2021).

A soja possui exigência hídrica de acordo com o desenvolvimento da cultura, possui mais exigência de água durante a fase de florescimento, germinação e durante o enchimento dos grãos. Para a semente germinar, ela precisa absorver 50% do seu peso em água e a umidade do solo precisa estar entre 50% e 85% de sua capacidade de campo (SILVA et al., 2022); A exigência de água para a cultura está em torno de 450 a 800 mm/ciclo e depende muito das condições climáticas, manejo e duração do ciclo (FARIAS et al., 2021).

A deficiência hídrica pode ocasionar plantas com desenvolvimento lento, pequenas, com folhas pequenas e entrenós curtos. Os tecidos vegetais podem apresentar características de murchamento e seus folíolos podem fechar para a diminuição da área foliar que está visível. Secas severas podem diminuir o crescimento da planta durante a fase vegetativa. No período de enchimento de grãos a planta precisa mais de água, pois pode ocasionar alterações fisiológicas na planta, alguns deles são: fechamento estomático, murchamento de folhas, queda de flores e abortamento de vagens (FARIAS et al., 2021).

Os solos ideais para o cultivo da soja precisam ser solos profundos, que vai ocorrer um melhor desenvolvimento radicular, para que a planta encontre uma maior quantidade de nutrientes e água. Os solos do cerrado possuem uma boa profundidade e com correções desse solo vai permitir uma boa produtividade da cultura. Solos mais profundos também são menos propícios a perda por erosão. A textura do solo deve ser média, com uma boa estrutura, formando agregados para que a planta tenha uma boa absorção e movimentação de água no solo (SILVA et al., 2021).

O fotoperíodo influencia na produtividade da soja, pois está ligado diretamente ao seu florescimento, é importante para definir a adaptabilidade das cultivares em diferentes regiões.

Cada cultivar tem um fotoperíodo crítico diferente (DIGIFARMZ, 2022); Na ausência do comprimento do dia que é propício para que seja feita a indução dos processos reprodutivos, a planta continua com o seu desenvolvimento, sob influência de um período menor ou igual ao período crítico o florescimento pode ser mais precoce. Por conta desses fatores, as estações do ano são consideradas para a semeadura, que ocorre na primavera/verão e floresce quando os dias estão mais curtos no verão (SILVA et al., 2022).

É muito importante fazer o manejo de plantas daninhas na cultura para que essas plantas não interfiram no desenvolvimento da planta, pela competição por elementos considerados essenciais para as plantas, como a água, os nutrientes e a luz. Essa interferência pode diminuir o rendimento da cultura e afetar a produtividade da soja. Podem ocorrer interferências indireta em relação ao manejo da cultura durante a colheita e o beneficiamento de grãos, essas plantas daninhas podem ser hospedeiras de doenças, pragas e nematoides, isso pode ser um risco para a produção de soja e também para outras culturas de rotação, como o milho e o trigo (BRIGHENTI et al., 2021); Na cultura da soja as plantas daninhas podem ser controladas de diversas maneiras como: preventivo, cultural, físico, químico e biológico. O emprego conjunto desses métodos é conhecido como manejo integrados de plantas daninhas, que é o mais recomendado para o controle dessas plantas (SILVA et al., 2022).

Na soja é muito utilizado o método químico para o controle de plantas daninhas, por esse motivo é considerada uma cultura com alto consumo de herbicidas. Esse método é mais utilizado por ser prático, rápido e com eficiência. No controle químico são utilizados herbicidas de pré e pós-emergência, seguindo orientações específicas para a cultura e do composto químico utilizado (BRIGHENTI et al., 2021).

As doenças que afetam a cultura da soja podem prejudicar a exploração máxima de produtividade da cultura. São mais de 40 doenças que atacam a soja, entre elas estão fungos, bactérias, vírus e nematoides. Com a expansão da cultura no Brasil o número de doenças acaba aumentando, principalmente em consequência do monocultivo. As doenças variam de região para região e depende muito das condições climáticas destas. Desde que a ferrugem asiática começou a sua ocorrência no Brasil, ela se tornou um dos principais problemas fitossanitários a partir dos anos 2001 (SEIXAS et al., 2021).

Outro fator que pode afetar a produtividade da soja são as pragas, que são organismos que podem reduzir a produtividade da cultura e causar elevadas perdas de produção, seja por atacar as plantas como por serem transmissores de algumas doenças ou por reduzir a qualidade deste produto. A cultura da soja é atacada por vários insetos, o que pode causar diversos prejuízos no setor produtivo, por isso deve ser adotado medidas de manejo adequado para o

controle, pois o uso de produtos de maneira inadequada para o controle dos insetos pode causar muitas perdas financeiras aos produtores, como também o controle tardio dessas pragas (AGROPOS, 2023).

É estimado que de 2001 a 2008 a ferrugem asiática tenha ocasionado perdas de 15 milhões de toneladas de soja. É preciso que os técnicos responsáveis e os produtores fiquem muito atentos para buscar novas informações para o manejo das doenças, como também, para evitar o surgimento de novas doenças. É preciso investir em cultivares resistentes, no controle químico e na busca de técnicas que possibilitam realizar um cultivo sustentável da soja (SEIXAS et al., 2021).

A fertilidade do solo é muito importante para obter uma boa produtividade, e esta fertilidade, está associado ao manejo utilizado na propriedade. Precisam ser feitos com cuidado para que os nutrientes necessários para as plantas de soja sejam fornecidos no tempo ideal e de forma correta, e para melhorar a absorção desses nutrientes e facilitar a incorporação desses nutrientes durante o ciclo da cultura. Nutrientes são elementos essenciais que as plantas necessitam para seu desenvolvimento, sua absorção pode ocorrer de forma natural e também pode ser adicionado pelo homem quando as plantas necessitam (RIBEIRO; SAUERWEIN, 2021).

A monocultura também é um fator que pode afetar a absorção de nutrientes e pode ocasionar degradação física, química, biológica do terreno, podendo gerar uma queda na produtividade e causar pragas e doenças. Para que não ocorra esses problemas pode ser feita a introdução de outras culturas na área como milho, pastagens entre outras (BRASMAX, 2022).

Para se obter uma boa produtividade da soja é necessário que a adubação seja feita de maneira adequada, a adubação de manutenção precisa ser de 10 kg de enxofre para cada mil kg de produção previsto, algumas fontes podem ser utilizadas como gesso agrícola (15% de enxofre), superfosfato simples (12% de enxofre) e "flor" de enxofre ou enxofre elementar (98% de enxofre) (BRASMAX, 2022).

2.4. Produtividade da soja no Brasil e no mundo

A soja é a oleaginosa mais produzida no mundo, com uma produção mundial de aproximadamente 50%. Em 2018 a produção da soja foi de 336,7 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor com 34,8%, com uma produtividade média de 3.333 kg ha⁻¹ (SMIDERLE, 2019); Em 2019/2020 o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de soja, a soja tem grande participação no PIB brasileiro, e tornou-se um reflexo na economia do Brasil, com participação de 23% no PIB (EMBRAPA, 2021); Produzindo cerca de 125 milhões de toneladas

de grãos. Com área cultivada em torno de 37 milhões de hectares, houve um aumento na demanda global de produção de soja e isso acaba sendo um desafio para o Brasil (EMBRAPA, 2021)

A sojicultura terá uma boa lucratividade nos próximos anos, pois existirá muita demanda e poucos países aptos a atendê-la. A Argentina e os Estados Unidos não terão capacidade para expandir sua área plantada, diferente do Brasil que pode aumentar essa área (SILVA et al., 2022).

Na próxima década o Brasil pode crescer em 1,1% na produção de soja, 149 milhões de toneladas no ano de 2030, nos EUA a produção terá um ritmo menor de 0,7% ao ano, 123 milhões de toneladas. Há projeções de aumento de produção na Argentina com 55 milhões de toneladas e Paraguai com 12 milhões de toneladas. A China continuará a crescer devido ao menor suporte que o governo terá em relação aos cereais e espera-se crescimento nas produções da Índia, Rússia, Ucrânia e Canadá (AGRO E NEGÓCIOS, 2021).

A cultura da soja é uma das principais culturas anuais de verão, e está entre as principais cultivadas em solo brasileiro. A soja é cultivada de Norte a Sul do Brasil. Seu ciclo pode mudar de acordo com algumas condições ambientais, principalmente do clima e do manejo, que são essenciais para o bom desenvolvimento das plantas (SANTOS, 2021).

O aumento do mercado da soja no Brasil é positivo, devido a gripe aviária o consumo de carne de frango e por consequência o farelo de soja teve uma diminuição na exportação. No Brasil a área destinada à produção deverá crescer por conta da demanda por carnes e biodiesel. Mais de 90 milhões de hectares estão aptas para produção de soja, principalmente no cerrado (DALL'AGNOL, et al. 2021); A comercialização do óleo de soja deve crescer como matéria prima para a produção do Biodiesel. A soja é uma cultura responsável por 90% da produção de óleo no país para a produção de biodiesel e do diesel da Petrobrás (H-Bio) (HIRAKURI et al., 2021).

Embora a cultura da soja não seja conhecida mundialmente como alimento básico (ao invés das culturas do arroz, trigo, milho e aveia), é uma das culturas mais importantes do mundo, sobretudo por ser uma grande fonte de proteínas e óleo vegetal. O grão da soja é rico em proteína e seu teor pode variar de 30% a 53%. Nas cultivares brasileiras esse teor fica em torno de 40% (SILVA et al., 2022).

O grão da soja pode ser utilizado como alimento e tem diversos usos, entre eles pode ser utilizado na produção de chocolate, temperos, massas, derivados de carne, bebidas e muitos outros alimentos (APROSOJA, 2021).

Possui diversas características que fazem dela uma importante matéria-prima e permitem seu emprego como adubo verde e forrageiro na alimentação de animais. O óleo extraído da soja é utilizado na alimentação humana, na produção de biodiesel entre outros produtos (SILVA et al., 2022).

2.5. Colheita e pós-colheita

A colheita é uma das últimas etapas realizada no campo, responsável por retirar o produto do campo com ótima qualidade e também o mínimo de perdas durante essa etapa (SILVA et al., 2022); A colheita deve ser feita quando a soja atinge o estágio adequado para a colheita, durante o estágio R8, para que não ocorra nenhum risco na perda dos grãos ou sementes durante a colheita (LORINI, 2020).

Durante o estágio de maturidade a campo, os grãos precisam estar com uma faixa de umidade de 13% a 15%, para que não ocorra problemas com as máquinas ao realizar a colheita. A colheita deve ser feita de forma rápida para que diminua os danos mecânicos que podem afetar os grãos de soja. As plantas quando ideais para a colheita apresentam as vagens secas e sem folhas (SILVA et al., 2022).

Para determinar o tipo de colheita utilizada depende muito do nível de mecanização da propriedade, que pode estar associado ao tamanho dessa propriedade. No Oriente Médio a soja era colhida de forma manual, com os produtores arrancando ou cortando as plantas a mão e levando essas plantas para os trabalhos de beneficiamento. Para se obter um melhor rendimento de grãos, com plantas em torno de 300 mil por hectare, plantas essas com uma boa fixação ao solo, talo grosso e fibroso, a colheita manual pode se tornar uma atividade desgastante a ser realizada e também pode comprometer a produtividade (PORTUGAL; SILVEIRA, 2021). Antes da colheita é realizada a dessecação, que é feita através de pulverização de substâncias químicas, como herbicidas não seletivos, que vai facilitar a secagem dos grãos, a queda das folhas e a perda da umidade, sem ocasionar a redução da matéria seca (SILVA et al., 2022).

Durante a colheita da soja é preciso ter cuidado com os riscos a que a lavoura está sujeita, especialmente em lavouras destinadas à produção de sementes ou consumo. A maturação da soja ocorre quando as folhas estão amareladas e caem, as vagens precisam estar seca e as sementes com pouca umidade, para que a colheita possa ser realizada sem problemas. E as vagens devem apresentar uma cor marrom ou cinza (PORTUGAL; SILVEIRA, 2021).

Na colheita mecanizada tem se observado perdas acima da considerada adequada, em torno 60 kg por hectare. Essas perdas são prejudiciais tanto para o rendimento da cultura quanto ao gasto com operações adicionais para a retirada das plantas voluntárias de soja. As perdas

podem ocorrer de três formas durante a colheita mecanizada: antes da colheita, corte e alimentação da colhedora e nos mecanismos internos da colhedora (PORTUGAL; SILVEIRA, 2021).

No Brasil a falta de cuidado durante a colheita tem causado muitas perdas, perdas que variam de 3%, 10% e 15% em casos mais extremos. Esses prejuízos podem ser reduzidos em até 1% ou menos, mas é preciso conhecer as causas para realizar os procedimentos adequados (SILVA et al., 2022).

Os fatores que podem afetar a cultura durante a colheita e causar grandes perdas são: época de semeadura, velocidade, desníveis do terreno e plantas daninhas. As cultivares de soja possuem uma sensibilidade em relação a época de semeadura, o que pode ocasionar que as vagens fiquem sobre a superfície do solo. Terrenos irregulares podem prejudicar a colheita em relação às oscilações da plataforma da colhedora, podendo reduzir o número de vagens coletadas e pode acabar cortando essas vagens (PORTUGAL; SILVEIRA, 2021).

Na pós-colheita os grãos são classificados e recepcionados em ambientes adequados e de acordo com as normas, como silos e armazéns, depois eles são levados para a secagem e padronização de umidade. No armazenamento esses grãos podem ser acometidos por pragas, fungos e alguns roedores (LORINI, 2020).

Durante o armazenamento da soja os grãos devem estar limpos e secos para que não ocorra pragas que podem danificar os grãos, podendo diminuir a comercialização. Os fungos podem produzir micotoxinas que é uma toxina que pode causar problemas para os homens e animais e também pode afetar a qualidade desses grãos (LORINI et. al., 2020).

2.6. Gênero *Aphelenchoides* sp.

O gênero *Aphelenchoides* apresenta mais de 150 espécies de nematoides que possuem forma de vida livre no solo, são micófagas e se alimentam de fungos existentes no solo. As espécies como *Aphelenchoides fragariae*, *Aphelenchoides ritzemabosi* e *Aphelenchoides besseyi*, são fitonematoides que parasitam a parte aérea de plantas cultivadas e algumas hospedeiras alternativas, conhecidos como nematoides aéreos e foliares (MAIS SOJA, 2019).

Possuem região labial alta, corpo arredondado, liso e hexarradiada, com estilete fino e pequeno, os nódulos basais são pequenos, seu esôfago tem um bulbo mediano, com campo lateral de 1/4 na largura do corpo, quatro linhas laterais, e ao final da cauda têm espinhos que são chamados de mucros, com dois a quatro mucros. As fêmeas quando estão em repouso apresentam um corpo reto e os machos um corpo curvado com espículos singular com aparência de espinhos de roseiras (MEYER; FAVORETO, 2019).

Existem três tipos de espécies do gênero *Aphelenchoides sp*, que causam problemas para algumas culturas, os nematoides *A. besseyi*, *A. fragariae* e *A. ritzemabosi*, sobretudo nas culturas do morangueiro, crisântemo e arroz. Esses nematoides são filiformes, com 0,5 e 1,2 mm de comprimento, são ectoparasitas de tecidos vegetais da parte aérea. Conseguem sobreviver no solo durante longos períodos sem uma planta hospedeira, se alimentando de uma ampla variedade de fungos (FERRAZ; BROWN, 2016).

O *A. ritzemabosi* ataca principalmente plantas ornamentais herbáceas como o crisântemo, produz lesões foliares necróticas, levando ao apodrecimento total da folha. Esse nematoide tem distribuição mundial, ataca muitas plantas da família Asteraceae e também causa problemas ao fumo (AGROLINK, 2023).

O *A. fragariae* é um nematoide que causa problemas em plantas ornamentais e hortícolas. É um nematoide foliar que causa abortamento foliar e o não desenvolvimento de folhas que pode ocasionar diversos prejuízos aos produtores (AGRÔNÔMICA, 2022); É um nematoide cilíndrico microscópico que não pode ser observado a olho nu, pode atacar a cultura do morango e espécies ornamentais, causando muitos problemas na produção. Pode ser dispersado por longas distâncias por meio de materiais contaminados, também pode ser disperso em distâncias curtas de uma planta para a outra, através da água na superfície dessas plantas (REVISTA DA FRUTA, 2022).

Segundo Meyer e Favoreto (2019), a multiplicação e a alimentação do *A. besseyi* na soja ocorre em nós e folhas mais jovens que estão localizadas no topo das plantas, são tecidos com maiores quantidades de açúcares onde o nematoide irá se alimentar e se multiplicar de forma intensa e causando lesões e deformações de tecidos das plantas.

O *A. besseyi* ocorre principalmente em épocas de chuvas e temperaturas superior a 28°C, migram do solo para a parte apical no início da fase vegetativa (FAVORETO; MEYER, 2019); Esse nematoide pode atacar a cultura do arroz causando a doença da ponta branca, uma doença com ocorrência em todos os estados do Brasil, possui maior relevância em cultivos irrigados (CHINELATO, 2020);

Seus sintomas são: descoloração na ponta das folhas de cor branca e necrose, subdesenvolvimento das plantas, panículas menores, deformações dos grãos, amadurecimento tardio entre outros. Esses sintomas aparecem principalmente na fase adulta das plantas (MATTANA, 2018).

2.7. Fitonematoides x doença da haste verde

Existem alguns fatores que impedem a soja de ter uma boa produtividade, fatores esses relacionados às doenças que afetam a cultura, desde a germinação até a fase de enchimento de grãos. Doenças que podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides (SEIXAS et al., 2020); Os nematoides têm causado grandes prejuízos para a economia e para a agricultura, pois eles tem infestado muitas lavouras, por conta de sua grande distribuição geográfica. São mais de 100 espécies conhecidas, causando danos que chegam a 16 bilhões por ano, e isso vem causando preocupações aos produtores de soja, pois a cultura é muito afetada pelo parasitismo desses nematoides (SILVEIRA, 2021).

É estimado que 10,6% das perdas que ocorrem na produção mundial são causadas por nematoides e R\$16,2 bilhões são perdidos durante a produção de soja no Brasil. Perdas totais na produção agrícola de outras culturas é equivalente a R\$35 bilhões durante o ano no país (ADAMA, 2020).

As principais espécies de nematoides que afeta a cultura da soja são o nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.), nematoide de cisto (*Heterodera glycines*), nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*). As espécies *Helicotylenchus dihystera* e *Scutellonema brachyurus* são espécies emergentes na cultura da soja que podem causar danos à cultura, pela sua ampla ocorrência nas lavouras brasileiras e aumento da população de nematoides na cultura (DIGIFARMZ, 2021); Um novo nematoide vem ocasionando muitos danos preocupantes para a cultura da soja, conhecido como o nematoide da haste verde, que atualmente está causando diversos problemas na produtividade da cultura da soja (SERCERO, 2020).

Esse nematoide sobrevive no solo sem precisar de uma planta hospedeira, se alimenta de fungos responsáveis pela decomposição de materiais vegetais. Esse nematoide em situações extremas consegue sobreviver no interior dos restos culturais, e quando atinge a planta se multiplicam rápido no interior dessas plantas hospedeiras. Sua disseminação pode ocorrer através de folhas de plantas doentes para as plantas sadias por conta de gotas de chuva ou orvalho. Restos de plantas doentes também podem disseminar o nematoide (AGRO BEYER, 2023).

Pode ocorrer por conta de impurezas encontradas nos grãos como tecidos de plantas que estão em decomposição, comprometendo a lucratividade dos produtores de soja (MENEZES, 2022).

O *Aphelenchoides besseyi* é o agente etiológico da doença da haste verde e retenção foliar da soja, mais conhecida como “Soja louca II”. Esse nematoide pode causar perdas de até

60%, por apresentar alto índice de abortamento de vagens e queda de folhas, a planta permanece no estágio vegetativo, com caules e folhas verdes até o final do ciclo da planta. Esse nematoide pode parasitar grandes culturas como o feijão e o algodão (MACEDO, 2022).

Até então não existem cultivares de soja tolerantes ou resistentes ao nematoide que causa a SL-II, também não existem fungicidas que possam controlar essa doença, o manejo utilizado deve ser o controle do nematoide *A. besseyi*, como tratos culturais e um bom manejo do solo. A doença soja louca II teve sua primeira ocorrência na safra 2006/2007, um problema novo que diversos pesquisadores estão tentando entender as causas dessa doença para encontrar práticas de manejo adequada para evitar sua multiplicação (AGRO BEYER, 2023).

Os sintomas mais observados são: afilamento das folhas na parte apical das plantas, engrossamento e enrugamento de nervuras nas folhas, apresenta uma coloração mais escura e menor pilosidade em suas folhas (MENEZES, 2022); O abortamento de vagens ocorre mais nas partes superiores das plantas infectadas e diminui devagar até a base, ocorre a formação de novas inflorescências e superbrotamento que influenciam a maturação das plantas, ficando verde mesmo depois da dessecação com herbicidas (SERCERO, 2020).

Os grãos presentes nas vagens não amadurecem e permanecem verdes e com o decorrer do tempo irá se deteriorando. Plantas sem presença de sintomas completam seu ciclo normalmente e atingem o ponto ideal de colheita e as plantas com presença de sintomas não maturam no ciclo normal da planta, ficando verdes no campo em razão da retenção foliar, com folhas, pecíolos e hastes verdes (FAVORETO; MEYER, 2019).

2.8. Manejo de *A. Besseyi* na cultura da soja

A doença da soja louca II pode ocasionar perdas de até 60% na produtividade, a identificação da causa dessa doença foi fundamental para os produtores de soja e pesquisadores iniciassem a busca por medidas de manejo adequadas. É uma doença que ocorre principalmente nos estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Mato Grosso (MENEZES, 2022).

Para reduzir a população do *A. besseyi* nas áreas que estão infestadas por essa doença irá depender do manejo cultural que foi adotado, que precisa ser feito de forma adequada, principalmente o controle de plantas hospedeiras voluntárias e fazer a sucessão de culturas não hospedeiras do nematoide da haste verde (FAVORETO; MEYER, 2019); Em áreas com infestação desse nematoide é preciso ter cuidado principalmente com as forrageiras, como a braquiária por ser uma planta hospedeira desse nematoide. É importante utilizar sementes com atestados de sanidades e tratadas, nunca deve ser usado sementes sem procedência e com restos

de sujeira, mesmo que essas sementes não apresentem danos aparentes (CAMPO E NEGÓCIO, 2022).

A soja louca II não está associada a problemas nutricionais ou distúrbios fisiológicos e ou ataque de percevejos. Para que a doença seja evitada é preciso fazer um bom manejo do solo para garantir a saúde do solo para receber as sementes e por isso é recomendado realizar a colheita da soja em talhões infectados por último e plantar primeiro nos talhões onde não tenha ocorrência da doença (MENEZES, 2022).

De acordo com Favoreto e Meyer (2019), a palhada pode servir de abrigo e de alimento durante o período chuvoso para o *A. Besseyi*, sendo assim é importante fazer o manejo adequado sobre plantio direto na palha em regiões com incidência da doença. Algumas plantas daninhas que podem ser hospedeiras do nematoide são a trapoeraba, agriãozinho-do-pasto, Caruru e cordão de frade.

De acordo com Deifeld (2022), a medida de controle que pode ser adotada para a diminuição de populações de *A. besseyi* é a rotação e sucessão de culturas utilizando culturas como milho e sorgo.

A cultura do feijão-caupi e milho não são indicadas para rotação de cultura, em áreas com ocorrência de *A. besseyi*, pois são plantas hospedeiras desse nematoide (DEIFELD, 2022).

Deve ser evitado em áreas infestadas a sucessão da soja e algodão, pois o algodão é hospedeiro desse nematoide, também é necessário fazer a dessecação antecipada da área para o plantio da soja, bem como, o manejo adequado de plantas daninhas para que sejam reduzidas as plantas hospedeiras da área. Na colheita é necessário colher por último os talhões que estão infestados para evitar a contaminação das outras plantas, na semeadura seguinte é preciso semear depois dos demais, para evitar a disseminação (CAMPO E NEGÓCIO, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido na safra 2022/2023, no período de fevereiro a maio de 2023, na fazenda agrícola Dequech, produtora de soja na região a mais de 12 anos. A fazenda está localizada no povoado Bonfim, na zona rural do município de Chapadinha, Maranhão, com coordenadas geográficas: Latitude: 03° 40' 10" S e Longitude: 43° 23' 10" O. O clima da região de acordo com a classificação de Koppen é tropical quente e úmido (Aw), com temperatura média anual superior a 27°C, e precipitação anual de 1835 mm. A estação chuvosa está

concentrada nos meses de janeiro a junho, enquanto que, os meses mais secos são de julho a dezembro, com umidade relativa do ar variando entre 17 e 79%.

A variedade de soja utilizada no experimento foi a ‘PP9510’, conhecida por seu alto potencial produtivo e bom desempenho para fins comerciais, principalmente na região de Chapadinha. No talhão onde foi realizado o experimento, foi feito manejo físico, químico e biológico, onde no preparo do solo foi realizado o nivelamento do solo, com a grade niveladora e foi realizado a correção desse solo utilizando 2 ton. de calcário por hectare, no mês de novembro foi aplicado o 2.4 D para a retirada de plantas daninhas na área, antes do plantio foi realizado a adubação utilizando os produtos: Phusion Power®, onde foi aplicado via solo 120 Kg, um fertilizante que em sua composição contem macro e micronutrientes essenciais para as plantas. Foi aplicado 30 kg de MIB Algodão®, que em sua composição tem nutrientes como o nitrogênio, fosforo, boro, cobre, manganês, zinco e molibdênio e 200 kg de KCL, o plantio da soja foi realizado no mês de dezembro (27/12/2022) e no manejo biológico foi utilizado o Trichoplus JCO-Grafite® (*Trichoderma asperellum*).

3.2. Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, constou de três estádios fenológicos avaliados (V7, R2 e R5.3) x dois tratamentos (plantas com e sem sintomas) do parasitismo de *A. besseyi* x 15 repetições, totalizando 90 parcelas experimentais. Cada uma das parcelas experimentais forma plantas de soja da variedade ‘PP9510’. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), utilizando o teste tukey a 1 e 5% de probabilidade.

Na variável relacionada ao número de nematoides foi realizado um fatorial triplo, com acréscimo de um terceiro fator, com quatro estruturas avaliadas da planta: haste, pecíolo, folha e parte apical, perfazendo um fatorial de 3x2x4. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-wilk e todas as variáveis foram analisadas com o auxílio do Software Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.3. Experimento

O experimento foi realizado em um talhão da soja de 165 hectares. Foram realizadas três coletas, durante os estádios vegetativo e reprodutivo (V7, R2 e R5.3). Em cada fase fenológica da soja foram coletadas 15 plantas com e sem sintomas da soja louca II, totalizando 90 plantas coletadas aleatoriamente ao longo das três coletas.

A coleta consistiu apenas da parte aérea das plantas, utilizando uma tesoura de poda. As plantas foram cortadas na base do caule, identificadas, colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em caixas de isopor e transportadas para o Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da Universidade Federal do Maranhão no Centro de Ciência de Chapadinha, localizado no município de Chapadinha, MA. No laboratório foram realizadas as aferições morfométricas das plantas, extração, identificação e contagem do nematoides.

Inicialmente, foi realizada a avaliação das plantas, as variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), peso da parte aérea da planta (PPAP), peso da haste (PH), peso do pecíolo (PP), peso das folhas (PF), peso da parte apical (PPA), peso da vagem (PV), em balança semi-analítica com precisão de 0,01 g e expressas em gramas (g) e número de vagens (NV). Essas variáveis foram utilizadas para determinar e avaliar a influência da densidade populacional de *A. besseyi* em haste, pecíolo, folha e parte apical nos três estádios fenológicos da cultura.

Após a avaliação das plantas, foi realizado a extração de nematoides de haste, pecíolo, folha e parte apical, respectivamente, utilizando o método de Coolen e D'Herde (1972) modificado, com trituração seguida de flotação utilizando peneiras de 20 e 500 Mesh. As plantas foram cortadas em quatro partes: haste, pecíolo, folha e parte apical. A partir da segunda coleta foram analisadas as vagens.

As plantas foram cortadas em pedaços pequenos e colocadas em um liquidificador doméstico, submersas em água e trituradas em intensidades diferentes. A haste foi triturada em 25 segundos, o pecíolo em 20 segundos, a folha em 15 segundos e a parte apical em 10 segundos. O material triturado então foi transferido para a peneira de 20 Mesh, foi realizada uma lavagem cuidadosa desse material, a suspensão resultante foi transferida para a peneira de 500 Mesh. Em seguida a suspensão resultante foi coletada com o auxílio de uma pisseta contendo água. Esse material retido na peneira de 500 Mesh foi retirado, com o auxílio de uma pisseta e colocado em um becker. As suspensões resultantes foram transferidas para tubos falcon de 10 mL, devidamente identificados, e acondicionados em geladeira para evitar altas temperaturas e manter as amostras em bom estado, para posterior contagem dos nematoides. Esse processo foi realizado nas plantas com sintomas e sem sintomas, nas quatro partes das plantas separadamente, totalizando 180 amostras.

A identificação e contagem dos nematoides foi realizada em microscópio fotônico com lentes em magnitude de 1000x e 400x, respectivamente. Foram realizadas contagens nas amostras da haste, pecíolo, folha e parte apical. Para quantificar os nematoides presentes na amostra, primeiramente todas as amostras foram reduzidas o volume da suspensão para 5 mL. Para isso, as amostras foram mantidas na tela para realizar a decantação por 30 minutos, até que

os nematoides se encontrassem no fundo do tubo. Com o auxílio de uma pisseta foi retirado vagorosamente, o volume excedente de 5 mL. A suspensão restante foi uniformizada, retirando somente uma alíquota de 1 mL, essa suspensão foi colocada na câmara de Peters e realizada a quantificação dos nematoides em microscópio fotônico. Após a contagem, os números obtidos foram multiplicados por 5 para expressar a quantidade relativa ao volume total da suspensão de cada amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados referentes a análise de variância é possível observar que houve diferença estatística em relação a sintomatologia das plantas, onde é possível observar que as plantas com o parasitismo do nematoide *Aphelenchoides besseyi* influenciaram nas variáveis altura da planta, peso da folha, peso da haste, peso da vagem e números de vagens. As demais variáveis como o peso da parte aérea da planta, peso do pecíolo e peso da parte apical não foram significativas. Em relação aos estádios fenológicos todas as variáveis foram significativas, mas como a planta estava se desenvolvendo o nematoide não influenciou essas variáveis. Os dados da análise de variância podem ser observados na Tabela 1.

De acordo com Favoreto e Meyer (2019), em altas temperaturas e chuvas intensas o nematoide *A. besseyi* migra do solo para a parte aérea das plantas, no início da fase vegetativa. A relação parasitaria desse nematoide é considerada ectoparasita e endoparasita, ou seja, ele vai se mover externamente na planta através de um filme de água e também pode causar infecções na planta através das raízes.

Tabela 1 - Análise de variância em plantas de soja com e sem sintomas da soja louca II em estádios fenológicos diferentes (V7, R2 e R5.3). AP (altura da planta), PPAP (peso da parte aérea da planta), PF (peso da folha), PP (peso do pecíolo), PH (peso da haste), PPA (peso da parte aérea), PV (peso da vagem), NV (número de vagens)

	FV	AP	PPAP	PF	PP	PH	PPA	PV	NV
Estádios		193.94**	401.05**	38.41**	46.38**	87.94**	162.30**	93.48**	99.59**
Sintomatologia		15.82**	1.44 ns	14.95**	2.16 ns	25.23**	1.75 ns	74.27**	85.97**
ExS		5.91**	0.92 ns	6.71**	3.21*	85.53**	1.75 ns	72.43**	81.87**
Resíduo		184.25	249.058	90.86	73.39	90.95	0.017	30.35	160.09
Média geral		91.78	48.64	26.05	20.37	24.86	0.176	5.95	14.87
CV%		14.79	32.45	36.58	42.06	38.35	74.47	92.56	85.05

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

A presença do nematoide *A. besseyi* influenciaram significativamente as variáveis altura da planta, peso da folha e peso do pecíolo principalmente a partir do estágio reprodutivo (R2 e R5.3), mostrando diferenças significativas no estágio R5.3 em relação a interação dos estádios fenológicos e os tratamentos (plantas com e sem sintomas da soja louca II), já as variáveis peso da parte aérea da planta e peso da parte apical não apresentaram diferença estatística em relação a interação (Tabela 2). Segundo Favoreto e Meyer (2023), os sintomas dessa doença são visíveis no estágio vegetativo, mas com sintomas mais evidentes no reprodutivo, o que pode apresentar maiores influências desse nematoide na produtividade da cultura. Segundo Favoreto e Meyer (2019), esses nematoides podem estar presentes principalmente em nós e folhas jovens, onde são seus principais sítios de alimentação onde ele se multiplica e se alimenta de forma intensa, causando danos nos tecidos das plantas.

Tabela 2 - Interação entre a densidade populacional de *Aphelenchoides besseyi* na cultura da soja em estádios V7, R2 e R5.3 em plantas com e sem sintomas da soja louca II. AP (altura da planta), PF (peso da folha), PP (peso do pecíolo).

Estádio	Sintomatologia		Sintomatologia		Sintomatologia	
	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas
	AP		PF		PP	
V7	55.32 cA	55.10 cA	12.55 bA	14.64 bA	8.00 cA	9.11 bA
R2	108.43 bA	84.26 bB	30.82 aA	33.88 aA	30.25 aA	28.23 aA
R5.3	128.66 aA	118.90 aA	23.13 aB	41.30 aA	18.86 bB	27.75 aA

Letras minúscula diferentes na mesma coluna são significativas e letras maiúsculas na mesma linha são significativas pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

A variável peso da haste foi significativa em todos os estádios fenológicos da cultura, enquanto, a variável peso da vagem apresentou diferença estatística nos estádios V7 e R2 e a variável número de vagens apresentou diferença significativa principalmente no estágio R5.3 em relação a interação dos estádios e os tratamentos analisados. O número de vagens apresentou uma média de 4,93 em plantas com sintomas e 77,93 nas sem sintomas, causando o abortamento de vagens. Observa-se que o nematoide *A. besseyi* influenciou o peso das estruturas e principalmente a variável número de vagens (Tabela 3). Segundo Loreto et al. (2022), a presença de nematoide em partes aéreas tem maiores influências na redução do número de vagens e grãos, podendo causar danos a produtividade da soja.

Tabela 3 - Interação da densidade populacional de *Aphelenchoides besseyi* em estruturas de plantas de soja nos estádios V7, R2 e R5.3, em plantas com e sem sintomas da soja louca II. PH (peso da haste), PV (peso da vagem), NV (número de vagens)

Estádio	Sintomatologia		Sintomatologia		Sintomatologia	
	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas
	PH		PV		NV	
V7	12.52 bA	5.56 cB	0.00 bA	0.00 aA	0.00 bA	0.00 aA
R2	46.64 aA	36.66 bB	0.80 bA	0.55 aA	3.80 bA	2.60 aA
R5.3	0.27 cB	47.51 aA	32.06 aA	2.28 aB	77.93aA	4.93 aB

Letras minúscula diferentes na mesma coluna são significativas e letras maiúsculas na mesma linha são significativas pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisar os dados obtidos na análise de variância é possível observar que a variável número de nematoides foi significativa tanto durante os três estádios fenológicos da soja, como em relação a sintomatologia e as estruturas das plantas, ou seja, a presença do nematoide influenciou o desenvolvimento da cultura da soja durante seu ciclo vegetativo e reprodutivo (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância em estruturas de plantas com e sem sintomas da soja louca II em estádios fenológicos V7, R2 e R5.3. NN (número de nematoides)

	FV	NN
Estádio		173,55 **
Sintomas		1994,34**
Estruturas		577,76 **
ExSxE		25,12**
Resíduo		17.30
Média Geral		9.79
CV%		42.49

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

A densidade populacional de *A. besseyi* encontrados na haste, pecíolo, folha, parte apical e vagem, diferem entre si em relação aos tratamentos (plantas com e sem sintomas), tendo populações de nematoides diferentes em todos os estádios fenológicos da soja (V7, R2 e R5.3) (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Densidade populacional de *Aphelenchoides besseyi* em haste e pecíolo em plantas com e sem sintomas da soja louca II, nos estádios V7, R2 e R5.3. NNH (número de nematoides na haste), NNP (número de nematoides no pecíolo)

Estádio	Sintomatologia			
	Sem sintomas	Com Sintomas	Sem Sintomas	Com Sintomas
	NNH		NNP	
V7	0.00 aC	3.93 Bbc	0.00 aC	2.66 bBC
R2	0.00 aD	5.00 bC	0.00 aD	3.73 bCD
R5.3	0.00 aD	10.53 aC	0.00 aD	12.46 aC

Letras minúscula diferentes na mesma coluna são significativas e letras maiúsculas na mesma linha são significativas pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

As maiores populações de nematoides foram encontradas nas folhas e na vagem com médias diferentes em cada estágio fenológico da cultura. Nas folhas é possível observar um aumento da quantidade populacional do *A. besseyi* no decorrer do tempo, nas folhas apresentou média de 31,20 no estágio V7, 50 no estágio R2 e 70,66 no estágio R5.3. Sendo assim é possível perceber que o nematoide teve populações crescentes principalmente nas folhas. Nas vagens apresentou uma média de 10,26 no estágio R2 e 28,53 no estágio R5.3, também apresentando quantidades diferentes durante o desenvolvimento da cultura, as menores populações de *A. besseyi* foram encontradas na haste e no pecíolo (Tabela 6). Dados semelhantes foram encontrados em estudo realizado por Favoreto et al. (2018), onde foram encontrados maiores quantidades nas folhas. Foi observado que na folha ocorreu diferença na quantidade populacional no decorrer do desenvolvimento da planta, com esse estudo foi observado a movimentação ascendente desse nematoide com o decorrer do tempo de cultivo.

Observou-se que o nematoide apresentou populações significativas principalmente na fase R5.3, sendo nessa fase que o nematoide pode ocasionar maiores danos às plantas. De acordo com Favoreto e Meyer (2019), entre os danos que essa doença pode causar, estão a redução no número de vagens, deformações, lesões necróticas e marrons, plantas que são consideradas sadias atingem seu ponto ideal de colheita, enquanto plantas com sintomas não maturam dentro do ciclo normal da cultura, mantendo-se verdes no campo.

Em estudos realizados por Deifeld (2017), na região de São Benedito do Rio Preto, Maranhão, as maiores populações de *A. besseyi* foram encontradas nos nós e nas vagens, mas não foram encontradas populações significativas nas folhas.

Com esses dados, é possível perceber que os nematoides foram encontrados em maior quantidade nas folhas onde é mais visível os sintomas da doença, o que pode ter sido causado por fatores bióticos ou abióticos dessa região de Chapadinha, Maranhão. Segundo França et al.

(2019), para se estabelecer um limite em relação aos danos causados por essa espécie de fitonematoides não é uma tarefa fácil, pois as alterações que podem ocorrer nas plantas hospedeiras podem estar relacionadas com fatores bióticos e abióticos.

Tabela 6 - Densidade populacional de *Aphelenchoides besseyi* na cultura da soja em folha, parte apical e vagem, em plantas com e sem sintomas da soja louca II em estádios V7, R2 e R5.3. NNF (número de nematoides na folha), NNPA (número de nematoides na parte apical) e NNV (número de nematoides na vagem)

Estádio	Sintomatologia		Sintomatologia		Sintomatologia	
	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas	Sem sintomas	Com sintomas
	NNF		NNPA		NNV	
V7	0.00 aC	31.20 cA	0.00 aC	6.00 cB	-	-
R2	0.00 aD	50.00 bA	-	-	0.00 aD	10.26 bB
R5.3	0.00 aD	70.66 aA	-	-	0.00 aD	28.53 aB

Letras minúscula diferentes na mesma coluna são significativas e letras maiúsculas na mesma linha são significativas pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos sintomas observados na planta na fase V7 foram mais visíveis nas folhas, enquanto, a partir do estágio R2 e R5.3, foi possível observar tanto nas folhas, como no caule. Segundo Favoreto e Meyer (2019), entre os sintomas que são observados em plantas com sintomas estão: afilamentos das folhas no topo das plantas, enrugamento das nervuras, coloração mais escura, menor pilosidade e engrossamento de nós. Em caso de infecções severas, as vagens podem apresentaram lesões, apodrecimento e uma redução no número de vagens. Segundo Favoreto et al. (2023), sintomas similares ao da soja podem ser observados na cultura do algodoeiro, como deformações foliares, embolhamento e engrossamento de nós.

5. CONCLUSÕES

As populações de nematoides *Aphelenchoides besseyi* encontradas parasitando as plantas de soja influenciaram no desenvolvimento da cultura com diferenças significativas nas variáveis das estruturas das plantas analisadas. Folhas e vagens obtiveram as maiores populações de *A. besseyi* e as menores, na haste e no pecíolo. Em relação ao estágio fenológico da soja, as maiores populações encontradas no estágio R2 e R5.3, revelam que houve populações crescente durante o desenvolvimento da cultura.

REFERENCIAS

ADAMA, 2020. **Nematoides:** entenda mais sobre esse problema. Disponível em: <https://portaladama.com/nematoides/>. Acesso em: 26 maio. 2023.

AGRO E NEGÓCIOS. **Grãos/ocde-fao:** produção global de soja deve aumentar 1,1% ao ano entre 2021 e 2030. Disponível em: <https://neweseguros.com.br/graos-ocde-fao-producao-global-de-soja-deve-aumentar-11-ao-ano-entre-2021-e-2030/> Acesso em: 15. abr. 2023.

AGRO BEYER, 2023. **Conheça a doença Soja Louca II.** Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/doenca-soja-louca>. Acesso em: 14 maio. 2023.

AGRO LINK, 2023. **Nematóide do crisântemo:** (*Aphelenchoides ritzemabosi*). Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/nematóide-do-crisantemo_2571.html. Acesso em: 14 maio. 2023.

AGRONOMICA, 2022. *Aphelenchoides fragariae* em morangueiro. Disponível em: <https://www.agronomicabr.com.br/DetalheAgriporticus.aspx?id=2065>. Acesso em: 26 maio. 2023.

AGROPOS, 2023. **Conheça as 9 Principais Pragas da Soja e como Combatê-las!** Disponível em: <https://agropos.com.br/pragas-da-soja/>. Acesso em: 26 maio. 2023.

ALMEIDA, J. G; SODRÉ, R. B; DE MATTOS JUNIOR, J. S. O matopiba nas chapadas maranhenses: impactos da expansão do agronegócio na microrregião de chapadinha/the matopiba in the Maranhão plateau: impacts of the expansion of agrobusiness in the Chapadinha microregion/El MATOPIBA en las chapadas maranhenses: impactos de la expansión del agronegocio en la microrregión de Chapadinha. **Revista Nera**, n. 47, p. 248-271, 2019.

ANTUNES, J. M. **Espaçamento reduzido na soja pode potencializar os rendimentos da lavoura.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/39501713/espacamento-reduzido-na-soja-pode-potencializar-os-rendimentos-da-lavoura#:~:text=Indica%C3%A7%C3%B5es%20a%20recomenda%C3%A7%C3%A3o%20contida%20nas,a%2050cm%20entre%20as%20fileiras..> Acesso em: 26 maio. 2023.

APROSOJA, **A Soja**. 2021. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 12 maio. 2023.

BITTENCOURT, M. **Espaçamento entre plantas e entre linhas**: saiba qual é o ideal para a sua lavoura. AEGRO, 2021. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/espacamento-entre-plantas-e-entre-linhas/#:~:text=A%20soja%20%C3%A9%20cultivada%20no,cm%20entre%20plantas%20na%20linha..> Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASMAX, 2022. **Adubação para soja: recomendações e melhores práticas para o solo**. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/adubacao-para-soja/>. Acesso em: 26 maio. 2023.-

BRIGHENTI, A. M; ADEGAS, F. S; VOLL, E; GAZZIERO, D. L. P. **Manejo de plantas daninhas**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/manejo-de-plantas-daninhas>. Acesso em: 26 maio. 2023.

CAMPO E NEGOCIO, 2022. **Nematoide que ataca parte aérea da planta**. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/nematoide-que-ataca-parte-aerea-da-planta-pode-causar-perdas-de-ate-100/>. Acesso em: 27 maio. 2023.

CHINELATO, G. **6 principais doenças do arroz e como livrar sua lavoura delas**. AEGRO, 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/doencas-do-arroz/#:~:text=A%20ponta%20branca%20%C3%A9%20uma,relev%C3%A2ncia%20em%20cultivos%20com%20irriga%C3%A7%C3%A3o..> Acesso em: 27 maio. 2023.

CONAB. 2022. **Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15. fev. 2023.

DALL'AGNOL, A; DE OLIVEIRA, A. B; LAZZAROTTO, J. J; HIRAKURI, M. H. EMBRAPA, 2021. **Perspectivas da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/perspectivas-da-soja>. Acesso em: 26 maio. 2023.

DEIFELD, H. P. D. **Influência da população de *Aphelenchoides besseyi* em cultivo de soja, no Município de São Benedito Do Rio Preto–Maranhão**. 2017.

DEIFELD, H. P. D. **Manejo da soja louca II**: hospedabilidade de *Aphelenchoides besseyi* em culturas de rotação e sucessão. 26 f. Dissertação de Mestrado (Profissional em Defesa Sanitária Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, 2021.

DIGIFARMZ, 2021. **Nematoides**: O que são e quais danos são causados por eles? Disponível em: <https://www.digifarmz.com/blog/nematoides/>. Acesso em: 14 maio. 2023.

DIGIFARMZ, 2022. **Produtividade da soja**: quais são os fatores determinantes? Disponível em: <https://www.digifarmz.com/blog/fatores-determinantes-produtividade-soja/#:~:text=Os%20fatores%20que%20comp%C3%B5em%20o,n%C3%BAmero%20de%20vagens%20por%20planta>. Acesso em: 22 abr. 2023.

EMBRAPA, 2018. **Matopiba**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em: 26 maio. 2023.

EMBRAPA, 2020. **História da soja**: No Brasil. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 05 maio. 2023.

EMBRAPA; 2021. **Embrapa disponibiliza versão digital gratuita do livro A Saga da Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/59740291/bemr-apa-disponibiliza-versao-digital-gratuita-do-livro-a-saga-da-soja#:~:text=aee%40gmail.com-,O%20livro%20a%20Saga%20da%20Soja%20%E2%80%93%20de%201050%20a.C%20a,e%20pode%20ser%20baixado%20gratuitamente>. Acesso em: 12 mar. 2023.

FREITAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. EMBRAPA, 2021. **Temperatura**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigencias-climaticas/temperatura>. Acesso em: 26 maio. 2023.

FAVORETO, L.; MEYER, M. C.; MACHADO, A. C. Z.; LORETO, R. B. O. **Nematoide *Aphelenchoides besseyi***: Situação nas Culturas de Soja e Algodão. 2023.

FAVORETO, L; MEYER, M. C; FALEIRO, V. O; CALANDRELLI, A; DA SILVA, M. C. M; DA SILVA, S. A. **Soja louca II**: primeiro estudo da relação patógeno-hospedeiro. 2018.

FAVORETO, L; MEYER, M.C; KLEPKER, D; CAMPOS, L.J.M; PAIVA, E.V. **Ocorrência de *Aphelenchoides sp.* em plantas de soja com sintomas de Soja Louca II**. 2019.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. **Manaus: Norma Editora**, v. 1, p. 251, 2016.

FIELDVIEW, 2022. **Conheça os 3 principais tipos de semente de soja**. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/tipos-semente-soja#:~:text=Diante%20dessa%20capacidade%2C%20hoje%20em,dos%20cultivares%20dispon%C3%ADveis%20no%20mercado>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FIESP. **Soja e suas riquezas** – História. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/soja-e-suas-riquezas-historia/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

FRANÇA, P. P; LORETO, R. B; FAVORETO, L; MEYER, M. C; ANDRADE, D. F. M. A; SILVA, S. A. **Desenvolvimento da soja sob diferentes níveis populacionais de *Aphelenchoides besseyi* e *Pratylenchus brachyurus***. 2019.

FREITAS, C. G. **Desenvolvimento regional e agricultura**: Uma análise da sojicultura na microrregião de Chapadinha-MA. 2022.

GARCIA, A. 2021. **Instalação da lavoura**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/em/agenzia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/preproducao/instalacao-da-lavoura>. Acesso em: 26 maio. 2023.

GLOBO RURAL, 2020. **Produtores do Maranhão iniciam plantio da soja**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2020/11/08/produtores-do-maranhao-iniciam-plantio-da-soja.ghtml>. Acesso em: 26 maio. 2023.

GUIMARES, F. C. M; FARIAS, J. R. B; NEUMAIER, N; NEPOMUCENO, A.L. **Seca**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/biotecnologia/seca>. Acesso em: 03 maio. 23.

HIRAKURI, M. H; DALL'AGNOL, A; DE OLIVEIRA, A. B; LAZZAROTTO, J. J. EMBRAPA, 2021. **Socioeconomia**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia>. Acesso em: 26 maio. 2023.

LORETO, R. B; DIAS J. P; FAVORETO, L; MEYER, M. C; MOREIRA, A. Desenvolvimento da soja sob diferentes populações de *Aphelenchoides besseyi* e *Meloidogyne incognita*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 4, p. 1595-1604, 2022.

LORINI, I.; SILVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, M. A. de; MANDARINO, J. M. G.; HENNING, A. A. KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; BENASSI, V. T.; CONTE, O.; HENNING, F. A. **Colheita e pós-colheita de grãos**. EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1131180>. Acesso em: 07 maio. 2023.

MACEDO, 2022. **Saiba mais sobre o nematoide *Aphelenchoides besseyi***. Disponível em: <https://iphytus.com/aphelenchoides-besseyi-soja-louca/>. Acesso em: 12 maio. 2023.

MAIS SOJA. **O nematoide da haste verde**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/o-nematoide-da-haste-verde/>. Acesso em: 12 maio. 2023.

MATTANA, J. MANEJE BEM, 2018. **Doença do arroz – ponta branca**. Disponível em: <https://www.manejebem.com.br/doenca/doenca-do-arroz-ponta-branca>. Acesso em: 27 maio. 2023.

MENEZES, I. 2022. **Soja Louca: o que você precisa saber**. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/soja-louca-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 08 mar. 2023.

MEYER, M. C. KLEPKER, D. **Efeito do manejo de solo e sistemas de cultivo na incidência de Soja Louca II**. 2018.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja.**

EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-soja>. Acesso em: 05 maio. 2023.

NUNES, J. L.S da. **Características da soja.** Agrolink, 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html. Acesso em: 21 abr. 2023.

PEREIRA, F. S.; PEREIRA, L. S.; CONTINI, R. E.; STEMPKOWSKI, L. A.; ZANELLA, E. J.; SANTOS, K. Testes fisiológicos de diferentes lotes de sementes de soja. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p. 1520-1529, 2018.

PORTUGAL, F. A. F.; SILVEIRA, J. M. **Técnicas de colheita de soja.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/colheita/tecnicas-de-colheita-de-soja>. Acesso em: 06 maio. 2023.

REVISTA DA FRUTA, 2022. **O nematóide anão da primavera do morango: *Aphelenchoides fragariae*:** Doenças causadas por nematóides foliares podem ser reduzidas por boas práticas culturais. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/noticias-do-pomar/o-nematoide-anao-da-primavera-do-morango-aphelenchoides-fragariae-,419086.jhtml>. Acesso em: 14 maio. 2023.

RIBEIRO, G; SAUERWEIN, N. AGROMOVE, 2021. **Adubação para Altas Produtividades de Soja.** Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/adubacao-altas-produtividades-soja/>. Acesso em: 14 maio. 2023.

SANTOS, G.G; SOUSA, J. S; SANTOS, M. G; NERIS, J. P. F; FREITAS, T. P. M. Análise espaço – temporal da produção de soja na microrregião de Chapadinha – MA. In: **V Congresso Internacional das Ciências Agrárias**, 6, 2020, Edição 100% online: Instituto internacional despertando vocações. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/smart/2020/pdvagro/1982.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SANTOS, M. **O ciclo da soja**: tudo que você precisa saber do plantio à colheita.

Disponível em: <https://www.stoller.com.br/ciclo-da-soja-tudo-que-voce-precisa-saber-do-plantio-a-colheita/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SEIXAS, C. D. S; DIAS, W. P; HENNING, A. A; ALMEIDA, A. M. R; GODOY, C. V; SOARES, R. M, COSTAMILAN, L. M. EMBRAPA, 2021. **Doença da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacaotecnologica/cultivos/soja/producao,doenca-da-soja>. Acesso em: 26 maio. 2023.

SEIXAS, C.D.S; SOARES, R.M; GODOY, C.V; MEYER, M.C; COSTAMILAN, L.M; DIAS, W.P; ALMEIDA, A.M.R. **Manejo de doenças**. p. 227-264, 2020.

SERCERO, B. C. **Desenvolvimento de ferramenta molecular para diagnóstico de *Aphelenchoides besseyi***. 55f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Agricultura Conservacionista, Área de Concentração em Produção e Proteção Vegetal) - Instituto Agronômico do Paraná. 2020.

SILVA F.A.S, AZEVEDO, C.A.V. **The Assistat Software Version 7.7** and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September. 2016.

SILVA, F; BORÉM, A; SEDIYAMA, T; CÂMARA, G. **Soja**: do plantio à colheita. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 333p.

SILVEIRA, R.S. **Importância e manejo de nematoides em lavouras de soja no Brasil e perspectivas futuras**. 2021.

SMIDERLE, O. J. **Cultivo da Soja no Cerrado de Roraima**. Embrapa Roraima-Sistema de Produção (Infoteca-e), 2019.

UFRB. **Soja**. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/mapeneo/culturas-2/2-FARIASudo/43-soja>. Acesso em: 21 abr. 2023.