

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFEITO DE BRAQUIÁRIA E CROTALÁRIA NA
PRODUTIVIDADE DA SOJA E DO MILHO SAFRINHA
EM SOLO COM PRESENÇA DE FITONEMATOIDES**

RAFAEL JANNINI LEONELLI

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022

**EFEITO DE BRAQUIÁRIA E CROTALÁRIA NA
PRODUTIVIDADE DA SOJA E DO MILHO SAFRINHA EM SOLO
COM PRESENÇA DE FITONEMATOIDES**

RAFAEL JANNINI LEONELLI

Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: PROF. DR. GESSÍ CECCON

CO-ORIENTADOR: DR. GUILHERME LAFOURCADE ASMUS

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

<p>Leonelli, Rafael Jannini</p> <p>Efeito de braquiária e crotalária na produtividade da soja e do milho safrinha em solo com presença de fitonematoides. / Rafael Jannini Leonelli André Luiz Souto Borba. – Dourados, 2022.</p> <p>Orientador: Professor Dr. Gessi Ceccon</p> <p>Co-orientador: Professor Dr. Guilherme Lafourcade Asmus</p> <p>Dissertação (Mestrado) Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal - Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. <i>Crotalaria ochroleuca</i>. 2. <i>Brachiaria ruziziensis</i>. 3. Piatã 4. <i>Pratylenchus brachyurus</i>. 5. <i>Rotylenchulus reniformis</i>. I. Título.</p>
--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**EFEITO DE BRAQUIÁRIA E CROTALÁRIA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA
E DO MILHO SAFRINHA EM SOLO COM PRESENÇA DE
FITONEMATÓIDES**

Por;

Rafael Jannini Leonelli

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título
de MESTRE EM AGRONOMIA

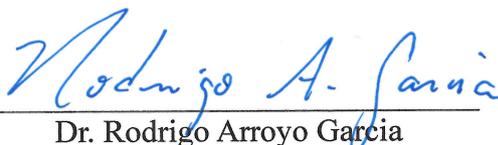
Aprovada em: 05/09/2022



Prof. Dr. Gessi Ceccon
Orientador – UFGD/EMBRAPA



Prof.^a Dra. Silvia Correa Santos
UFGD



Dr. Rodrigo Arroyo Garcia
EMPRAPA

A Deus, pela oportunidade e capacitação,
E a minha esposa e filha pelo companheirismo, dedicação e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação;

Aos proprietários do sítio Carvalho na linha do barreirinho localizado no município de Dourados/MS, na pessoa do Flávio Carvalho, pela parceria e oportunidade para desenvolver o trabalho;

Aos meus colegas Odair Honorato, Denise Capristo, Amanda Guimarães que me ajudaram na execução do experimento;

Ao meu orientador Dr. Gessi Ceccon pela sua orientação, dedicação, parceria e trabalho de maestria, a qual foi fundamental para essa concretização;

A minha esposa Vanessa Moya e filha Maria Clara L. Leonelli, por todas horas e momentos de apoio e cumplicidade;

E aos membros da banca Rodrigo Garcia e Silvia Correa o qual contribuíram com todas as sugestões para aprimorar esse trabalho.

EPIGRAFE

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”

Albert Einstein

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Sistema de plantio direto.....	3
2.2 Rotação de culturas	4
2.3 Nematoides	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Local, clima e solo.....	9
3.2 Implantação dos tratamentos	11
3.3 Avaliações	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 Nematoides	16
4.2 Produtividade da soja	19
4.3 Produtividade do milho safrinha	21
5. CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	31

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2019 a julho de 2020. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022	09
Figura 2. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2020 a julho 2021. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022	10

LISTA DE QUADROS

PÁGINA

Quadro 1.	Caracterização química do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm durante a implantação do experimento, em outubro de 2019. . . .	11
Quadro 2.	Tratamentos utilizados nas safras 2019/20 e 2020 para avaliação da soja em 2020/21 e do milho safrinha em 2021, em Dourados, MS, 2022.	11
Quadro 3.	Resumo da análise de variância para altura de planta da soja (APS), massa seca por haste (MSHS), número de grãos por planta (NGPS) da soja, massa de 100 grãos (M100G) e produtividade da soja (PRODS) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.	15
Quadro 4.	Resumo da análise de variância para altura de plantas do milho (APM), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos de milho (M100G), e produtividade do milho (PRODM) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.	15
Quadro 5.	Resumo da análise de variância para número de nematoides <i>Rotylenchulus reniformis</i> no solo por ocasião do plantio da soja (RrPS), floração da soja (RrFS) e em raízes de soja no estádio de floração (RrRSF), número de indivíduos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> em solo no plantio (PbSPS), em solo na floração (PbSFS) e em raízes de soja na floração (PbRSF) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.	16
Quadro 6.	Número de nematoides <i>Rotylenchulus reniformis</i> no solo por ocasião do plantio da soja (RrPS), floração da soja (RrFS) e em raízes de soja no estádio de floração (RrRSF), por 200 gramas de solo e em raízes na floração (FR), por gramas de raiz, em função de épocas de implantação das culturas e cultivos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022. . . .	16
Quadro 7.	Número de indivíduos de <i>Pratylenchus brachyurus</i> em solo no plantio (PbSPS), em solo na floração (PbSFS), por 200 gramas de solo e em raízes de soja na floração, por grama de raiz (PbRSF), em função de épocas de implantação das culturas e cultivos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.	18
Quadro 8.	Altura de planta da soja (APS, em centímetros), massa seca por haste (MSHS, em Kg ha ⁻¹), número de grãos por planta (NGPS) da soja safra 2020/21, em função de épocas de implantação das culturas e cultivos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.	19
Quadro 9.	Massa de 100 grãos (M100G, em gramas) e produtividade da soja (PRODS, em Kg ha ⁻¹) safra 2020/21, em função de épocas de implantação das culturas e cultivos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.	20

Quadro 10.	Altura de plantas do milho (APM, em metros), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos de milho (M100G, em gramas), e produtividade do milho (PRODM, em kg ha ⁻¹) em função de épocas, de implantação das culturas e cultivos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.	21
-------------------	---	----

LEONELLI, Rafael Jannini. **Efeito de braquiária e crotalária na produtividade da soja e do milho safrinha em solo com presença de fitonematoides**, 2022, 33 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. Orientador: Prof. Dr. Gessi Ceccon. Coorientador: Dr. Guilherme Lafourcade Asmus.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de identificar sistemas de sucessão e/ou rotação de culturas que proporcionem maior produtividade da soja e do milho safrinha, bem como, a redução da população de nematoides no solo. A pesquisa foi realizada em Dourados, MS durante as safras 2019/20 e 2020/21. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos, em duas épocas de implantação: Verão 2019/20: 1) Piatã; 2) consorcio Piatã + *Crotalaria ochroleuca*; 3) *C. ochroleuca*; 4, 5, 6 e 7) soja. Outono-inverno 2020: 1) Piatã; 2) *C. ochroleuca*; 3) consorcio milho safrinha + *Brachiaria ruziziensis*; 4) milho safrinha (testemunha); 5) consorcio milho + *C. ochroleuca*; 6) *C. ochroleuca*; 7) consorcio *C. ochroleuca* + *Brachiaria ruziziensis*. Na safra 2019/20, a crotalária e braquiária foram roçadas juntamente com a colheita da soja. No cultivo de outono-inverno 2020, a braquiária foi roçada juntamente com a colheita do milho safrinha. A soja da safra 2020/21 e o milho safrinha da safra 2021, foram cultivados para avaliar o efeito dos tratamentos. A soja foi semeada em 18 de outubro de 2020 com a cultivar DM66i68 IPRO, e o milho safrinha em 20 de fevereiro de 2021 com o híbrido MG30A37 PWU, ambos em área total. A coleta de solos e raízes de soja para análise de nematoide foi realizada em 23 de outubro de 2020 e no florescimento da soja (R1) em 08 de janeiro de 2021. Na soja foram avaliadas: altura de plantas, massa seca de hastes, número de grãos por vagem, massa de 1000 sementes, número de grãos por planta, produtividade, população de nematoides por grama de raiz e população de nematoides por 200g de solos. No milho foram avaliadas: altura de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade. Os dados foram submetidos a análise de variância para verificação dos efeitos de rotação ou sucessão de culturas em função das épocas de implantação e dos tratamentos. As médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A *Crotalaria ochroleuca* solteira cultivada no outono-inverno reduz a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* mas não interfere na densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis*. A soja apresenta maior produtividade de grãos quando cultivada em sucessão à *Crotalaria ochroleuca* consorciada com *Brachiaria ruziziensis* no outono-inverno. O milho safrinha apresenta maior produtividade quando as espécies são cultivadas no verão, mas sem efeito dos tratamentos.

Palavras-chave: *Crotalaria ochroleuca*; *Brachiaria ruziziensis*; Piatã; *Pratylenchus brachyurus*; *Rotylenchulus reniformis*.

LEONELLI, Rafael Jannini. **Brachiaria and crotalaria effect on soybean and off-season corn yield in soil with the presence of Phyto nematodes.** 2022, 33p. Dissertation (Agronomy masters degree) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. Orientador: Prof. Phd. Gessi Ceccon. Co advisor: Phd. Guilherme Lafourcade Asmus.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of identifying crop succession and/or crop rotation systems that provide greater soybean and off-season corn yield, as well as a reduction in the population of nematodes in the soil. The research was carried out in Dourados, MS, during the 2019/20 and 2020/21 harvests. The experimental design was in randomized blocks with seven traits, in two implantation seasons: Summer 2019/20: 1) *Brachiaria brizantha*; 2) *Brachiaria brizantha* intercropped with *Crotalaria ochroleuca*; 3) *C. ochroleuca*; 4, 5, 6 and 7) soybean. 2020 Autumn-Winter: 1) *Brachiaria brizantha*; 2) *C. ochroleuca*; 3) off-season corn intercropped with *Brachiaria ruziziensis*; 4) off-season corn (control); 5) off-season corn intercropped with *C. ochroleuca*; 6) *C. ochroleuca*; 7) *C. ochroleuca* intercropped with *Brachiaria ruziziensis*. In the 2019/20 harvest, *Crotalaria* and *Brachiaria* were mowed together with the soybean harvest. In the autumn-winter 2020 harvest, *Brachiaria* was mowed together with the harvest of off-season corn. Soybean from the 2020/21 harvest and 2021 off-season corn were cultivated to evaluate the effect of the traits. Soybean was sown on October 18th 2020, with the DM66i68 IPRO cultivar, and off-season corn on February 20th 2021, with the hybrid MG30A37 PWU, both in total area. The collection of soybean soils and roots for nematode analysis was performed on October 23rd 2020, and at soybean flowering (R1) on January 8th, 2021. In soybean, the following traits were evaluated: plant height, stem dry mass, number of grains per pod, thousand seeds weight, number of grains per plant, yield, nematodes population per gram of root and population of nematodes per 200g of soil. In corn, the following were evaluated: plant height, number of ears per plant, number of grains per ear, thousand grains weight and yield. Data were submitted to analysis of variance to verify the effects of crop rotation or succession as a function of the implantation times and traits. Trait means were compared by the Tukey test at 5% of significance. Single *Crotalaria ochroleuca* cultivated in autumn-winter reduces the population density of *Pratylenchus brachyurus* but does not interfere with the population density of *Rotylenchulus reniformis*. Soybean has higher grain yield when cultivated in succession to *Crotalaria ochroleuca* intercropped with *Brachiaria ruziziensis* in autumn-winter. The off-season corn presents higher yield when the species are cultivated in the summer, but without the traits effect.

Key-words: *Crotalaria ochroleuca*; *Brachiaria ruziziensis*; *Brachiaria brizantha*; *Pratylenchus brachyurus*; *Rotylenchulus reniformis*.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador de grãos, sendo a soja (*Glycine max*) a cultura líder do país, produzindo na safra 2020/21 135,409 milhões de toneladas e uma produtividade média de 3.525 kg ha⁻¹, e o milho (*Zea maiz* L.) a segunda cultura mais cultivada totalizando 111,900 milhões de toneladas na safra 2021/22, sendo 25 milhões na safra de verão e 85 milhões de toneladas no outono-inverno/safrinha com produtividade média de 5.422 kg ha⁻¹. No Brasil, a soja é cultivada no verão, e nos Estados de Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí e Tocantins o milho é cultivado exclusivamente no outono-inverno, em sucessão à soja, e dessa sucessão gera a produção de mais de 150 milhões de toneladas de grãos.

A sucessão, soja e milho-safrinha é cultivada em um pequeno espaço de tempo, devido ao risco de chuva e ocorrência de geadas durante o ciclo do milho, e isso só é possível em função do sistema em plantio direto, o qual está alicerçado em três princípios: ausência de revolvimento do solo, cobertura permanente e rotação de culturas. Na sucessão soja-milho safrinha não é atendida plenamente a cobertura permanente do solo, nem a rotação de culturas o que acarretam problemas fitotécnicos e fitossanitários que impedem o verdadeiro potencial das culturas. Segundo Embrapa Soja, há um aumento de relatos por agricultores nas últimas três safras de “encarquilhamento foliar em soja”, problema ainda não elucidado e que algumas das hipóteses é a sua associação com fitonematoides.

Dentre esses problemas fitossanitários a presença dos nematoides se destacam em comparação ao sistema convencional, pois o sistema plantio direto pode favorecer a sobrevivência dos nematoides no solo, por haver menos danos mecânicos e menos exposição das raízes das plantas, conseqüentemente maior disponibilidade de alimentos para os nematoides uma vez que várias plantas utilizadas para cobertura, como braquiária, milho e leguminosas, podem ser hospedeiro do nematoide, o qual vem estando cada vez mais presentes nas plantações brasileiras, ocasionando perdas e diminuindo a produtividade das quais podem chegar até em 100% nas piores áreas infestadas.

O cultivo de crotalárias, que diminuem ou eliminam os fitonematoides, é uma alternativa, para cultivo solteiro e/ou consorciado com braquiária, que atende aos

princípios do sistema plantio direto e permitem obter a maior produtividade da soja e do milho safrinha, incluindo o potencial de fornecimento de nitrogênio.

Neste contexto, o trabalho foi realizado com o objetivo de identificar o efeito de crotalária e braquiária cultivadas solteiras ou em consórcio, no verão e no outono-inverno, sobre a produtividade da soja e do milho safrinha em sucessão, e sobre a população de *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* no solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de Plantio Direito

Na década de 1970, na região Sul do Brasil, diversos estudos buscavam técnicas para modificar o manejo de produção agrícola visando a proteção do meio ambiente e manter a rentabilidade do sistema de produção agrícola, adaptando processos e tecnologias (CASÃO JUNIOR, 2012). Dessa forma surge o Sistema Plantio Direto (SPD), um avanço para o processo produtivo da agricultura brasileira, inicialmente, com o objetivo básico de controlar a erosão hídrica. Esse sistema de manejo do solo envolve processos tecnológicos destinados a exploração de sistemas agrícolas produtivos afim de extrair o máximo dos potenciais genéticos, edáfico e ambiental, propiciando melhoria na qualidade do solo, água e ar, consequentemente aumentando a produtividade das culturas (EMBRAPA, 2021).

O SPD é um plantio realizado sem preparo do solo, com a rotação de cultura e coberturas do solo permanente também na entressafra, componentes estes, que proporcionam melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, protegendo o solo, com incremento de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, retenção de umidade, e favorecendo o controle de plantas daninhas, contribuindo para a sustentabilidade das atividades agrícolas e favorecendo o rendimento das culturas em sucessão (CASTOLDI et al., 2011). Estudos mostram que a longo prazo, os efeitos desse manejo são benéficos, porém, a utilização isolada de um dos componentes ou apenas dois torna o SPD insustentável ao longo do tempo (MUNKHOLM et al., 2013; KODZWA et al., 2020). Calonego et al. (2012) também evidenciam que o SPD promove a decomposição lenta do material orgânico, e em consequência a melhoria dos atributos do solo repercutindo na sua fertilidade e na produtividade das culturas.

As plantas de cobertura semeadas na entressafra, apresentam alta capacidade de promover a ciclagem de nutrientes por meio da decomposição e mineralização dos seus resíduos, contribuindo para o uso eficiente de fertilizantes nas culturas em sucessão, na conservação dos solos, maior agregação das partículas e pela proteção da superfície do solo ao impacto direto das chuvas (PACHECO et al., 2013; MARTINS, 2016).

As culturas de cobertura possuem excelente capacidade de mobilização dos nutrientes nas camadas mais profundas do solo, devido ao seu desenvolvimento radicular agressivo, disponibilizando para os cultivos sucessivos. Entretanto, o acúmulo de nutrientes é extremamente dependente do rendimento da fitomassa seca da parte aérea (PISSINATI et al., 2016).

A utilização de gramíneas no SPD promove aumento da palha no solo, devido a maior relação C/N, e o processo de decomposição dos resíduos vegetais imobiliza consideráveis quantidades de nutrientes no solo, principalmente N (nitrogênio), porém, a taxa de mineralização das gramíneas é mais lenta em comparação as leguminosas, que além da fixação biológica do N em associação com as bactérias do gênero *Rhizobium*, também possuem maior capacidade de disponibilizar os nutrientes para as culturas sucessoras (VASU et al., 2016; MENDONÇA et al., 2017).

Em sistemas integrados, o cultivo de plantas e a criação de animais são atividades complementares, através do cultivo de milho safrinha com espécies de leguminosas e/ou gramíneas, contribuindo para solucionar problemas de sanidade na lavoura e oferta de pasto no período seco do ano, neste caso o milho e a braquiária são utilizados para cobertura do solo e alimento para os animais, uma oportunidade para exercer os três princípios do SPD (CECCON, 2019).

Por ser considerado sustentável ao ecossistema agrícola, o SPD tem sido um desafio a problemas que o mesmo vem gerando e que ainda não foram superados, trata-se principalmente do aumento de nematoides das lesões radiculares, *P. brachyurus*, devido a inexistência de cultivares de soja resistentes e espécies de plantas hospedeiras utilizadas na produção de palha (SILVA et al., 2018).

2.2 Rotação de culturas

O equilíbrio entre plantas, solo, nutrientes, luminosidade e demais organismos existentes, é premissa básica para um sistema produtivo sustentável, e esse equilíbrio é dependente de um ambiente rico em biodiversidade e utilização de plantas de cobertura cultivadas em rotação de culturas (ANGELETTI et al., 2018). A rotação de culturas, na qual espécies de plantas são cultivadas sob uma sequência cronológica planejada, alternando culturas comerciais como crotalária, braquiária, milheto, mucuna e outras que são capazes de proporcionar o cobrimento eficiente do solo, maior aeração

do solo, reciclar nutrientes, fornece nitrogênio atmosférico e com isso proporcionar condições para maior produtividade das culturas em sucessão (SILVA et al., 2009).

A rotação de culturas pode proporcionar maior controle de doenças, pragas e de plantas daninhas, estimulando a diversificação da produção agropecuária. Mas, deve ser associado a demais tecnologias, como calagem adequada, adubação equilibrada, cultivares adaptadas, melhor época de semeadura, entre outros (EMBRAPA, 2013). Problemas relacionados aos nematoides fitopatogênicos são os que mais tem impulsionados o uso da rotação de culturas com espécies não hospedeiras, visando a redução da população desses patógenos no solo (KAPPES, 2015). Em Mato Grosso do Sul predomina o cultivo de soja no verão e milho no outono-inverno (RICHETTI e LAMAS, 2019).

Com o objetivo de aumentar a diversificação de espécies cultivadas, a produção de grãos e o aporte e palhada no SPD, agricultores vem adotando na safrinha o cultivo simultâneo de milho com braquiárias em sucessão a soja de safra verão. Assim, o consorcio de milho com *Brachiaria ruziziensis*, Ceccon et al. (2013), verificaram que este sistema proporciona efeitos positivos tanto para a soja quanto para o milho safrinha, cultivados em sucessão. Segundo Franchini (2011), a utilização de braquiária, solteira ou consorciada com milho safrinha pode aumentar a produtividade das culturas, principalmente em anos de estiagem prolongada.

O uso de forrageiras no SPD favorece o desempenho das culturas em sucessão pelo melhor enraizamento das gramíneas, aporte de matéria orgânica, beneficiando e melhorando as condições químicas, físicas e biológicas do solo e possibilitando ganhos em produtividade na cultura da soja (MENDONÇA et al., 2015).

Silva et al. (2011) identificaram que os consórcios entre aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro e aveia preta + *C. juncea* em plantio direto, apresentaram maior cobertura e permanência da palha sobre o solo, além da capacidade de melhorar os atributos físicos do solo ao longo do tempo.

Garcia e Machado (2019), avaliando o efeito do consorcio de braquiária com crotalária na entressafra para produtividade de soja em sucessão através do método de linha intercalar, observaram que a produção de fitomassa da braquiária solteira é maior em relação ao consorcio, mas que também apresentam valores expressivos. Os consórcios de braquiária com *C. juncea* ou *C. spectabilis* resultaram em maior produtividade da soja em relação a gramínea solteira. Já no consorcio de *B. ruziziensis* com *C. ochroleuca* a soja apresentou produtividades intermediárias. Concluíram que o

consorcio de braquiária com crotalária na entressafra, resulta em maior produtividade da soja em sucessão e diversifica o sistema de produção.

Ferreira et al. (2016), avaliando a produção de biomassa das culturas na safrinha e o efeito na produtividade da soja e milho em sucessão, concluíram que o milho safrinha produziu maior biomassa seca. E no verão, o milho teve maior produtividade após o trigo, seguido de milho e girassol. A produtividade da soja não foi influenciada pelas espécies cultivadas na safrinha.

Ramos Junior et al. (2017), avaliando o consorcio de *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* na densidade de 64 plantas/m² com milho safrinha, não obteve ganhos significativos na produtividade do milho, entretanto observaram que a produção do milho pode sofrer redução linear com o aumento da população de crotalária, e não encontraram efeito na produtividade da soja em sucessão.

2.3 Nematoides

Os fitonematoides são nematoides que se alimentam de plantas, os quais podem parasitar as sementes, raízes, tubérculos, rizomas, bulbos, caules, folhas e flores. São parasitas obrigatórios, pois dependem de tecido vivo para se alimentar, se desenvolver e proliferar, e na falta de um hospedeiro possuem habilidades de entrar em dormência, como o exemplificado por Freitas et al. (2001), em que os ovos de *Heterodera glycines* podem ficar até 10 anos viáveis, o que torna ainda mais complexo seu controle.

Para Ferraz et al. (2010), diversos são os métodos de controle, como controle químico, rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, controle biológico e algumas práticas culturais. Uma das técnicas mais recomendada no controle destes fitonematoides, é a rotação de culturas, onde utiliza plantas não hospedeiras, restringindo a multiplicação dos nematoides, e contribui para a redução populacional. O cultivo de gramíneas como sorgo, milho e braquiária, permite o controle de *Rotylenchulus reniformis* em áreas infestadas com eficiência e lucratividade (ASMUS, 2008).

Inomoto e Asmus (2013), descrevem que os nematoides respondem de forma muito rápida a estímulos externos relacionados as características do solo, como temperatura, umidade e textura, e a estímulos associados as práticas agrícolas como, uso de cultivares resistentes e de rotação de culturas. A cultura da soja é uma planta

suscetível a várias espécies de fitonematoides, inclusive *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*, já o capim braquiária apresenta resistência para todas as espécies, exceto o *P. brachyurus*, enquanto a *Crotalaria spectabilis* é resistente as duas espécies.

O gênero *Rotylenchulus* apresenta onze espécies, das quais *R. reniformis* é a mais importante economicamente, um fitonematoide conhecido como nematoide reniforme, de ampla distribuição geográfica e não uniforme, percebidos em manchas pela lavoura onde é notado o atrofiamento, clorose e morte das plantas. Os sintomas causados por esses organismos se intensificam ainda mais com os problemas que afetam o desenvolvimento do sistema radicular como o impedimento físico do solo, acidez, alcalinidade, e déficit hídrico o que pode chegar a diminuição de capacidade produtiva e com isso menor rentabilidade de diversas culturas de importância econômica, como soja, algodão, cana-de-açúcar (GRIGOLLI e ASMUS, 2014; LIRA et al. 2018).

O número elevado de plantas hospedeiras e a limitada disponibilidade de cultivares resistentes, tem dificultado o manejo das áreas infestadas pelo nematoide reniforme, sendo assim, diversos trabalhos com espécies de crotalárias e mucunas têm sido eficazes no manejo destes nematoides, bem como as *Brachiaria* spp que são plantas supressoras de *R. reniformis* (INOMOTO e ASMUS, 2014).

Entre as crotalárias, *C. juncea* é quanto seus efeitos no manejo de áreas com nematoide reniforme, por ser caracterizada como uma planta má hospedeira ou planta armadilha, permitindo que as fêmeas imaturas penetrem em suas raízes, limitando a sua reprodução e atrasando o desenvolvimento das fêmeas adultas (WANG et al., 2001).

Leandro e Asmus (2015) relatam que a cultura do milho e *Crotalaria ochroleuca* em rotação de culturas no verão proporciona a redução da densidade populacional significativa do nematoide reniforme em comparação com o monocultivo de soja; entretanto, o manejo de entressafra com *Brachiaria ruziziensis* não teve efeito sobre o nematoide reniforme quando comparado com o pousio.

O nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus* spp., é um dos mais presentes na cultura da soja e algodão (RIBEIRO et al., 2010). A sua atuação em entrar e sair das plantas ocasionando lesões nas quais ficam receptíveis a entradas de fungos e bactérias ocasionando lesões necróticas e podridão, e a sua frequência está associada a sucessivos cultivos de variedades suscetíveis de soja, bem como o cultivo de culturas hospedeiras, como milho e algodão, inseridas na entressafra (DIAS et al., 2010). Os danos ao sistema radicular ocorrem na região do parênquima, devido ação de toxinas

liberadas durante o movimento e alimentação dos fitonematoides, geralmente, essas raízes ficam menos volumosas e desenvolvida, com escurecimento parcial ou total dos tecidos (VEDOVETO et al., 2013).

Para Asmus et al. (2016) o cultivo de *C. spectabilis* em rotação à soja é eficiente para o manejo de áreas infestadas por *P. brachyurus*, bem como foi superior à de milho e da sucessão soja/milho-safrinha.

Em áreas com presença de nematoides, a rotação com espécies de plantas não hospedeira e/ou antagônicas tem sido efetiva como prática de manejo de praga principalmente o fitonematoides das lesões radiculares (TORRES et al., 2019). Nesse contexto, espécies de crotalária estão sendo introduzidas no manejo de rotação com soja por reduzirem drasticamente a densidade populacional do nematoide, que é atraído pelo exsudado da raiz, penetrando-a, mais não completa seu ciclo de reprodução (GOULART et al., 2013), e o tratamento de sementes com inseticidas, como abamectina pode auxiliar no controle do nematoide (BOTOLINI et al., 2013).

O cultivo consorciado de leguminosas com gramínea é importante para aumentar a quantidade e qualidade dos resíduos produzidos, como no caso das crotalárias e estilosantes, que são plantas redutoras de nematoides *Pratylenchus* spp.

Para Silva et al. (2018) o cultivo com as *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. brevisflora* proporcionaram baixa densidade populacional de nematoides permitindo assim um melhor desenvolvimento da braquiária e milho, cultivados na safra de outono/inverno, além de proporcionar maior produtividade da soja subsequente em até três vezes em relação a soja solteira e/ou em rotação com milho safrinha. Inomoto e Asmus (2014), também evidenciam para o uso de *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. brevisflora* no controle de *P. brachyurus*, e não indicam as mucunas e a *C. juncea*.

Cruz et al. (2020), avaliando o efeito de *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*, solteiro ou consorciado, com milho ou com Xaraés, em sucessão ao cultivo de soja, concluíram que ambas as crotalárias cultivadas na safrinha, reduziram a densidade populacional do *P. brachyurus*, porém, quando em consorcio com milho ou Xaraés, as crotalárias não reduziram a população dos nematoides, mas aumentou a produtividade da soja em sucessão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, clima e solo

O experimento foi realizado no Sítio Carvalho, linha do barreirinho, no município de Dourados, MS, nas coordenadas geográficas de latitude 22° 18' Sul e longitude de 54° 37' Oeste e altitude de 395 metros. O solo predominante é Latossolo Vermelho Eutroférico segundo a última avaliação realizada por Santos et al. (2018), apresentando textura de 65% de argila, 18% de silte e 16% de areia.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen é subtropical de inverno seco (Cwa), com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C e mês menos chuvosos com precipitação inferior a 60mm. A precipitação pluviométrica anual média da região é de 1.398 mm e a temperatura anual de 23,1° C (EMBRAPA, 2022). São apresentados os dados referentes às precipitações pluviométricas e às temperaturas máximas e mínimas por decêndio, durante o período da semeadura da soja 2019/20 até a colheita do milho safrinha 2020 (Figura 1).

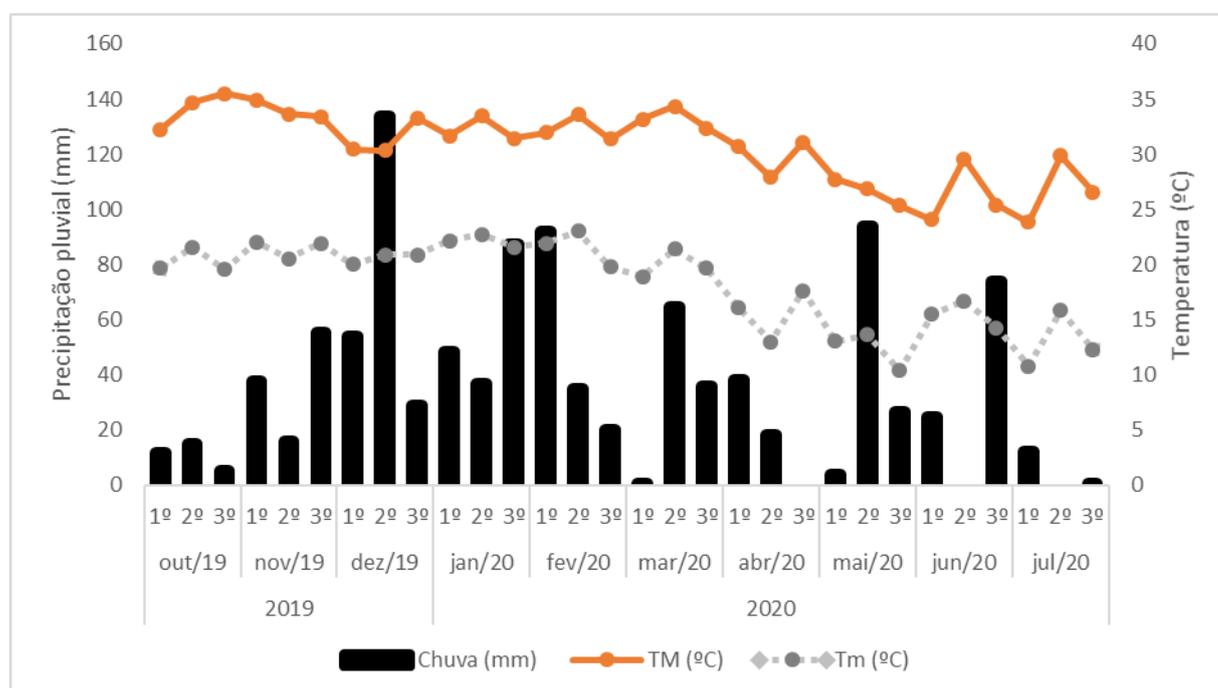


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2019 a julho 2020. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022.

As precipitações pluviométricas verificadas durante o cultivo da soja, de outubro de 2019 até fevereiro de 2020, e de março a julho de 2020 – período de cultivo

do milho safrinha, ocorreram de forma regular proporcionando desenvolvimento normal das culturas.

Na Figura 2, são apresentados os dados referentes às precipitações pluviométricas e às temperaturas máximas e mínimas por decêndio, durante o período da semeadura da soja 2020/21 até a colheita do milho safrinha 2021.

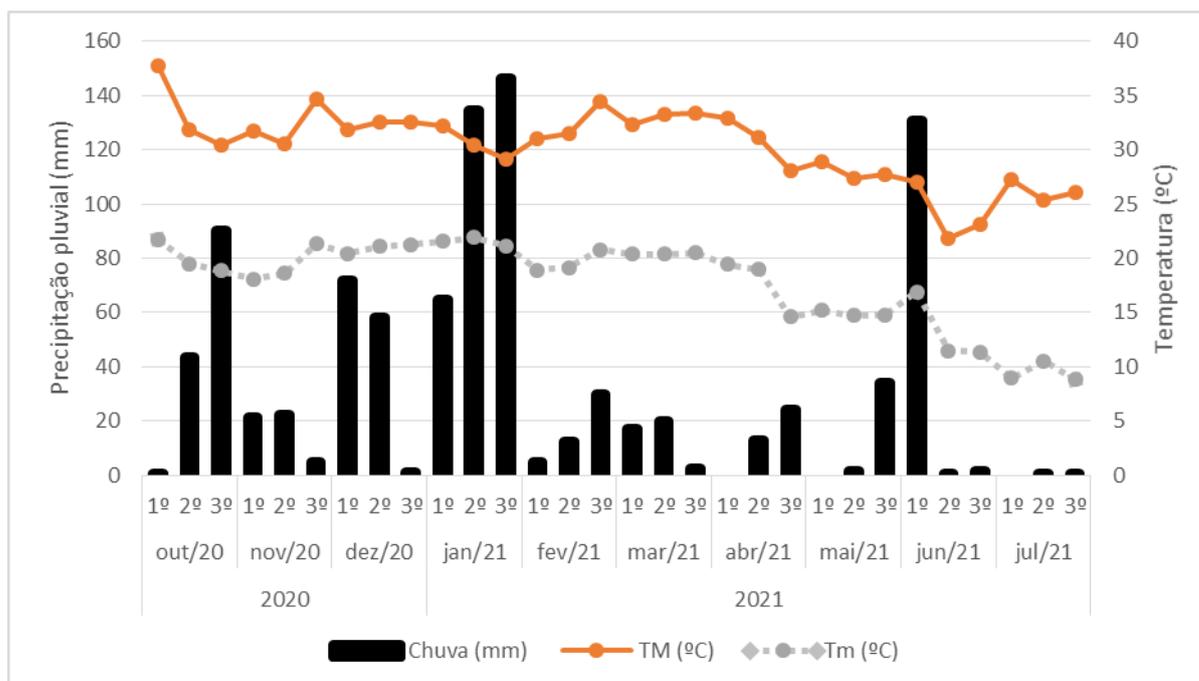


FIGURA 2. Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de outubro de 2020 a julho 2021. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2022.

As precipitações pluviométricas verificadas durante o cultivo da soja, de outubro de 2020 até fevereiro de 2021, ocorreram de forma regular, proporcionando desenvolvimento normal da cultura. De março a julho de 2021, período de cultivo do milho safrinha, as chuvas não foram regulares o que comprometeu o desenvolvimento da cultura.

A área do experimento se encontrava em plantio direto desde o ano de 1997 cultivada com a cultura da soja no verão e o milho safrinha no outono inverno. No Quadro 1 observa-se a caracterização química do solo na profundidade de 0-10 e 10-20 cm de profundidade.

Quadro 1. Caracterização química do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm durante a implantação do experimento, em outubro de 2019.

Camada (cm)	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P (resina)	CTC	V	M.O
	CaCl ₂	-----cmolc dm ⁻³ -----				mg dm ⁻³		cmolc dm ⁻³	%	g dm ⁻³
0-10	5,00	7,01	1,87	0,00	3,94	0,78	64,65	13,60	71,03	35,07
10-20	5,10	7,16	1,85	0,00	3,70	0,96	103,10	13,67	72,93	39,41

De acordo com as características químicas do solo, não houve necessidade de recomendação de aplicação de calcário e gesso na área do experimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com sete tratamentos, três repetições e em duas épocas de implantação (verão e outono-inverno), em parcelas medindo 10 m de comprimento por 10 m de largura (Quadro 2).

Quadro 2. Tratamentos utilizados nas safras 2019/20 e 2020 para avaliação da soja em 2020/21 e do milho safrinha em 2021, em Dourados, MS, 2022.

Trat.	Verão 2019/2020	Outono-inverno 2020	Verão 2020/2021	Outono-inverno 2021
1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	Piatã	Soja	Milho safrinha
2	Piatã consorciada com <i>C. ochroleuca</i>	<i>C. Ochroleuca</i>	Soja	Milho safrinha
3	<i>C. Ochroleuca</i>	Milho consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i>	Soja	Milho safrinha
4	Soja	Milho	Soja	Milho safrinha
5	Soja	Milho consorciado com <i>C. ochroleuca</i>	Soja	Milho safrinha
6	Soja	<i>C. ochroleuca</i>	Soja	Milho safrinha
7	Soja	<i>C. ochroleuca</i> consorciada com <i>B. ruziziensis</i>	Soja	Milho safrinha

3.2 Implantação dos tratamentos

Os tratamentos de rotação de culturas de verão 2019/20 (1, 2 e 3) foram semeados em 28 de novembro de 2019, com as cultivares de *Crotalaria ochroleuca* e *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, solteiras e consorciadas, na densidade de 4 kg ha⁻¹ e 3 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente, utilizando semeadora manual, semeadas em linhas de 45 cm a uma profundidade de 2 cm. Nos demais tratamentos de sucessão e de safrinha, foi semeada a soja em 18 de outubro de 2019. Em 05 de janeiro de 2020, foi realizada uma capina manual para retirada das plantas daninhas. Em 13 de fevereiro 2020, foi realizado a roçada das culturas de rotação (crotalária e braquiária), a 10 cm do solo, juntamente com a operação de colheita da soja de verão 2019/20.

Após a colheita da soja, em 15 de fevereiro de 2020, o milho safrinha foi semeado em área total pelo agricultor na densidade de 67.000 sementes ha⁻¹. Nas

respectivas parcelas, de rotação e de sucessão, as sementes de *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca*, foram distribuídas na superfície do solo na densidade de 3 kg ha⁻¹ e 4 kg ha⁻¹, e as de consórcio foram utilizados 50% das densidades utilizadas no cultivo solteiro. A incorporação destas sementes foi realizada pela passagem plantadeira durante o plantio do milho safrinha, denominando os tratamentos de outono-inverno 2020. Nos tratamentos 1, 2, 6 e 7, as plantas de milho foram retiradas manualmente 10 dias após a sua emergência.

Em 21/03/2020 foi realizado uma capina manual para retirada das plantas daninhas. Em 26 de julho de 2020 foi realizada a roçada do capim braquiária das respectivas parcelas juntamente com a operação de colheita do milho safrinha. A crotalária permaneceu nos tratamentos até completar o seu ciclo vegetativo.

Após a implantação dos sistemas de rotação e sucessão de culturas, semeados no verão 2019/20 e outono-inverno 2020, realizou-se a semeadura da soja em 18 de outubro 2020, e a semeadura do milho safrinha em 20 de fevereiro de 2021, ambos em área total, para assim avaliar seus componentes de produtividade e medir o efeito dos tratamentos.

A soja cultivar DM66i68 IPRO foi semeada de forma mecanizada pelo agricultor em 18 de outubro de 2020, com densidade de 24 sementes por metro quadrado, em linhas de 45 cm e adubação aplicada em área total no pré-plantio com 200 kg ha⁻¹ de Cloreto de potássio (KCl). O tratamento de sementes foi realizado com (Ciantraniliprole 200 mL/100kg semente) + (Tiametoxan 200 mL/100kg semente) + (Metalaxil-M+Tiabendazol+Fludioxonil 100 mL/100kg semente).

O milho safrinha semeado foi o híbrido MG30A37 PWU, também de forma mecanizada pelo agricultor em 20 de fevereiro de 2021, utilizando uma população de 67.000 sementes ha⁻¹, espaçamento de 0,45m e adubação de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 12-16-14. Aos 30 dias após a semeadura foi realizado adubação de cobertura com 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Antes da implantação dos tratamentos, em 2019, foi realizada uma amostragem de solos na área dos tratamentos para análise de nematoides, onde foi possível identificar que havia uma grande massa de ovos presentes no solo, não sendo possível identificar o índice populacional, bem como as espécies infestantes.

Sendo assim, após a semeadura da soja em 23 de outubro de 2020, foi realizada uma amostragem de solos para identificação e quantificação de nematoides fitopatogênicos presentes em cada tratamento, seguindo a metodologia de 12 sub-

amostras para formar uma amostra composta em cada parcela. Estas sub-amostras foram coletadas com trado de rosca na camada de 0-20 cm, caminhando em zig-zag nas parcelas. O solo foi homogeneizado em um balde e coletado uma porção de 200g de solo, acondicionando em sacos plásticos, armazenadas em caixa térmica e transportada até o laboratório de nematologia da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. Em 08 de janeiro de 2021, repetiu-se esta avaliação em raízes no período de florescimento da soja (R1), retirando 10 plantas por parcela, coletando as raízes e o solo envolto, homogeneizados em um balde e coletando uma amostra composta, seguindo o mesmo procedimento e métodos realizados na amostragem de solos.

3.3 Avaliações

Na soja foram realizadas as seguintes avaliações:

- Altura da planta: determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela com uma régua graduada em cm, a distância entre o nível do solo até o ápice da planta.
- Massa seca de hastes: antes da colheita, foram coletadas 4 plantas por parcela, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem na estufa de vidro e após sete dias foi levada para estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Após este período foi pesado e determinado o peso de matéria seca da haste.
- Número de grãos por vagem: foi determinado após a colheita, dividindo o número de grãos por planta pelo número médio de vagens por planta.
- Massa de 1000 grãos: foi determinada separando 100 sementes, pesadas e multiplicando seu peso por 10.
- Número de grãos por planta: foi determinado após a colheita, dividindo o número total de grãos da parcela pelo número total de plantas.
- Produtividade: determinada após a maturação fisiológica das plantas, amostrou-se uma área de 2,7 m², dentro de cada parcela. Após a trilha das plantas em trilhadora estacionária e limpeza dos grãos, eles foram pesados em balança digital, e os valores convertidos kg ha⁻¹, ajustando a umidade dos grãos em 13%.

No milho safrinha foram realizadas as seguintes avaliações:

- Altura da planta: determinada no momento da colheita, medindo-se dez plantas ao acaso dentro de cada parcela com uma régua graduada em cm, a distância entre o nível do solo até o ápice da planta.

- Número de espigas: foi determinado no momento da colheita realizando a contagem total das espigas colhidas em duas linhas de cinco metros lineares.
- Número de grãos por espiga: foi determinado após a colheita e a trilha dos grãos, dividindo o número de grãos por parcela pelo número de espigas.
- Massa de 1000 grãos: foi determinada separando 100 sementes, pesadas e multiplicando seu peso por 10.
- Produtividade: determinada após a maturação fisiológica das plantas, amostrando-se uma área de 4,5 m², dentro de cada parcela. Após a trilha das plantas em trilhadora estacionária e limpeza dos grãos, eles foram pesados em balança digital, e os valores convertidos kg ha⁻¹.
- População de nematoides: as amostras de solos foram coletadas com trado de rosca de 0-20cm, uma amostra composta por parcela após a germinação e na floração da soja, encaminhadas e processadas no laboratório conforme o método de extração de nematoides pelo sistema de flutuação centrífuga ou flutuação em sacarose Jenkins (1964). As amostras das raízes foram coletadas no período de floração da soja (R1), e as amostras foram encaminhadas e processadas no laboratório conforme o método de Coolen & D'Herde (1972). Os dados expressos em número de indivíduos por grama de raiz e por 200gr de solo, das espécies *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus*.

Os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA para verificação dos efeitos de épocas e de cultivos. As médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito de época de implantação das culturas para produtividade de grãos da soja (Quadro 3), altura de plantas de milho e massa de 100 grãos (Quadro 4). Indicou efeito dos tratamentos para altura de plantas de soja e produtividade de grãos da soja (Quadro 3), altura de plantas de milho e massa de 100 grãos (Quadro 4).

QUADRO 3. Resumo da análise de variância para altura de planta da soja (APS), massa seca por haste (MSHS), número de grãos por planta (NGPS) da soja, massa de 100 grãos (M100G) e produtividade da soja (PRODS) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.

QUADRADO MÉDIO						
FV	GL	APS	MSHS	NGPS	M100G	PRODS
Época	2	99,34 ^{ns}	532958,4 ^{ns}	29,482 ^{ns}	1,135 ^{ns}	190957,9*
Tratamentos	6	115,74*	1765040,3 ^{ns}	82,050 ^{ns}	0,510 ^{ns}	132324,2*
Erro	10	15,16	2494080,2	264,435	0,619	21055,0

ns = não significativo, * significativo a $p \leq 0,05$ pelo teste F.

QUADRO 4. Resumo da análise de variância para altura de plantas do milho (APM), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos de milho (M100G), e produtividade do milho (PRODM) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.

QUADRADO MÉDIO					
FV	GL	APM	NGE	M100G	PRODM
Época	2	0,011*	160,4 ^{ns}	10,393*	1435974,5 ^{ns}
Tratamentos	6	0,005*	359,7 ^{ns}	5,495*	651184,4 ^{ns}
Erro	10	0,000607	798,7	0,732	297509,6

^{ns}, * = não significativo, significativo a $p \leq 0,05$, respectivamente pelo teste F.

QUADRO 5. Resumo da análise de variância para número de nematoides *Rotylenchulus reniformis* no solo por ocasião do plantio da soja (RrPS), floração da soja (RrFS) e em raízes de soja no estágio de floração (RrRSF), número de indivíduos de *Pratylenchus brachyurus* em solo no plantio (PbSPS), em solo na floração (PbSFS) e em raízes de soja na floração (PbRSF) da safra 2020/21, em Dourados, MS, 2022.

QUADRADO MÉDIO							
FV	GL	RrPS	RrFS	RrRSF	PbSPS	PbSFS	PbRSF
Época	2	20060,5 ^{ns}	22386,6 ^{ns}	4,777 ^{ns}	27,17 ^{ns}	110,12 ^{ns}	936,50 ^{ns}
Tratamentos	6	28323,3 ^{ns}	83934,3 ^{ns}	4,744 ^{ns}	31,87 ^{ns}	137,07 ^{ns}	570,38 ^{ns}
Erro	10	31905,0	104384,4	4,335	43,09	124,92	1182,43

^{ns}, * = não significativo, significativo a $p \leq 0,05$, respectivamente pelo teste F.

4.1 Nematoides

Para *Rotylenchulus reniformis* não houve diferença significativa para número de indivíduos avaliados no solo, tanto no plantio, quanto na floração da soja e tão pouco nas raízes na floração da soja (Quadro 6).

QUADRO 6. Número de nematoides *Rotylenchulus reniformis* no solo por ocasião do plantio da soja (RrPS), floração da soja (RrFS) e em raízes de soja no estágio de floração (RrRSF), por 200 gramas de solo e em raízes na floração (FR), por gramas de raiz, em função de épocas de implantação das culturas e tratamentos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.

Época de implantação		RrPS	RrFS	RrRSF
Testemunha (T4)		405,33 a	232,66 a	2,88 a
Outono – inverno (T5, 6 e 7)		426,88 a	309,88 a	3,88 a
Verão (T1, 2, 3)		334,33 a	368,66 a	2,44 a
Tratamentos				
1	Piatã (verão) / Piatã (inverno)	250,00 a	201,66 a	1,62 a
2	Piatã + <i>C. ochroleuca</i> (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	360,66 a	228,00 a	2,01 a
3	<i>C. ochroleuca</i> (verão) / Milho + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	392,33 a	676,33 a	3,68 a
4	Soja (verão) / Milho safrinha (inverno)	405,33 a	232,66 a	2,88 a
5	Soja (verão) / Milho + <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	298,66 a	226,00 a	3,83 a
6	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	552,00 a	357,00 a	2,51 a
7	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	430,00 a	346,66 a	5,30 a
Média		384,14	324,04	3,12
C.V. (%)		46,50	99,70	66,65

*Médias seguidas pela mesma letra em cada variável comparam épocas de implantação e tratamentos, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1- Piatã / Piatã, 2- Piatã+*C.ochroleuca* / *C.ochroleuca*, 3- *C.ochroleuca* / Milho+B.*ruziziensis*, 4- Soja (*Glycine max*) / Milho safrinha (*Zea mays*), 5- Soja / Milho+C.*ochroleuca*, 6- Soja / *C.ochroleuca*, 7- Soja / *B.ruziziensis*+*C.ochroleuca*.

Leandro e Asmus (2015) identificaram que a rotação de culturas com milho ou *Crotalaria ochroleuca* no verão reduz a densidade populacional do nematoide *R. reniformis* comparado ao cultivo de soja isolado. A *Brachiaria ruziziensis* manejada na entressafra não teve efeito sobre a mesma espécie de nematoide em comparação com o pousio. Wang et al. (2001), descrevem que há situações em que as fêmeas imaturas de *R. reniformis* penetram em raízes de *Crotalaria juncea*, e sua reprodução é limitada em função do atraso no desenvolvimento de fêmeas adultas, e em outros casos, ocorre possíveis efeitos alelopáticos das crotalárias mediante a seus extratos foliares inibindo o movimento do reniforme, resultando em redução populacional no solo. Sendo assim, crotalárias tem sido relacionada como plantas armadilhas, permitindo a penetração do nematoide nas raízes, diminuindo a população do solo, sem que ele complete o desenvolvimento e a reprodução posterior (INOMOTO e ASMUS, 2014; VEDOVETO et al., 2013).

Para os nematoides reniformes, no Mato Grosso do Sul, a sua alta densidade populacional abrange mais de 29% da área cultivada com soja, e a sua ocorrência não está limitada a textura do solo, ocorrendo tanto em solos arenosos quanto em argilosos, sendo esse último o mais predominante (Dias et al., 2010), como demonstrado na avaliação deste trabalho.

Para Leach et al. (2012) *Rotylenchulus reniformis* é uma espécie de nematoide que apresenta uma alta variabilidade espacial no solo, e é de grande importância econômica para as culturas mais cultivadas, sendo assim, estudaram o genótipo predominante de nematoides reniformes submetidos aos efeitos da rotação de culturas, concluindo que após a rotação com soja resistente ou milho, ocorre uma mudança na composição de seu genótipo e a rotação de culturas influencia no índice populacional do nematoide reniforme.

Para a espécie *Pratylenchus brachyurus* não houve diferença significativa para números de indivíduos avaliados no solo no plantio, em solos na floração da soja e nas raízes na floração (Quadro 7). No entanto, a crotalária cultivada solteira no outono-inverno, tratamento 6, reduziu a população do nematoide em relação ao cultivo de ruziziensis + crotalária, tratamento 7, nesse mesmo período, não diferindo dos demais tratamentos.

Os nematoides de lesões, são mais disseminados pela sua associação com diversas plantas hospedeiras e seu dano é expressivo a produção quando a associado solos arenosos, compactos e com deficiência hídrica (GRIGOLLI e ASMUS, 2014).

QUADRO 7. Número de indivíduos de *Pratylenchus brachyurus* em solo no plantio (PbSPS), em solo na floração (PbSFS), por 200 gramas de solo e em raízes de soja na floração, por grama de raiz (PbRSF), em função de épocas de implantação das culturas e tratamentos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.

Época de implantação	PbSPS	PbSFS	PbRSF
Testemunha (T4)	0,00 a	13,33 a	61,75 a
Outono – inverno (T5, 6 e 7)	4,00 a	3,55 a	77,40 a
Verão (T1, 2, 3)	1,11 a	7,00 a	57,46 a
Tratamentos			
1 Piatã (verão) / Piatã (inverno)	0,00 a	17,66 a	55,87 ab
2 Piatã + <i>C. ochroleuca</i> (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	3,33 a	0,00 a	63,78 ab
3 <i>C. ochroleuca</i> (verão) / Milho + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	0,00 a	3,33 a	52,71 ab
4 Soja (verão) / Milho safrinha (inverno)	0,00 a	13,33 a	61,75 ab
5 Soja (verão) / Milho + <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	8,66 a	7,00 a	65,03 ab
6 Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	0,00 a	3,66 a	27,81 b
7 Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	3,33 a	0,00 a	139,36 a
Média	2,19	6,42	66,62
C.V. (%)	299,70	173,87	51,61

*Médias seguidas pela mesma letra em cada variável comparam épocas de implantação e tratamentos, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1- Piatã / Piatã, 2- Piatã+*C.ochroleuca* / *C.ochroleuca*, 3- *C.ochroleuca* / Milho+*B.ruziziensis*, 4- Soja (*Glycine max*) / Milho safrinha (*Zea mays*), 5- Soja / Milho+*C.ochroleuca*, 6- Soja / *C.ochroleuca*, 7- Soja / *B.ruziziensis*+*C.ochroleuca*.

Para Rodrigues et al. (2014), a sucessão de culturas com crotalária, nabo forrageiro, estilosantes e pousio reduzem a população de *P. brachyurus*, nas raízes e nos solos, porém em áreas de alta densidade populacional, essa sucessão deve ser utilizada com cuidado para não facilitar a sua multiplicação em plantas hospedeiras. Os autores Debiasi et al. (2016), Silva et al. (2018), Cruz et al. (2020), observaram o efeito do cultivo de *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* em sucessão, como opção de reduzir a densidade populacional e os danos causados por *P. brachyurus* a soja. Já, a *B. ruziziensis*, Piatã e o milho, são plantas suscetível a *P. brachyurus*. (SILVA et al. 2013; CRUZ et al. 2020).

De acordo com os dados apresentados nos Quadros 6 e 7, em comparativo com os dados encontrados por Mazzetti (2018), demonstram que os níveis populacionais e os danos econômicos dos nematoides *P. brachyurus* e *R. reniformis*, se encontram muito baixos. Sendo assim, descarta-se a hipótese de que os fitonematoides estariam causando as anomalias nas plantas de soja.

4.2 Produtividade da soja

No Quadro 8, verifica-se que a soja semeada em sucessão ao milho safrinha e o milho consorciado com *C. ochroleuca*, tratamentos 4 e 5, respectivamente, apresentaram as menores alturas de plantas da soja, diferindo dos demais tratamentos em que o crescimento das plantas foram de até 19% superior. Os efeitos da *C. ochroleuca* e da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, ambas solteiras, foram significativos sobre a altura da planta. Assim também, os efeitos da *C. ochroleuca* consorciada com *B. ruziziensis*, em rotação, apresentaram resultados superiores para altura da planta.

QUADRO 8. Altura de planta da soja (APS, em centímetros), massa seca por haste (MSHS, em Kg ha⁻¹), número de grãos por planta (NGPS) da soja safra 2020/21, em função de épocas de implantação das culturas e tratamentos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.

Época de implantação		APS	MSHS	NGPS
Testemunha (T4)		83,66 b	4.293 a	119,57 a
Outono – inverno (T5, 6 e 7)		91,77 a	4.183 a	114,45 a
Verão (T1, 2, 3)		92,88 a	4.660 a	115,70 a
Tratamentos				
1	Piatã (verão) / Piatã (inverno)	89,33 ab	4.889 a	114,15 a
2	Piatã + <i>C. ochroleuca</i> (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	99,33 a	5.747 a	124,00 a
3	<i>C. ochroleuca</i> (verão) / Milho + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	90,00 ab	3.343 a	108,95 a
4	Soja (verão) / Milho safrinha (inverno)	83,66 b	4.293 a	119,57 a
5	Soja (verão) / Milho + <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	85,66 b	4.138 a	112,89 a
6	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	99,66 a	4.524 a	111,76 a
7	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	90,00 ab	3.887 a	118,68 a
Média		91,09	4.403	115,72
C.V. (%)		4,28	35,87	14,05

*Médias seguidas pela mesma letra em cada variável comparam épocas de implantação e tratamentos, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1- Piatã / Piatã, 2- Piatã+*C.ochroleuca* / *C.ochroleuca*, 3- *C.ochroleuca* / Milho+*B.ruziziensis*, 4- Soja (*Glycine max*) / Milho safrinha (*Zea mays*), 5- Soja / Milho+*C.ochroleuca*, 6- Soja / *C.ochroleuca*, 7- Soja / *B.ruziziensis*+*C.ochroleuca*.

Mesmo não avaliando o sistema radicular da soja, é evidente que os tratamentos com presença de crotalaria solteira ou em consórcio com gramíneas, promove esse efeito positivo pela produção de fitomassa elevada, cobertura de solo e incremento dos estoques de C e N total ao sistema solo-planta em virtude da capacidade das leguminosas de fixarem nitrogênio atmosférico, resultando em ambiente favorável para crescimento das culturas sucessoras (GARCIA e MACHADO, 2019; LAROCA et al., 2018).

Os dados deste trabalho apresentam semelhança com Santos et al. (2014), que avaliaram os efeitos dos sistemas de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos e as características agrônômicas, não constatando diferença entre os sistemas de

rotação de culturas em relação a massa seca por hastes, ao número de grãos por planta e da massa de mil grãos.

A análise de variância indicou efeito dos tratamentos para produtividade da soja, porém, não identificou efeito para massa de 100 grãos de soja (Quadro 9).

QUADRO 9. Massa de 100 grãos (M100G, em gramas) e produtividade da soja (PRODS, em kg ha⁻¹) safra 2020/21, em função de épocas de implantação das culturas e tratamentos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.

Época de implantação		M100G	PRODS
Testemunha (T4)		14,44 a	3.667 a
Outono – inverno (T5, 6 e 7)		15,36 a	4.040 a
Verão (T1, 2, 3)		15,40 a	4.063 a
Tratamentos			
1	Piatã (verão) / Piatã (inverno)	15,41 a	4.121 ab
2	Piatã + <i>C. ochroleuca</i> (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	15,16 a	4.098 ab
3	<i>C. ochroleuca</i> (verão) / Milho + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	15,63 a	3.970 abc
4	Soja (verão) / Milho safrinha (inverno)	14,44 a	3.667 c
5	Soja (verão) / Milho + <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	15,09 a	3.761 bc
6	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	15,64 a	4.116 ab
7	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	15,35 a	4.241 a
Média		15,25	3.996
C.V. (%)		5,16	3,63

*Médias seguidas pela mesma letra em cada variável comparam épocas de implantação e tratamentos, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1- Piatã / Piatã, 2- Piatã+*C.ochroleuca* / *C.ochroleuca*, 3- *C.ochroleuca* / Milho+*B.ruziziensis*, 4- Soja (*Glycine max*) / Milho safrinha (*Zea mays*), 5- Soja / Milho+*C.ochroleuca*, 6- Soja / *C.ochroleuca*, 7- Soja / *B.ruziziensis*+*C.ochroleuca*.

Os efeitos da *C. ochroleuca* e da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, ambas solteiras, foram significativos sobre a produtividade da soja. Assim como os efeitos da *C. ochroleuca* consorciada com *B. ruziziensis*, em rotação, apresentaram resultados superiores para produtividade da soja. Os autores Capristo (2022), Cruz et al. (2020), também encontraram maior produtividade de grãos de soja após o consórcio de gramíneas com *C. ochroleuca* em comparação aos sistemas soja-milho safrinha. Da mesma forma para *B. ruziziensis* cultivado no outono-inverno (CAPRISTO et al., 2021).

Amaral et al. (2016), Sabundjian et al. (2013) e Silveira et al. (2011) também encontraram maior produtividade de grãos de soja em cultivo com leguminosas e gramíneas, principalmente a *B. ruziziensis*, em sistemas de rotação e sucessão de culturas.

O efeito da rotação com *B. ruziziensis* consorciada com *C. ochroleuca* antecedendo a semeadura da soja em outubro de 2020, contribuiu para produtividade de 4.241 kg ha⁻¹ de soja, comprovando que houve efeito positivo da rotação de culturas.

4.3 Produtividade do milho safrinha

Para a cultura do milho, a análise de variância indicou efeito para época de implantação e dos tratamentos para altura de planta e massa de 100 grãos, porém, não identificou efeito dos tratamentos para número de grãos por espiga e produtividade do milho (Quadro 10).

QUADRO 10. Altura de plantas do milho (APM, em metros), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos de milho (M100G, em gramas), e produtividade do milho (PRODM, em Kg ha⁻¹) em função de épocas de implantação das culturas e tratamentos, respectivamente, em Dourados, MS, 2022.

Época de implantação		APM	NGE	M100G	PRODM
Testemunha (T4)		1,43 b	305,42 a	25,35 c	5.233 b
Outono – inverno (T5, 6 e 7)		1,48 a	309,55 a	26,57 b	5.396 ab
Verão (T1, 2, 3)		1,41 b	315,93 a	28,11 a	6.095 a
Tratamentos					
1	Piatã (verão) / Piatã (inverno)	1,38 c	305,29 a	27,60 abc	6.015 a
2	Piatã + <i>C. ochroleuca</i> (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	1,39 bc	323,09 a	27,86 abc	5.941 a
3	<i>C. ochroleuca</i> (verão) / Milho + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	1,45 abc	319,42 a	28,87 a	6.329 a
4	Soja (verão) / Milho safrinha (inverno)	1,43 abc	305,42 a	25,35 c	5.233 a
5	Soja (verão) / Milho + <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	1,46 ab	323,51 a	27,93 ab	5.811 a
6	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> (inverno)	1,47 a	294,10 a	26,33 bc	5.159 a
7	Soja (verão) / <i>C. ochroleuca</i> + <i>B. ruziziensis</i> (inverno)	1,50 a	311,05 a	25,45 bc	5.219 a
Média		1,44	311,70	27,06	5.672
C.V. (%)		1,71	9,07	3,16	9,62

*Médias seguidas pela mesma letra em cada variável comparam épocas de implantação e tratamentos, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1- Piatã / Piatã, 2- Piatã+*C.ochroleuca* / *C.ochroleuca*, 3- *C.ochroleuca* / Milho+*B.ruziziensis*, 4- Soja (*Glycine max*) / Milho safrinha (*Zea mays*), 5- Soja / Milho+*C.ochroleuca*, 6- Soja / *C.ochroleuca*, 7- Soja / *B.ruziziensis*+*C.ochroleuca*.

Santos et al. (2010), obteve efeito significativo para altura de plantas de milho nos tratamentos decorrentes do uso de leguminosas. Isso pode ter ocorrido devido a maior exigência do milho por N nos primeiros estádios de desenvolvimento e suplantado pela rápida decomposição das leguminosas (baixa relação C/N).

A maior produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes associada a fixação biológica de nitrogênio, podem ser responsáveis pelos maiores valores de altura de plantas e massa de grãos de milho. Albuquerque et al. (2013), estudando os componentes de produção do milho, os melhores resultados obtiveram sobre os tratamentos influenciados pelas leguminosas usadas como plantas de cobertura. As leguminosas por sua baixa relação C/N, liberam N para o sistema de forma mais rápida do que as gramíneas. Silva e Castro et al. (2014), evidenciaram uma influência positiva

na massa de grãos das espigas com crotalária, mostrando a resposta do milho à adubação nitrogenada em função das culturas antecessoras e maior disponibilidade de nutrientes.

Para Carvalho et al. (2004) a crotalária cultivada na primavera incrementou a produtividade de grãos do milho em relação a área de pousio, na ordem de 18,5%, efeito esse oriundo da alta umidade do solo retido pela camada de palha. As leguminosas possuem uma baixa relação C/N e alta capacidade de fixar N atmosférico, favorecendo a decomposição e liberação desses nutrientes para as culturas sucessoras, além de proporcionarem aumento de matéria orgânica no solo e modificando as propriedades físicas, químicas e biológicas.

Silva et al. (2009), também encontraram melhor aproveitamento do nitrogênio, oriundo do cultivo da crotalária, pela cultura do milho; assim como Calegari (2008) que relata um maior equilíbrio na mineralização do nitrogênio e acúmulo de carbono em profundidade no solo, decorrente do cultivo da soja em consórcio e/ou rotação com gramíneas.

O cultivo de leguminosas e gramíneas apresenta características importantes para melhoria da estrutura do solo, descompactação, adição de carbono e nitrogênio ao solo, contribuindo assim para uma melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas, bem como, a sua conservação. Ferreira et al. (2012), demonstraram que o efeito dos tratamentos em função da sua época de implantação, interferiu nos resultados de altura de planta, massa de 100 grãos e produtividade do milho.

A rotação e sucessão de culturas com alta relação C/N traz benefícios quando utilizadas como cobertura de solo, ao mesmo tempo que culturas com baixa relação C/N, como crotalárias, mineralizam rapidamente, disponibilizando nutrientes, (SECRETI, 2017; PEREIRA et al., 2011), corroborando com a tendência dos resultados encontrado neste trabalho.

5. CONCLUSÕES

A *Crotalaria ochroleuca* solteira cultivada no outono-inverno reduz a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*, mas não interfere na densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis*.

A soja apresenta maior produtividade de grãos quando cultivada em sucessão à *Crotalaria ochroleuca* consorciada com *Brachiaria ruziziensis* no outono-inverno.

O milho safrinha apresenta maior produtividade quando as espécies são cultivadas no verão, mas sem efeito dos tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. W. de; SANTOS, J. R.; FILHO, G. M.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p.721-726, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/jLVVbjmZSrmywzC6W5gv9kv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 out. 2022.

AMARAL, C. B. do et al. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2016, v.51, n.9. Acesso em: 10 ago. 2022, p. 1602-1609. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900060>>. ISSN 1678-3921.

ANGELETTI, M. P.; SOUZA, J. L.; COSTA, H.; FAVARATO, L. F.; MUZZI, E. M.; MUNIZ, E. S.; LAURETT, L.; ZANUNCIO JUNIORM J. S.; GUARÇONIM A. **Espécies vegetais para cobertura do solo: guia ilustrado**. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2018. 78 p.

ASMUS, G. L. Ocorrência e manejo do nematoide reniforme em Mato Grosso do Sul. In: **TECNOLOGIA e produção: soja - milho 2008/2009**. 5. ed. Maracaju, MS: Fundação-MS, 2008. p. 123-125.

ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; BORGES, E. P. **Manejo de *Pratylenchus brachyurus* com Crotalário ou Milheto em Área de Produção de Soja**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2016. (Boletem de Pesquisa e Desenvolvimento 73).

BOTOLINI, G. L.; ARAÚJO, D. V.; ZAVISLAK, F. D.; ROMANO JUNIOR, J.; KRAUSE, W. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 818-830, 2013.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto**. Informações Agronômicas, v. 122, p. 18-21, 2008.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v.28, n.5, p.770-781, 2012.

CAPRISTO, D. P. **Atributos químicos, físicos e biológicos do solo e produtividade da soja após sistemas de renovação de pastagem**. 2022. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdades de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022. URL <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4976>.

CAPRISTO, D. P.; CECCON, G.; FACHINELLI, R.; SANTOS, C. M. G. dos. Increase of soybean yield through agricultural practices in Central Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.16, n.2, p. 8696, 2021. DOI:10.5039/agraria.v16i2a8696.

CARVALHO, M. A. C. de et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2004, v.39, n.1, p. 47-53. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100007>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Plantio Direto no Sul do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista**. Londrina, PR: IAPAR, 2012. 77p.

CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F.; COSTA, M. M. S. C.; COSTA, L. A. M. Sistemas de produção e sua influência na cultura do milho safrinha em plantio direto. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.10, n.1, p.47-57, 2011.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.1, p.204-212, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000100021>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

CECCON, G. Desafios de sistemas integrados no milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 15., 2019. Jataí, GO. Desafios no cultivo do milho safrinha: **Livro de palestras**. Sete Lagoas, MG: ABMS, 2019. p. 217-240. Editado por: Maria Cristina Dias Paes, Paulo César Timossi e Piero Iori. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1124469>

COOLEN, W. A. & D'HERDE, C.J. A. Method for the Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue. Ghent, Bélgica. **State Nematology and Entomology Research Station**, 1972, 77p.

CRUZ, T. T., ASMUS, G. L., GARCIA, R. A. *Crotalaria* species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.50, n.7, 2020. ISSN 1678-4596.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS, E. U.; BALBINOT, A. A. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.51, n.10, p. 1720-1728, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016001000003>

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. **Nematoides em soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8p. (Circular Técnica 76).

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**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 173-206.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de soja – Região Central do Brasil 2014, Londrina: Embrapa Soja, 2013, 265p. (Embrapa Soja, Sistemas de Produção, n. 16).

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

EMBRAPA – **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**. Embrapa soja. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

EMBRAPA Agropecuária Oeste - Guia Clima. Estatísticas. 2022. Disponível em: <<https://clima.cpao.embrapa.br/?lc=site/estatisticas/estatisticas>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Portal Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fundamentos/conceitos/sistema-plantio-direto-spd->>. Acesso em: 19 out. 2022.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 299p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects Split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P.; CHAVES, A. F. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.1, p. 33 – 38, 2012.

FERREIRA, W. S.; BRAGA PEREIRA BRAZ, A. J.; ASSIS, R. L. de; DE PINHO COSTA, K. A.; GUERRA DA SILVA, A.; RODRIGUES TORRES, J. L. Cultivo do milho e da soja em sucessão as culturas de safrinha em Rio Verde/GO. **Energia na agricultura**, v.31, n.3, p.291–297, 2016. DOI: 10.17224/EnergAgric.2016v31n3p291-297. Disponível em: <<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2419>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, R. Rotação de culturas: Práticas que confere maior sustentabilidade a produção agrícola no estado do Paraná. **IPNI. Informações agrônômicas**, n.134, p.13, 2011.

FREITAS, L. G.; DE LIMA, R.D.; FERRAZ, S. In: **Introdução a nematologia**. Viçosa, MG, 2001. 90p.

GARCIA, R. A.; MACHADO, L. A. Z. **Braquiária com crotalária na entressafra: efeito positivo na soja em sucessão**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, p.18, 2019. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456; 83. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1118531>>.

GOULART, M. M. P. et al. Evaluation of the effect of different populations of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crop. **Global Science and Technology**. Rio

Verde- GO, v.6, n.2, p.08-14, 2013. Available from: <<http://dx.doi.org/10.14688/1984-3801.v06n02a01>>. Acesso em: 27 out. 2022. doi: 10.14688/1984-3801.V06N02A01.

GRIGOLLI, J. F. J., & ASMUS, G. L. **Manejo de nematoides na cultura da soja.** 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/985986/1/cap.9.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2022.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Manejo de nematoides em sistemas consorciados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. Estabilidade e produtividade: **Anais**. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/974885/manejo-de-nematoides-em-sistemas-consorciados>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematoides. In: FILHO, O. F. de L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v.1, p.442-479.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, 48 (9):692. 1964.

KAPPES, C. Sistemas de produção de fibra e grãos com rotação de culturas em plantio direto no mato grosso. In: Fundação MT. **Relatório técnico de pesquisa**. Rondonópolis. 2015.

KODZWA, J. J.; GOTOSA, J.; NYAMANGARA, J. Mulching is the most important of the three conservation agriculture principles in increasing crop yield in the short term, under sub humid tropical conditions in Zimbabwe. **Soil & Tillage Research**, v. 197, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104515>

LAROCA, J. V. S. dos; SOUZA, J. M. A. de; PIRES, G. C.; PIRES, G. J. C.; PACHECO, L. P.; SILVA, F. D. da; WRUCK, F. J.; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, L. S.; SOUZA, E. D. de. Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2018, v.53, n.11, p. 1248-1258. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001100007>>. Acesso em: 27 out. 2022. ISSN 1678-3921. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001100007>.

LEACH, M., AGUDELO, P., and LAWTON-RAUH, A. 2012. Effect of crop rotations on *Rotylenchulus reniformis* population structure. *Plant Dis.* 96:24-29. **Plant Disease**, v.96, p.24-29, n.1. Clemson University.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em áreas de produção de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, jun., 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130526>.

LIRA, V. L.; COSTA, A. F. da; MOURA, R. M. de; MAIA, L. C. *Rotylenchulus reniformis* (Nematoda: Tylenchida): biologia, identificação, patogenicidade e manejo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.15, n.2, p.91-102, 2018.

MARTINS, M. F. L. **Velocidade de decomposição da fitomassa do crambe em latossolo argiloso sob sistemas de manejo**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

MAZZETTI, V. C. G. **Levantamento populacional de nematoides em soja no Rio Grande do Sul e estratégia genética, química e biológica para controle de nematoides de galha**. 2018. 28f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo, 2017. Acesso em: <<http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1843>>. Acesso em: 27 out. 2022.

MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. C.; GUIMARÃES, G. P.; MOURA, W. M.; ANDRADE, F. V. Biological nitrogen fixation by legumes and N uptake by coffee plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, n. 1, p. 1-10, 2017. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20160178>

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C. M.; YANO, E. H.; PEREIRA, F. C. B. L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.1, p.183-193, 2015. <https://doi.org/10.1590/01000683rbcS20150666>

MUNKHOLM, L. J.; HECK, R. J.; DEEN, B. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. **Soil and Tillage Research**, v. 127, p. 85-91, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.02.007>

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 9, p.1228-1236, 2013.

PEREIRA, L. C.; FONTANETI, A.; BATISTA, N. J.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, V.6, p. 191-200, 2011.

PISSINATI, A.; MOREIRA, A.; SANTORO, P. H. Biomass Yield and Nutrients Concentration in Shoot Dry Weight of Winter Cover Crops for No-Tillage Systems, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 47, n. 20, p. 2292-2305, 2016. <https://doi.org/10.1080/001T03624.2016.1243711>

RAMOS JUNIOR, E. R.; RAMOS, E. M. de; KONZEN, L. M.; TARDIN, F. D. **Produtividade de grãos de milho em consórcio com *Crotalaria spectabilis* na safrinha de dois anos agrícolas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 14., 2017, Cuiabá. Construindo sistemas de produção rentáveis e sustentáveis: anais. Cuiabá: ABMS, 2017. p. 502-507. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168594/1/Produtividade-graos->

1.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

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

RICHETTI, A., LAMAS, F. Sucessão de culturas: uma abordagem econômica em Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, Local de publicação (editar no plugin de tradução o arquivo da citação ABNT), 28, ago. 2019. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1482>>. Acesso em: 22 Out. 2022.

RODRIGUES, D. B., DIAS-ARIEIRA, C. R., VEDOVETO, M. V. V., ROLDI, M., MOLIN, H. F. D., ABE, V. H. F. 2014. Crop rotation for *Pratylenchus brachyurus* control in soybean. **Nematropica**, 44:146-151.

SABUNDJIAN, M. T. et al. Adubação nitrogenada em feijoeiro em sucessão a cultivo solteiro e consorciado de milho e *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 2013, v.43, n.3, p. 292-299. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000300007>>. ISSN 1983-4063. Acesso em: 10 ago. 2022.

SANTOS, H. G. dos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 5. ed., rev. e ampliada – Brasília, DF: Embrapa, 2018. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; PIRES, J.; LAMPERT, E. A.; VARGAS, A. M.; VERDI, A. C. Rendimento de grãos e características agrônômicas de soja em função de sistemas de rotação de culturas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 263-273, 2014.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p123-134>. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/305>. Acesso em: 27 out. 2022.

SECRETI, M. L. **Aporte de carbono no solo em sistemas com culturas diversificadas em mato grosso do sul**. Dourados, 2017. p. 87. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados.

SILVA E CASTRO, L. H.; OLIVEIRA, L. S. de; SOBRAL, A. A.; SILVEIRA, W. R. da. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO EM SUCESSÃO A ADUBOS VERDES NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.4, n.1, 2014. DOI: 10.21206/rbas.v4i1.237. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2828>. Acesso em: 27 out. 2022.

SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; VILANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2009, v.44, n.2, p.118-127. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200002>>. Epub 09 Abr 2009. ISSN 1678-3921. Acesso em 18 jul. 2022.

SILVA, R. A.; UEBEL, M.; GARBIN, L. F.; SANTOS, P. S. Reação de cultivares de *Brachiaria* spp. a *Pratylenchus brachyurus*. **Revista Connection Line**, s/v, n. 10, p. 122 – 129, 2013. Disponível em: <<https://www.periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/900>>. Acesso em: 27 out. 2022. DOI: 10.18312/connectionline.v0i9.90

SILVA, R. A.; NUNES, N. A.; SANTOS, T. F. S.; IWANO, F. K. Efeito da Rotação de culturas no manejo de nematoides em áreas arenosas. **Nematropica**, v. 48, p. 198-205-206, 2018.

SILVA, D. A.; SOUZA, L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, v.70, n.1, p.147-156, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000100021>

SILVEIRA, P. M. da et al. Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2011, v.46, n.10, p. 1170-1175. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000008>>. ISSN 1678-3921. Acesso em: 10 ago. 2022.

TORRES, R. G.; RIBEIRO, N. R.; BOER, C. A.; FERNANDES, O.; FIGUEIREDO, A. G.; FERREIRA NETO, A.; CORBO, E. **Manejo integrado de nematoides em sistema de plantio direto no cerrado**. Monsoy, 2019. Disponível em: <https://www.monsoy.com.br/pdf/MANEJO%20DE%20NEMATOIDES%20EM%20S PD%20NO%20CERRADO_CT_21_11_2009.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

VASU, D.; SINGH, S. K.; RAY, S. K.; DURAISAMI, V. P.; TIWARY, P. Soil quality index (SQI) as a tool to evaluate crop productivity in semi-arid deccan plateau, India. **Geoderma**, v. 282, n. 15, p. 70-79, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.07.010>

VEDOVETO, M. V. V. et al. Green manure in the management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Nematropica**, v.43, n.1, p. 226-232, 2013. Available from: <<https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/82711>>. Acesso em: 27 out. 2022. ISSN2220-5608/ISSN2220-5616.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus* and *Togetes erecta*. **Nematropica**, Auburn, v.31, n.2, p. 235-249, 2001.

ANEXOS

Imagens registradas durante o decorrer do experimento no Sítio Carvalho, linha do barreirinho, localizado no município de Dourados, MS.

Foto: Autor

**Folhas de soja encarquilhadas**

Foto: Gessi Ceccon

**Plantio de braquiária e crotalário out/19**

Foto: Gessi Ceccon

**Plantio de braquiária e crotalário out/19**

Foto: Gessi Ceccon

**Colheita soja 2019/20**

Foto: Gessi Ceccon

**Colheita soja 2019/20**

Foto: Gessi Ceccon

**Milho safrinha e cultivos semeados em fev 2020**

Foto: Autor



**Desenvolvimento do milho safrinha
2020**

Foto: Gessi Ceccon



**Corte da braquiária solteira em maio de
2020**

Foto: Gessi Ceccon



Plantio da soja 2020/21

Foto: Autor



Germinação da soja 2020/21

Foto: Autor



Desenvolvimento da soja 2020/21

Foto: Autor



Coleta de soja para avaliação 2020/21

Foto: Autor



Avaliação da soja 2020/21

Foto: Autor



Amostras de soja secando em estufa

Foto: Autor



Avaliação das raízes 1

Foto: Autor



Avaliação das raízes 1

Foto: Gessi Ceccon



Semeadora manual Semina – SB

Foto: Autor



Desenvolvimento milho safrinha 2021

Foto: Autor



Colheita do milho safrinha 2021

Foto: Autor



Avaliação do milho safrinha 2021

Foto: Autor



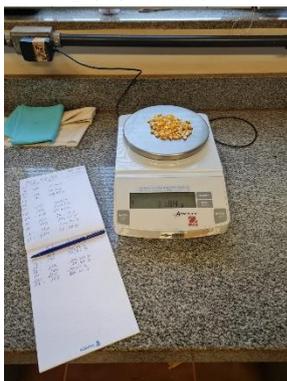
Peso total das parcelas 1

Foto: Autor



Peso total das parcelas 2

Foto: Autor



Peso de 1.000 grãos

Foto: Autor



Contagem de grãos