



## **BACHARELADO EM AGRONOMIA**

### **EFEITOS DE DOSES DE POTÁSSIO SOBRE PRATYLENCHUS BRACHYURUS EM SOJA**

**FILIPE OLIVEIRA FERRO ROTONDANO**

**Rio Verde – GO  
2021**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**EFEITOS DE DOSES DE POTÁSSIO SOBRE  
PRATYLENCHUS BRACHYURUS EM SOJA**

**FILIPPE OLIVEIRA FERRO ROTONDANO**

Trabalho de Curso  
apresentado ao Instituto  
Federal Goiano – Campus  
Rio Verde, como requisito  
parcial para a obtenção do  
Grau de Bacharelado em  
Agronomia.

Orientador: Prof. Leonardo de Castro  
Santos

Rio Verde – GO

Janeiro, 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

RR848e Rotondano, Filipe Oliveira Ferro  
Efeitos de doses de potássio sobre *Pratylenchus  
brachyurus* em soja / Filipe Oliveira Ferro  
Rotondano; orientador Leonardo de Castro Santos. --  
Rio Verde, 2021.  
26 p.

Monografia (Graduação em Agronomia) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Nematóide das lesões radiculares. 2. K20. 3.  
Adubação potássica. I. Santos, Leonardo de Castro,  
orient. II. Título.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelas bênçãos recebidas e pela força para concluir mais esta etapa.

Aos meus avós João Pereira e Silvânia Ribeiro, e meus pais Eliamar, Artur e Allan Ferro por sempre me apoiarem, pelo carinho, ensinamentos e dedicação por todo o período da graduação e durante a vida.

Ao meu irmão Gabriel, que também sempre me apoiou e sempre esteve ao meu lado, exemplo de companheirismo. Tenha certeza de que sempre vou fazer o mesmo por você.

A minha noiva e companheira Amandha, que esteve presente comigo durante toda a graduação, me dando total apoio, incentivo e me aconselhando sempre quando mais precisei. E desde já ao meu filho, Miguel, que já externo neste trabalho que você já me traz muita felicidade muito antes de nascer, tenha certeza que farei de tudo por sua felicidade.

Ao meu primo Wesley, pelos seus ensinamentos durante meu período de graduação e exímio profissionalismo na sua área de atuação.

Ao meu professor orientador Leonardo de Castro Santos, pela excelente orientação, dedicação, compreensão e incentivo, sendo essencial à realização deste trabalho.

A todos meus amigos de graduação, que estiveram comigo desde o princípio do curso.

Aos meus amigos de laboratório Paulo Victor Ferreira, Leandro Pereira Gomez e Francielly Pires, que foram de suma importância à realização deste trabalho.

Ao coordenador do Curso de Agronomia, professor Fernando Higino, pelo seu companheirismo, dedicação e todo apoio para meu crescimento e de outros alunos nessa jornada.

A todos os professores do IF Goiano – Campus Rio Verde que, de alguma forma, contribuíram ao longo do curso, para aprimorar meu conhecimento.

## RESUMO

ROTONDANO, Filipe Oliveira Ferro. **Efeito de doses de potássio sobre *Pratylenchus brachyurus* em soja**. 2021. 26p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

O nematoide das lesões radiculares tem causado danos elevados e crescentes na soja. A patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* é influenciada pela nutrição da planta hospedeira, e tem sido atribuído ao K, o efeito benéfico sobre a sanidade das plantas. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do potássio sobre populações de *P. brachyurus* na soja. O experimento foi conduzido na casa de vegetação, com vasos de 1,8 litros e solo de textura argilosa, com baixo teor de K, previamente autoclavado. Foi realizada a infestação com 400 nematoides/vaso nove dias após o plantio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos, sendo T0 (testemunha, sem aplicação de K<sub>2</sub>O), T1 (dose recomendada de K<sub>2</sub>O – 130 kg/ha), T2 (metade da dose recomendada de K<sub>2</sub>O – 65 kg/ha), T3 (dobro da dose recomendada de K<sub>2</sub>O – 260 kg/ha), e nove repetições. A adubação potássica foi realizada na forma de KCl, atendendo as recomendações da Fundação MT (2017). As doses foram aplicadas e incorporadas no solo no pré-plantio. Foi utilizada a cultivar NS7227RR e 53 dias após a infestação foi avaliada a massa fresca e seca da parte aérea e número de fêmeas/10g de raiz. Não houve diferença significativa entre as doses de K para os dados morfométricos. Todas as doses de K avaliadas reduziram a população de *P. brachyurus*. Com isso, conclui-se que a adubação potássica interfere reduzindo a população de *P. brachyurus*. No entanto são necessários mais estudos a fim de melhorar a questão da adubação potássica no controle do nematoide *P. brachyurus*.

**Palavras-chave:** Nematoide das lesões radiculares, K<sub>2</sub>O, NS7227RR, adubação potássica.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	06
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
2.1 A CULTURA DA SOJA .....	08
2.2 PANORAMA DO PRATYLENCHUS .....	08
2.3 MANEJO DO PRATYLENCHUS .....	10
2.4 ADUBAÇÃO POTÁSSICA DE BASE .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO .....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill (Leguminosae)] tem grande relevância no agronegócio brasileiro, sendo o maior produtor de soja do mundo com produção de 124,845 milhões de toneladas segundo o levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020). O estado de Goiás é o terceiro maior produtor da oleaginosa (atrás apenas de Mato Grosso e Paraná), grande parte da produção vem da região sudoeste do estado, onde a cultura da soja e milho é quase predominante na agricultura. A soja possui diversas formas de utilização tanto na alimentação animal (farelo de soja) como humana (óleo refinado), além de apresentar crescimento como fonte alternativa de biocombustível (COELHO et al., 2011).

Para que o potencial produtivo da cultura fosse impulsionado, foram necessárias muitas pesquisas, práticas de manejo e introdução de novas cultivares nas diversas regiões. Mesmo assim, estes avanços não impediram que fatores como os problemas fitossanitários (pragas e doenças) pudessem ser descartados (JUHÁSZ et al., 2013). Entre os diversos patógenos que incidem na cultura da soja, os danos ocasionados por nematoides têm se destacado, e as perdas na cultura ocasionadas por estes organismos têm sido causa de crescente preocupação entre os produtores (DIAS et al., 2010). Segundo Nicol et al. (2011), a porcentagem de dano, de perdas de produção por esses fitoparasitas é mais elevada em condições de climas tropicais e subtropicais, comparativamente com regiões de climas temperados, podendo comprometer até 30% da produção na cultura da soja.

O nematoide das lesões radiculares, pertence ao gênero *Pratylenchus*, mundialmente reconhecido como um dos maiores problemas em culturas de grande importância econômica, como por exemplo, soja, milho, algodão, feijão, café, cana-de-açúcar, além de diversas forrageiras, hortaliças e frutíferas (GOULART, 2008). Nos últimos anos, os nematoides das lesões radiculares têm causado danos elevados e crescentes, além de perdas econômicas extremamente preocupantes em diversas culturas e em várias regiões do Brasil (FRANCHINI et al., 2014), e se intensificou com o aumento de cultivos de soja e milho principalmente. Das 68 espécies de *Pratylenchus* spp. consideradas válidas (CASTILLO & VOVLAS, 2007), *P. brachyurus* é a única relevante para a soja (DIAS et al., 2010).

Dentre as regiões que tem sofrido com os danos elevados, a região Centro-Oeste é uma das que têm apresentado grandes dificuldades, uma vez que se predomina o cerrado

brasileiro, onde as condições de clima tropical e solo maioritariamente ácido são favoráveis a essa espécie (Dias et al., 2010). Por ser um nematoide com ampla gama de hospedeiros, o manejo via rotação de culturas é dificultado, uma vez que poucas espécies de plantas apresentam resistência a *P. brachyurus*, (MACHADO, 2019).

A patogenicidade de *Pratylenchus* é influenciada pela nutrição da planta hospedeira e por fatores edáficos e, nesse sentido, alguns aspectos podem ser ressaltados, como: números de exemplares de *Pratylenchus* nas raízes normalmente são mais baixos em condições de deficiência nutricional da planta hospedeira; melhor nutrição da planta geralmente aumenta a tolerância ao ataque do nematoide; o parasitismo pelo nematoide das lesões radiculares reduz a absorção de água e nutrientes pelas raízes (MELAKEBERHAN et al., 1997; MELAKEBERHAN, 2004).

Tanto macro como micronutrientes, em doses não equilibradas, influenciam o vigor e a reação de defesa das plantas e podem contribuir para a mudança na suscetibilidade do hospedeiro às doenças (BEDENDO, 1995). O Potássio (K) pode influenciar a atividade de várias enzimas presentes nas plantas, necessárias em várias reações envolvidas na utilização de energia, síntese de amido, metabolismo do nitrogênio e respiração, resultando no aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de muitos patógenos (MARSCHNER, 1986). As principais funções do potássio na planta estão relacionadas à ativação enzimática, relações com a água, relações com energia, translocação de assimilados, captação de nitrogênio e síntese de proteínas e de amido (WALLINGFORD, 1980). De acordo com Perrenoud (1990), tem sido atribuído ao potássio o efeito benéfico sobre a sanidade das plantas, sendo um dos nutrientes que exerce grande influência sobre os nematoides (BARBOSA et al., 2009; BORIN et al., 2017).

Embora os fertilizantes sejam largamente utilizados na agricultura, a ação dos mesmos na redução do estresse causado por *P. brachyurus* e por outros patógenos recebe pouca atenção. Como o estado nutricional da planta de soja influi também no número de nematóides que dela se alimentam, o monitoramento da população de nematóides e da fertilidade do solo é de fundamental importância para orientar as práticas de manejo e as técnicas de recuperação de áreas infestadas (YORINORI, 1994). Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses de K aplicadas sobre a população de *P. brachyurus* em soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja [*Glycine max* (L). Merrill] é uma planta milenar, da família Fabaceae. Tem sua origem no continente Asiático na região da antiga Manchúria, atual China. Dessa região, por seu elevado valor alimentício, expandiu-se para outras partes do Oriente, Coréia e Japão. Nos séculos XV e XVI, a soja chegou ao Ocidente e na América e foi cultivada nos Estados Unidos como planta não só como produtora de grãos, mas também como forrageira. No Brasil, chegou à Bahia em 1882, trazida dos EUA e espalhou-se para São Paulo e Rio Grande do Sul, com maior desenvolvimento no Centro-Oeste brasileiro (PAIVA et al., 2006). Com grande importância até os dias atuais.

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento a produção nacional de soja na safra 2019/2020 foi de 124,845 milhões de toneladas, o estado de Goiás contribui com 13,159 milhões de toneladas dessa produção. Evidenciando assim a importância do estado de Goiás para a produção nacional de soja (CONAB, 2020).

### 2.2 PANORAMA PRATYLENCHUS

Os nematóides das lesões radiculares pertencem ao gênero *Pratylenchus*, mundialmente reconhecido como um dos maiores problemas em culturas de grande importância econômica, como, por exemplo, soja, milho, algodão, feijão, café, cana-de-açúcar, além de diversas forrageiras, hortaliças e frutíferas. Segundo Castillo & Vovlas (2007), atualmente existem 68 espécies do gênero *Pratylenchus* que estão distribuídas em todo o mundo, parasitando dezenas de espécies vegetais. No Brasil, as espécies mais importantes do gênero são *P. brachyurus*, *P. zae* e *P. coffeae*, considerando as perdas econômicas e os danos causados, a distribuição geográfica e o número de plantas hospedeiras.

*Pratylenchus* spp. são fitonematoides polípagos e é um endoparasita migrador que migra através ou entre as células do córtex, alimentando-se do conteúdo celular, destruindo as células e causando lesões necróticas ao longo das raízes que podem matar todo sistema radicular quando ocorre em alta infestação (LORDELLO, 1984). Os nematoides das lesões radiculares movem-se ao longo do tecido cortical das raízes invadidas, provocando morte de células devido à alimentação de seus conteúdos citoplasmáticos e destruição mecânica devido à sua movimentação (MACHADO, 2019). Ainda, de acordo com Machado (2019),

o tecido radicular lesionado é colonizado por fungos e bactérias oportunistas presentes no solo, o que causa escurecimento das raízes e o sintoma típico desse grupo, as lesões radiculares não estabelecerem uma relação prolongada com seus hospedeiros, o principal mecanismo de resistência a nematoides, encontrado na maioria das espécies de plantas para os nematoides sedentários, ou seja, o abortamento do tecido nutridor via reação de hipersensibilidade, não é efetivo para *P. brachyurus*. Esse tipo de resistência é conhecido como pós-infeccional, ou resistência ativa, e envolve mecanismos de defesa da planta que ocorrem após o ataque do nematoide, como algumas respostas fisiológicas que induzem necrose localizada e restringem a capacidade do nematoide de incitar a formação do tecido nutridor, essencial para seu desenvolvimento (MACHADO, 2019; FERRAZ, 2006; FREITAS et al., 2001; DINARDO-MIRANDA, 2005).

O ciclo de vida de *Pratylenchus* é simples e relativamente rápido, normalmente ocorrem várias gerações em uma única safra da cultura hospedeira. Altas populações podem ser detectadas nas raízes infectadas, logo no início da cultura, porém essas populações podem se tornar extremamente baixas, especialmente na ausência de cultura hospedeira (LOOF, 1991). A fêmea deposita os ovos no interior das raízes ou no solo próximo à superfície das raízes (postura isolada, sem formação de massa de ovos). O tempo necessário para completar o ciclo de vida é de 3 a 4 semanas (em média), porém varia muito, dependendo principalmente da temperatura, da umidade, da espécie da planta hospedeira e da espécie da *Pratylenchus* (TIHOHOD, 1997; FERRAZ; MONTEIRO, 1995; CASTILLO; VOVLAS, 2007).

Nos últimos anos, os nematoides das lesões radiculares têm causado danos elevados e crescentes associados a perdas econômicas significativas, especialmente no Cerrado e nas culturas da soja e do milho. As causas desse aumento da importância econômica ainda não estão bem esclarecidas, mas parecem estar relacionadas com a adoção de sistemas de produção (DIAS et al., 2010) com uma ou mais das seguintes características associadas: ausência de rotação de culturas; rotação ou sucessão com culturas hospedeiras do nematoide, como soja e milho; sistema plantio direto ou cultivo mínimo, mantendo o solo com umidade mais elevada e adequada para os nematoides; uso mais frequente de solos com textura arenosa ou média; compactação de solo; baixa fertilidade do solo; e ocorrência simultânea de outros patógenos de solo (GOULART, 2008). O problema é agravado pela inexistência, até o presente momento, de cultivares de soja tolerantes/resistentes a *P. brachyurus* (MACHADO, 2019), ao contrário do relatado para outras espécies de nematoides, como o de cisto ou de galha.

No Brasil, a espécie *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY, 1929), Filipjev & Shuurmans-Stekhoven, 1941, tem sido o nematoide fitoparasito mais frequente em áreas de produção de soja e algodão do Cerrado (RIBEIRO et al., 2010; SILVA et al., 2004), onde populações elevadas, principalmente em raízes de soja, são frequentes e, em algumas situações, causam reduções de produtividade em soja de até 30% (DIAS et al., 2010).

### 2.3 MANEJO DO PRATYLENCHUS

O uso de cultivares resistentes seria o método ideal de manejo, uma vez que é eficiente na redução populacional do nematoide, bem como não aumenta o custo de produção, já que a própria semente é a ferramenta de manejo e não há a necessidade de adaptação de maquinário agrícola dentro da lavoura. No entanto, a falta de materiais resistentes a *P. brachyurus* em cultivares de soja usualmente cultivadas no Brasil Central, e, falta de espécies vegetais resistentes, empregadas como plantas de cobertura e adubos verdes (RIBEIRO et al., 2007; MACHADO, 2019) fez com que a busca por estratégias de manejo desse nematoide se concentrasse no uso de práticas culturais, através da introdução de espécies não hospedeiras nos sistemas ou modelos de produção.

Para a soja, existem algumas cultivares consideradas moderadamente resistentes ou, como são conhecidas mais popularmente, com baixo fator de reprodução. Dessa forma, têm se recomendado a rotação ou a sucessão da soja com culturas não hospedeiras ou com hospedeiras desfavoráveis como métodos mais promissores de manejo de *P. brachyurus* (INOMOTO et al., 2006; MACHADO et al., 2007; INOMOTO, 2011; QUEIRÓZ et al., 2014). No entanto, a ampla gama de hospedeiros de *P. brachyurus* dificulta a seleção de espécies vegetais para a composição de esquemas de rotação ou sucessão (GOULART, 2008), fazendo com que a capacidade de multiplicar o nematoide, por diferentes espécies vegetais, fosse extensivamente estudada em casa de vegetação. Queiróz et al. (2014), visando entender e buscar soluções para o comportamento deste nematoide em relação à culturas de cobertura e adubos verde, indicaram que *Crotalaria spectabilis* Roth, *C. breviflora* DC. e *C. ochroleuca* G. Don são as melhores espécies para a redução da população de *P. brachyurus*. Além disso, os estudos realizados em campo por Debiasi et al. (2016) e Costa et al (2014) no Estado do Mato Grosso também demonstraram a eficácia da crotalária no manejo do nematoide, com redução em aproximadamente 60% a densidade populacional de *P. brachyurus*, em comparação à testemunha capinada.

Para explicar esse controle por parte das crotalárias acredita-se que o principal

mecanismo envolvido na supressão dos nematoides pelas crotalárias é a capacidade que estas plantas apresentam de atuar como armadilhas, ou seja, de permitir a penetração nas suas raízes, nas fases juvenis, e de impedir o desenvolvimento subsequente do nematoide (WARNKE et al., 2008; CURTO et al., 2015).

O manejo de nematoides através de nematicidas químicos é uma forma de controle amplamente utilizada, entretanto, a diminuição da eficiência por uso inadequado do produto vem possibilitando cada vez mais a abertura à outras alternativas de controle (VITTI et al., 2014). Carbamatos e organofosforados (cadusafós, por exemplo) utilizados como nematicidas são inibidores da enzima acetilcolinesterase, impedindo a inativação do neurotransmissor acetilcolina. Com isso, ocorre uma superestimulação das terminações nervosas e causa a hiper excitação, seguido de convulsão e paralisação do indivíduo, provocando sua morte. A grande maioria apresenta classe toxicológica I (extremamente tóxico) e periculosidade ambiental II (muito perigoso) (VIDAL et al., 2016), necessitando assim do uso racional e cuidadoso para evitar contaminações e intoxicações.

Na ausência da resistência aos nematoides, o controle biológico atrelado ao controle químico têm sido o mais empregado. Uma grande quantidade de microorganismos é capaz de repelir, inibir ou mesmo levar a morte dos fitonematoides. Cerca de 200 inimigos naturais de fitonematoides já foram reportados, dentre eles, fungos, bactérias, nematoides predadores, ácaros e outros (LARRIBA et al, 2014). Como exemplo Larriba et al (2014) observou que o fungo nematófago *Pochonia chlamydosporia* é capaz de colonizar as raízes da soja, onde a habilidade de fungos nematófagos colonizarem raízes é uma grande vantagem no combate aos nematoides se estes fungos apresentarem bom potencial de controle. Outro exemplo é o fungo *Purpureocillium lilacinum* como um potencial agente de controle biológico de nematoides (RAJINIKANTH et al., 2013). *P. lilacinum* infecta ovos e fêmeas de espécies de nematoides através dos mecanismos de parasitismo dos ovos, causando diminuição da eclosão e a morte de embriões de 5 a 7 dias. Produz também toxinas que afetam o sistema nervoso dos nematoides e causam deformações no estilete nos que sobrevivem. Este fungo tem demonstrados excelentes resultados em diversas condições de clima e solo (MUHKAR et al., 2015; MOOSAVI & ZARE, 2012).

A rotação de culturas é atualmente uma das técnicas mais utilizadas no manejo de nematoides, intercalando culturas suscetíveis com culturas não suscetíveis ou com baixo fator de reprodução (CARDOSO et al., 2019). Como outro método de controle cultural recomenda-se a adoção da semeadura direta. Esse modo de cultivo potencializa a ação de

inimigos naturais do nematoide e dificulta a dispersão de ovos e adultos, em função da redução da movimentação de máquinas e, principalmente, de solo. (TORRES et al., 2011).

## **2.4 ADUBAÇÃO POTÁSSICA DE BASE**

O manejo nutricional ajuda na mitigação dos danos causados pela ocorrência de doenças devido ao favorecimento do processo de renovação de tecidos radiculares e foliares (MARSCHNER, 2012), tornando valido ressaltar que o excesso de determinados nutrientes pode ser tão prejudicial quanto a sua falta, exemplo disso é que uma nutrição nitrogenada desbalanceada pode predispor as plantas de café a infecção pela ferrugem (WALLER et al. 2007). Dessa forma, plantas adequadamente nutridas, geralmente, apresentam maior capacidade de estabelecer barreiras de resistência, seja barreiras físicas, químicas, pré ou pós-formadas, diminuindo a predisposição das plantas ao ataque de patógenos (HUBER, 1997); por outro lado, quando as plantas estão em situação de desequilíbrio nutricional (deficientes ou excessivamente nutridas), podem se tornar mais predispostas à infecção (HUBER, 1997; AGRIOS, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Dentre as funções do potássio (K) está a ativação enzimática, a regulação da abertura e fechamento dos estômatos e o controle osmótico dos tecidos. O fornecimento adequado do nutriente para a soja favorece o aumento da nodulação, dos componentes de produção e do teor de óleo, além de reduzir a quantidade de grãos enrugados e aumentar a tolerância a estresses bióticos e abióticos (MENDONÇA et al., 2016).

O elemento potássio apresenta relevância fundamental para o crescimento e o metabolismo das plantas, pois é o ativador de mais de meia centena de reações enzimáticas (BORIN et al., 2017). A deficiência deste nutriente causa clorose internerval, seguida de necrose nos bordos e ápice das folhas velhas, devido à formação de putrescina. Lavoura com esta deficiência, além da redução do rendimento, produz grãos pequenos, enrugados e deformados com baixo vigor e baixo poder germinativo, a maturação da planta toda é atrasada, podendo causar também, a haste verde, retenção foliar e vagens chochas (SFREDO; BORKET, 2004).

A adubação potássica pode ser realizada tanto no sulco de semeadura quanto a lanço (BORKERT et al., 2005), sendo a aplicação a lanço antes da semeadura, preferencialmente em solos de textura argilosa, com teores médios e altos de K. Em relação à aplicação de K no sulco de semeadura, em razão do alto índice salino, alguns cuidados são recomendados na utilização desse fertilizante. Dentre eles, não aplicar doses superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> de

K<sub>2</sub>O no sulco de semeadura, visando reduzir os riscos do efeito salino sobre a germinação das sementes, principalmente em condições de estresse hídrico (OLIVEIRA et al., 2008).

Em geral, a nutrição adequada em K resulta em menor incidência de doenças, devido ao aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de muitos patógenos. O K aumenta a espessura da parede celular em células da epiderme, promove rigidez da estrutura dos tecidos, e regula o funcionamento dos estômatos, além de promover uma rápida recuperação dos tecidos injuriados (HUBER e ARNY, 1985; MARSCHNER, 1986). Também tem sido observado que, em plantas mais resistentes, o acúmulo de fitoalexinas e fenóis ao redor dos sítios de infecção está relacionado com a presença de K (HUBER & ARNY, 1985). Em relação ao parasitismo por fitonematoides, existem evidências consideráveis de que injúrias causadas por *H. glycines* são mais severas em solos de baixa fertilidade, principalmente naqueles solos pobres em K (MORGAN-JONES e RODRIGUEZ-KABANA, 1984; WRATHER et al., 1984).

De acordo com os resultados obtidos em estudo realizados por Barbosa et al. (2009) mas com o nematoide *H. glycines*, constataram que o aumento no nível da adubação potássica aumentou o nível de tolerância a alta população e reduz o número de nematoides nas raízes. Outro ponto a destacar no estudo é que o nível crescente da fertilidade de K em campos de soja não beneficiou o crescimento vegetativo da soja contaminada com *H. glycines* porém possibilitou a cultura superar os danos ocasionados pelo nematoide (PINHEIRO et al., 2009). Além disso, a aplicação de K pôde reduzir o desenvolvimento do nematoide pela formação de menor número de fêmeas e de ovos por fêmea e quando foi aplicado em dose acima do recomendado pela análise de solo, K pode auxiliar no controle de *H. glycines* em cultivar suscetível por reduzir a formação de fêmeas no sistema radicular das plantas.

Para embasar mais a influência do K na planta de soja na tolerância e resistência aos sintomas de algumas patologias, os resultados obtidos por Balardin et al. (2006), evidenciaram na cultura da soja a influência do potássio sobre a redução da severidade e a taxa de progresso da ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Outro estudo a destacar, é o de Santos et al. (1981), que estudou o efeito de doses de cloreto de potássio (KCl) sobre *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro e verificou redução no número de galhas e de ovos à medida que aumentou o teor de K disponível para as plantas.

Além disso, segundo Melakeberhan (2004), Embrapa (2010), Franchini (2011), o baixo nível de nematoide *P. brachyurus* encontrado na raiz pode estar relacionado ao

estado nutricional da planta, pois em condições de deficiências nutricionais da planta hospedeira a quantidade de nematoides nas raízes geralmente é mais baixa. Sendo que melhor nutrição da planta geralmente aumenta a tolerância ao ataque de *P. brachyurus*.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na casa de vegetação localizada no Centro de Inovação e Tecnologia Gapes (CIT-Gapes), na Fazenda São Tomaz, lugar Capão Seco do Queixada e São Tomaz – Abóboras, em Rio Verde, Goiás, Brasil localizada a 17°52'5.65"S de latitude Sul e 50°55'36.63"O de longitude Oeste. Foram utilizados para o experimento 36 vasos plásticos de 1,8 litros. O solo foi coletado no Polo de Inovação, do Instituto Federal Goiano, Rodovia GO-174, Km 268. Os vasos foram preenchidos com o solo coletado, sendo ele de textura argilosa e com baixo teor de K. O solo foi previamente esterilizado em autoclave a 120 °C por 20 minutos. A adubação potássica foi realizada na forma de KCl (60% de K<sub>2</sub>O) de acordo com a análise química do solo coletado (Figura 1), atendendo as recomendações da Fundação MT (2017) de K<sub>2</sub>O para a cultura da soja.



orifícios de 2 cm de profundidade feitos ao lado das plântulas. A suspensão foi obtida raízes de plantas de milho, de área naturalmente infestada por *Pratylenchus brachyurus*, localizada na Fazenda Segredo, município de Montividiu - GO, localizada a 17°29'4.31"S de latitude Sul 51°28'6.03"O de longitude Oeste.

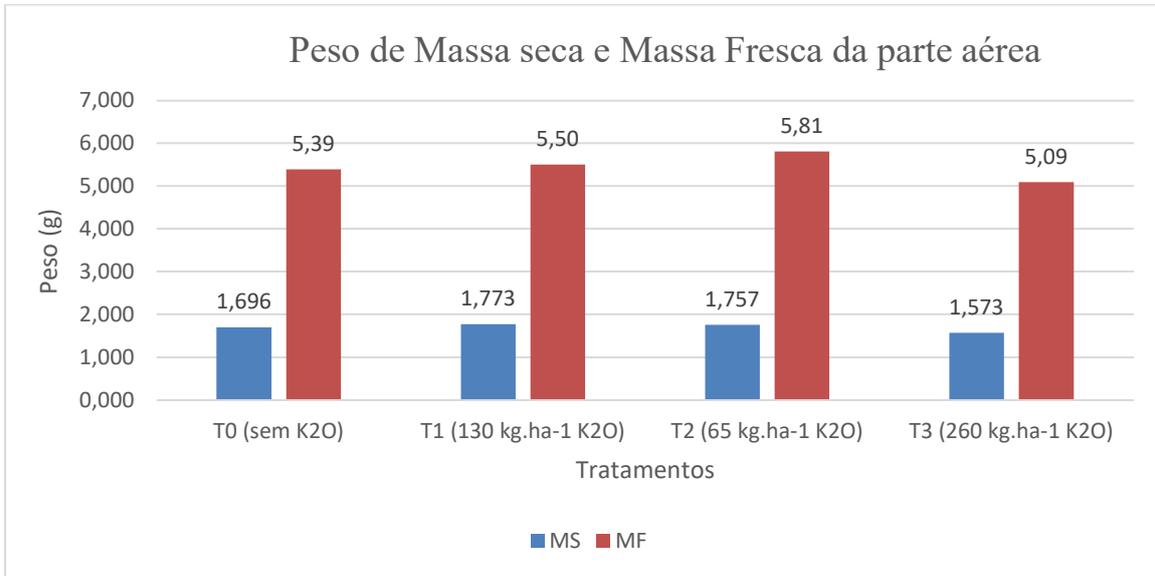
Aos 53 dias após a infestação do solo com os fitonematoides, as plantas estavam na fase R4 (desenvolvimento de vagens). Avaliou-se o número de juvenis, adultos e ovos de *P. brachyurus* / grama de raiz. A parte aérea foi reservada para a avaliação de massa fresca e massa seca. A extração dos nematoides foi realizada pelo método Coolen & D'Heerde (1972) de peneiramento e suspensão, sendo 10 g de raiz, trituradas em liquidificador contendo 250mL de água por 30 segundos. A fim de separar os resíduos grosseiros, as amostras foram despejadas numa peneira de 20 mesh (malha de 0,84 mm) e depois uma peneira de 400 mesh (malha de 0,037 mm) com cuidado para que o material sedimentado no fundo do béquer não passasse pela peneira. Em seguida a peneira de 400 mesh foi lavada com o auxílio de uma pisseta a fim de recuperar o material nela retido em água. Esse material foi transferido para tubos de ensaio e levados para a centrífuga (1800 – 2000 rpm por 4 min). Ao fim desse procedimento, foi descartado o sobrenadante, e adicionada a solução de sacarose (400 gramas de açúcar em 750 mL de água) e levadas à centrífuga novamente por um minuto. Em seguida realizou-se o último peneiramento, numa peneira de 500 mesh (malha de 0,025 mm). O sobrenadante foi vertido com o auxílio de uma pisseta. E o material retido na peneira foi levado para contagem em câmara de Peters com o auxílio de microscópio de luz. A operação de contagem do número de fitonematoides presentes na amostra foi calculada baseada na média dos valores encontrados em duas contagens, para cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk), no software R (Ferreira, 2000). Em seguida, transformados por meio do  $\log_{10}(x)$ , e submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de significância de 5 % para o teste F. Nos casos em que foram constatadas a existência de diferença significativa entre as doses de K, submeteu-se ao teste de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ) e entre as doses de K realizou-se análise de regressão, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2000).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

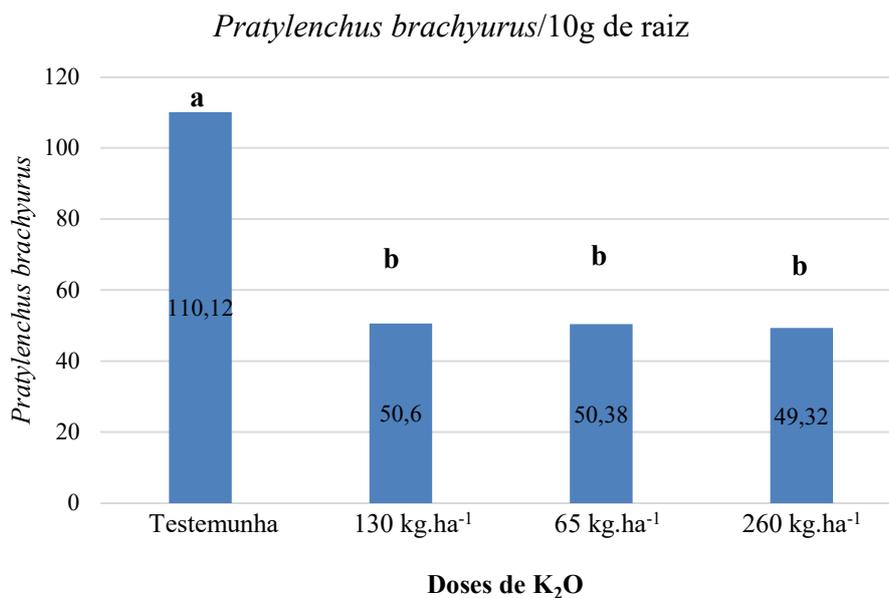
Não houve efeito das doses de K sobre a massa fresca e massa seca da parte

aérea das plantas de soja.



**Figura 2.** Massa seca e massa fresca em função das doses de K em soja no efeito ao *P. brachyurus*. Rio Verde, 2020.

Na variável número de *P. brachyurus* por dez gramas de raízes foi observada diferença significativa entre os tratamentos, no teste executado, de acordo com as condições experimentais do presente trabalho. Observou-se maior densidade populacional do nematoide no tratamento sem a aplicação do K (T0) (Figura 1).



**Figura 3.** Número de *P. brachyurus* por 10 gramas de raiz em função das doses de K em soja. Rio Verde, 2020.

Não houve diferença significativa entre as doses de K em que se observou a redução do número do nematoide. Embora não se observou diferença significativa entre as doses de K, constatou-se que no tratamento com a metade da dose recomendada (T2) houve tendência de menor número do nematoide. Barbosa et al. (2009) analisando o efeito da adubação potássica sobre o nematoide do cisto da soja (*H. glycines*), constataram que a aplicação de potássio, em dose única, reduziu o desenvolvimento do nematoide pela formação de menor número de fêmeas, nas raízes, e de menor número de ovos por fêmea. Ainda segundo os autores, a adubação potássica pode auxiliar no controle de *H. glycines* mesmo em cultivar de soja suscetível. Esses resultados puderam ser observados no presente estudo uma vez que a cultivar de soja utilizada é considerada suscetível ao *P. brachyurus*, condizendo ainda com Luedders et al. (1979) e Pinheiro et al. (2009). Esta redução pode ser atribuída a uma possível interferência do K na recepção do sinal do estresse pela membrana da célula da planta, diminuindo a possibilidade de estabelecimento e invasão do *P. brachyurus*.

O crescimento das raízes de soja é estimulado quando os nutrientes são acrescentados ao solo e, com isso, a dinâmica populacional de *P. brachyurus* porque mais substrato (tecido radicular) está disponível (WRATHER et al., 1992). Entretanto, no tratamento com o dobro da dose recomendada, a população do nematoide foi, numericamente, menor do que os tratamentos sem K e com a dose recomendada. Segundo Smith et al. (2001), o nível crescente da fertilidade de K, em campos de soja, não beneficiou o crescimento e desenvolvimento da planta contaminada com *H. glycines* porém, possibilitou à cultura superar os danos ocasionados pelo nematoide. De acordo com estes autores, a soja, plantada em áreas infestadas, frequentemente expressam sintomas similares de deficiência de K.

As doses de potássio exerceram influência significativa na redução do número de *P. brachyurus* por 10 gramas de raiz. Este indicativo pode ser utilizado como uma recomendação, no manejo de *P. brachyurus*, a partir do correto fornecimento de K, de acordo com a análise de solo, auxiliando na redução do nematoide.

De forma geral, o fornecimento equilibrado de potássio à planta diminui a incidência de doenças, em razão do aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de alguns patógenos (HUBER & ARNY, 1985; MARSCHNER, 1995; BASSETO et al., 2007). O período de maior exigência do K ocorre no estágio de crescimento vegetativo da soja, apresentando a velocidade de absorção máxima do nutriente nos trinta dias que antecedem ao florescimento (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1977). Portanto, a relação

(Ca+Mg)/K trocável nos solos, assim como o potencial potássio-cálcio-magnésio devem se mostrar mais adequados que o teor de K trocável para os estudos sobre a nutrição potássica (Oliveira et. al, 2001), algo que não aconteceu no experimento, levando-se em consideração a análise química do solo utilizado no experimento, causando um desequilíbrio nutricional que causou a maturação adiantada da planta pela grande disponibilidade de potássio, morte das gemas apicais e diminuição do tamanho da planta, ocasionado pela indisponibilidade de nutrientes. Porém, deve-se considerar que essas alterações anatômicas, morfométricas e no desenvolvimento vegetativo das plantas, podem ser sintomas reflexos do ataque de *P. brachyurus*, no sistema radicular de soja, em função da morte e menor volume de tecido radicular para a absorção de água e nutrientes.

O tratamento T2 (65 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) deve ter ocorrido uma menor quantidade excedente de potássio no solo, o que conseqüentemente afetou menos a soja, pelo fato do K, Ca e Mg estarem em concentrações inadequadas de acordo com a análise do solo. Algo semelhante foi relatado nos estudos de Mascarenhas et al. (2000).

A correlação do K trocável e dos índices de K em solução com a produção de matéria seca pela parte aérea indicam que a resposta da soja à adubação potássica apresenta-se dependente de outros fatores, como os teores trocáveis de Ca e de Mg (OLIVEIRA et. al, 2001).

Há muita divergência entre os resultados de pesquisas envolvendo o nematoide das lesões radiculares, que podem ser atribuídas à falta de padronização metodológica nas montagens e avaliações dos ensaios em casa de vegetação, especialmente em relação ao nível do inóculo, idade da planta inoculada, período para avaliação, tipo de recipiente e temperatura (RIBEIRO, 2005). Há diferenças principalmente no nível de inóculo e tempo de avaliação após a inoculação onde alguns pesquisadores avaliam com 60 dias, outros com 90 dias (ALVES, 2008).

Em relação ao número de nematoides, no presente trabalho, a população encontrada nas raízes foi baixa devido a avaliação ter ocorrido aos 53 dias após a inoculação, em função da condição das plantas, mantidas em casa de vegetação. A duração do ciclo de vida varia em função de fatores do ambiente (temperatura, umidade), sendo de 3 a 8 semanas o período de ovo a ovo (Ferraz, 2006; Castillo & Vovlas, 2007). O ciclo de vida de *Pratylenchus* spp. é relativamente rápido e considerado simples, ocorrendo várias gerações em uma única safra da cultura hospedeira, levando em consideração áreas com infestação natural.

Tihohod (1997) e Ferraz & Monteiro (1995) relatam que o tempo necessário para o

nematoide completar o ciclo de vida varia muito, principalmente em função da temperatura, da umidade, da espécie de planta e da espécie de *Pratylenchus*, podendo ser de 3 a 6 semanas. Os maiores valores dos fatores de reprodução de *P. brachyurus* em genótipos de soja foram obtidos entre 75 a 89 dias após a inoculação, sendo o período ideal para as avaliações em soja (Santos, 2012). E semelhante aos resultados obtidos por Barbosa et al. (2010), as doses elevadas de K, em áreas infestadas por *P. brachyurus*, devem resultar em melhor controle do nematoide. Ainda de acordo com os autores citados, também não houve efeito das doses de K sobre a massa fresca do sistema radicular e massa seca da parte aérea.

Analisando os aspectos físico-químicos do solo de acordo com análise laboratorial, os teores de magnésio, cálcio e do pH apresentaram valores baixos, inferiores aos recomendados para áreas de cultivo agrícola. Estes resultados, foram prejudiciais no controle do *P. brachyurus*, uma vez que a intensidade dos sintomas do nematoide em plantas de soja, foram maiores em solos teores de Ca e Mg baixo e com acidez alta (DEBIASI et al., 2014; DEBIASSI et al., 2011), além do fato de que em áreas mais ácidas, há redução da tolerância da planta de soja ao parasitismo exercido pelo fitoparasita. Possivelmente, os menores teores de Ca e Mg nas reboleiras estão associados a uma redução no crescimento radicular e, conseqüentemente, ao aumento dos danos nas raízes e na parte aérea das plantas de soja. Franchini et al. (2011) também verificaram que, em áreas mais ácidas, os danos de *P. brachyurus* na cultura da soja foram mais intensos.

Alguns autores (DEBIASI et al., 2014; DEBIASI et al., 2013; MENDES et al., 2012; DEBIASI et al., 2011; FRANCHINI et al., 2011) estudaram a relação entre os atributos químicos do solo e a população de *P. brachyurus*. Ao comparar os atributos químicos do solo dentro e fora das reboleiras causadas pelo nematoide, os autores chegaram à conclusão que os atributos não influenciam na população de nematoides, mas sim na intensidade dos danos por eles causados. Diante dos dados, supuseram que os menores teores de Ca nas reboleiras estão associados a uma redução no crescimento radicular, e conseqüentemente, ao aumento dos danos nas raízes e na parte aérea das plantas de soja, caracterizando a reboleira. Desta forma, os resultados encontrados na literatura não esclarecerem totalmente a proposta deste estudo, é possível fazer algumas relações com o papel do cálcio nas plantas e os danos causados por *P. brachyurus*. Se por um lado um favorece o sistema radicular, o outro destrói o mesmo.

De modo geral, segundo as condições experimentais do presente trabalho, o K reduziu a população de *P. brachyurus* no sistema radicular de soja, tendo em vista que o

tratamento com a metade da dose recomendada reduziu o número do nematoide, estatisticamente semelhante, ao dobro da dose recomendada. Levando-se em consideração apenas a nutrição mineral da planta e a severidade do nematoide, a metade da dose recomendada de K seria a recomendação visando-se o manejo de *P. brachyurus*, em vista da viabilidade econômica pela aplicação de uma menor quantidade de potássio. No entanto são necessários mais estudos a fim de melhorar a questão da adubação potássica no controle do nematoide *P. brachyurus*.

## 5 CONCLUSÃO

As doses de potássio reduziram a população de *P. brachyurus* nas condições experimentais avaliadas, tendo os tratamentos com a metade da dose recomendada e o dobro da dose apresentando redução do número de nematoide estatisticamente semelhante.

Do ponto de vista nutricional da planta e da severidade do nematoide, todas as doses de K seriam a recomendação visando o manejo de *P. brachyurus*. Pensando em termos econômicos, a metade da dose seria a recomendação visando o manejo de *P. brachyurus*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; BORGES, E. P. **Manejo de *Pratylenchus brachyurus* com Crotalária ou Milheto em Área de Produção de Soja: Embrapa, 2016.** p. 1-22. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148831/1/BP732016.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.
- BARBOSA, K.A.G., R.A. GARCIA, L.C. SANTOS, R.A. TEIXEIRA, F.G. ARAÚJO, M.R. ROCHA & F.S.O. LIMA. **Avaliação da adubação potássica sobre populações de *Heterodera glycines* em cultivares de soja resistente e suscetível.** Nematologia Brasileira 34.3 (2010): 160-168.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. **Absorção de nutrientes pela soja.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 36p. (Boletim Técnico, 41).

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. B.; SOFIATTI, V.; CARVALHO, M. C. S; MORAES, M. C. G. **Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica.** Revista Ceres 64.6 (2017): 622-630.

BORKERT, C.M.; SILVA, D.N.da; SFREDO, G.J. **Calibração de potássio nas folhas de soja em Latossolo Roxo Distrófico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo 17.2 (1993): 227-230.

BORKERT, C.M.; FARIAS, J.R.B.; SFREDO, G.J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. **Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo Eutrófico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira 32.10 (1997): 1009-1022.

CARDOSO, M. R.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; RIBEIRO, N. R.; DE ALMEIDA, A. A.; MIAMOTO, A.; LOPES, A. P. M. ***Crotalaria ochroleuca* Susceptibility to *Heterodera glycines* Races.** Journal of Agricultural Science, v. 11, n. 7, 2019.

CASTILLO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management.** Leiden: Brill, 2007. 529p. (Nematology Monographs & Perspectives, 6).

COAMO; COODETEC. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.** 2. ed. Paraná: Campo Mourão; Cascavel, 2001. 95 p.

COELHO, A. H.; GRASSI FILHO, H.; BARBOSA, R. D.; ROMEIRO, J. T. C.; POMPERMAYER, G. V.; LOBO, T. F. **Eficiência agrônômica da aplicação foliar de nutrientes na cultura da soja.** Revista Agrarian, v.4, n.11, p. 73-78, 2011.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos.** v. 7 - Safra 2019/20 - n. 3 - Terceiro levantamento, dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 07 de janeiro de 2021.

COSTA, M. J. N.; PASQUALLI, R. M.; PREVEDELLO, R. **Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja.** Summa Phytopathologica, v.40, n.1, p.63-70, 2014.

DEBIASI, H.; de MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; RIBAS, L. N. **Monitoramento da fertilidade do solo e da ocorrência do nematóide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33., 2011, Uberlândia. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. 1 CD-ROM.

DEON, M. D. **Crescimento e Nutrição Mineral de soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg em solução nutritiva.** Tese (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2007.

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

FAGERIA, V. D. **Nutrient interactions in crop plants.** Journal of Plant Nutrition New York, v.24, p. 1269-1290, 2001.

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

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; DIAS, W.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; SILVA, J.F.V. Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. In: Bernardi, A.C. de C.; Naime, J. de M.; Resende, A.V. de; Bassoi, L.H.; Inamasu, R.Y. (Orgs.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília: Embrapa, 2014. p. 274-278.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia.** Cadernos Didáticos, Viçosa: UFV, 2001, 84p.

GABRIEL, S. G.; BUENO, A. C.; SANTOS, R. F. **Resposta da soja (*Glycine max* L.) à duas diferentes fontes de potássio.** Revista UNINGÁ Review, v.25, n.1, p. 5-9, Paraná, 2016.

GOULART, A. M. C. **Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*).** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571924/1/doc219.pdf>. Acesso em: 04 de janeiro de 2021.

HAJIHASSANI, A.; SMILEY, R. W.; AFSHAR, F. J. 2013. **Effects of co-inoculation with *Pratylenchus thornei* and *Fusarium culmorum* on grow thand yield of winter wheat.** Plant disease, v. 97, n. 11, p. 1470-1477, 2013.

HUBER, D. M., ARNY, D.C. Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R.D. (ed.) **Potassium in agriculture** (1985): 467-488.

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

KLUGE, R. A.; de CAMARGO, P. R.; ANGELOTTI-MENDONÇA, J.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F. **Canola (*Brassica napus* L.).** Piracicaba: ESALQ/Divisão de Biblioteca (2016). Série Produtor Rural, nº61, 32p.il.

LARRIBA, E.; JAIME, M. D.; CARBONELL-CABALLERO, J.; CONESA, A.; DOPAZO, J.; NISLOW, C.; LOPEZ-LLORCA, L. V. **Sequencing and functional analysis of the genome of a nematode egg-parasitic fungus, *Pochonia chlamydosporia*.** Fungal Genetics and Biology, v. 65, p. 69-80, 2014.

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

LORDELLO, R. R. A.; SAWAZAKI, E.; LORDDELLO, A. I. L.; ALOISIO SOBRINHO, J. 1983. **Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona.** Revista da Sociedade Brasileira de Nematologia, 7: 241-250.

MACHADO, A. C. Z. **Porque não temos cultivares resistentes a *Pratylenchus brachyurus*.** 26 mai. 2019. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Nematologia. Disponível em: <http://www.infobibos.com/anais/cbn/36/Palestras/Andressa%20Machado.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2020.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 390p.

MASCARENHAS, H.A.A.; VALADARES, J.M.A.; ROTTA, C.L.; BULISANI, E.A. **Adução potássica na produção de soja, nos teores de potássio em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado**. *Bragantia*, v.40, p.125-134, 1981.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; CARMELLO, Q.A.C.; GALLO, P.B.; AMBROSANO, G.M.B. **Calcário e potássio para a cultura da soja**. *Scientia Agricola*, v.57, p.445-449, 2000.

MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C; LELIS, L.G.L.; BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R.; PEREIRA, J.C.V.N.A. **Haste verde e retenção foliar em soja causada por deficiência de potássio**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 15p. (Boletim Técnico, 199).

MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; MIRANDA, M.A.C; BRAGA, N.R.; PEREIRA, J.C.V.N.A. **Deficiência de potássio em soja no Estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções**. *O Agrônomo*, v.40, p.34-43, 1988.

MELAKEBERHAN, H. Physiological interactions between nematodes and their host plants. In: CHEN, Z. Y.; DICKSON, D. W. (Ed.). **Nematology advances and perspectives: nematode management and utilization**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. V. 2, p. 771-794.

MELAKEBERHAN, H.; BIRD, G. W.; GORE, R. **Impact of plant nutrition on *Pratylenchus penetrans* infection of *Prunus avium* rootstocks**. *Journal of Nematology*, St. Paul, v. 29, p. 381-388, 1997.

MENDONÇA, J. A.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Canola (*Brassica napus* L.) ESALQ**. Série Produtor Rural, nº61, 32p.il. Piracicaba, 2016.

MUKHTAR T.; KAYANI, M. Z.; HUSSAIN, M. A. **Response of selected cucumber cultivars to *Meloidogyne incognita***. Crop Protection, v. 44, p. 13–17, 2015.

NICOL, J. M.; TURNER, S. J.; COYNE, D. L.; NIJS, L. D.; HOCKLAND, S.; TAHNA MAAFI, Z. Current nematode threats to world agriculture. In: Jones, J.; Cheysen, G, Fenoll, C. **Genomics and molecular genetics of Plant-Nematode Interactions**. Springer, Dordrecht, p. 21-43, 2011.

PERRENOUD, S. 1990. **Potassium and Plant Health**. 2. ed. International Potash Institute, Bern, 363 p.

RAJINIKANTH, R.; RAO, M. S.; PAVANI, K. V.; MANOJKUMAR, R.; CHAYA, M. K.; RATHNAMMA, K.; SHIVANANDA, T. N. **Management of nematode induced disease complex in seedlings of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) using bio-pesticides**. Pest Management in Horticultural Ecosystems, vol. 19, n. 2, p. 203-210, 2013.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. **Reação de genótipos de soja a *Pratylenchus brachyurus***. Nematologia Brasileira, v. 31, n. 2, p. 157-158, 2007a.

SEDIYAMA, T. Produtividade da soja. Ed. 1, Mecenas, Londrina. 2016, 310 p. SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e Toxicidades de Nutrientes em Plantas de soja**. Embrapa, documento 231, 2004.

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; FERREIRA NETO, A.; CORBO, E. **Manejo integrado de nematóides em sistema de plantio direto no cerrado**. Monsanto do Brasil Ltda, 2011, 17 p.

WALLINGFORD, W. Functions of potassium in plant. In: **Potassium for agriculture**. Atlanta: Potash & Phosphate Institute, 1980. p.10-27.