

## Controle populacional de *Meloidogyne* sp. em áreas cultivadas com hortaliças utilizando plantas de cobertura

Population control of *Meloidogyne* sp. in areas cultivated with vegetables using cover crops

Control poblacional de *Meloidogyne* sp. en áreas cultivadas con hortalizas utilizando cultivos de cobertura

Recebido: 11/05/2021 | Revisado: 19/05/2021 | Aceito: 22/05/2021 | Publicado: 10/06/2021

**Paula Santos Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9425-521X>  
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
E-mail: Paulasantosfe@hotmail.com

**Maria Amélia dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2746-9090>  
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
E-mail: ameliaufu@gmail.com

**Ernane Miranda Lemes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2895-9603>  
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
E-mail: ernanefito@gmail.com

**Hamilton Cesar de Oliveira Charlo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0663-2167>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Brasil  
E-mail: hamiltoncharlo@iftm.edu.br

**Dinamar Márcia da Silva Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4740-0549>  
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
E-mail: marcinha\_0202@hotmail.com

**Arcângelo Loss**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3005-6158>  
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
E-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br

**Virgínia Oliveira Coelho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5953-2496>  
Universidade Federal Triângulo Mineiro, Brasil.  
E-mail: soricina2@gmail.com

**José Luiz Rodrigues Torres**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0663-2167>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Brasil  
E-mail: jlrtorres@iftm.edu.br

### Resumo

Um dos pilares do sistema de plantio direto (SPD) é a rotação de culturas, feita de forma planejada para atender o objetivo que se deseja, que dentre outros, pode auxiliar no controle de fitonematoides existentes no solo. O objetivo desse estudo foi quantificar de biomassa de plantas de coberturas e o controle efetuado sobre a população de fitonematoides presentes na área. O estudo foi conduzido em Uberaba, MG, em Latossolo Vermelho Distrófico, textura franco argilo-arenosa. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, foram avaliados quatro tratamentos para o controle populacional dos fitonematoides: 1-Crotalária juncea; 2-Milheto; 3-Tratamento químico (Soja NA5909RG com o nematicida Fluensulfona); 4-Pousio (vegetação espontânea = testemunha), com cinco repetições. A amostragem para avaliação da massa fresca (MF) e seca (MS) das coberturas foi realizada em áreas de 2m<sup>2</sup>. Para análise nematológica, foram feitas amostragens antes do plantio, aos 45 e 90 dias após o plantio (DAP), sendo coletadas 5 amostras de solo em cada parcela, na profundidade de 0,30 m. A produção de MF e MS de crotalária e milho foram 10,3 e 46,5% superiores ao pousio, respectivamente. Nas áreas de soja tratada (tratamento químico), 90 DAP foi encontrada a maior população de fitonematoides, seguido pelo pousio, milho e crotalária. Crotalária e o milho no SPD proporcionam um controle populacional de *Meloidogyne* incognita, equivalente a 95 e 93%, respectivamente, enquanto que o tratamento químico e a testemunha reduziram a infestação populacional em 8%.

**Palavras-chave:** Densidade populacional; Fitonematoides; Resíduos vegetais; Rotação de culturas.

### Abstract

One of the pillars of the no-tillage system (NTS) is crop rotation, done in a planned way to meet the desired objective, which, among others, can assist in the control of existing phytonematodes in the soil. The objective of this study was to quantify the biomass of cover plants and the control carried out on the population of phytomatotoids present in the area. The study was conducted in Uberaba, MG, in a Typic Hapludox, with a clayey-sandy texture. The design used was completely randomized, where four treatments were evaluated for the population control of phytonematodes: 1- Sunn hemp; 2- Pearl millet; 3- Chemical treatment (Soybean NA5909RG with nematicide Fluensulfona); 4- Fallow (spontaneous vegetation = control), with five repetitions. Sampling was carried out to evaluate the fresh (MF) and dry (DM) mass of the coverings in areas of 2m<sup>2</sup>. For nematological analysis, samples were taken before planting, at 45 and 90 days after planting (DAP), with 5 soil samples being collected in each plot, at a depth of 0.30 m layer. The production of MF and MS crotalaria and millet was 10.3 and 46.5% higher than fallow, respectively. In the treated soybean plots (chemical treatment), 90 DAP, the largest population of phytonematodes was found, followed by fallow, millet and crotalaria. The management of rotalaria and millet in NTS provide a population control of *Meloidogyne incognita*, equivalent to 95 and 93%, respectively, while chemical treatment and control reduced population infestation by 8%.

**Keywords:** Population density; Phytonematodes; Plant residues; Rotation of crops.

### Resumen

Uno de los pilares del sistema de labranza cero (SLC) es la rotación de cultivos, realizada de manera planificada para cumplir con el objetivo deseado, que, entre otros, puede ayudar en el control de los fitonematodos existentes en el suelo. El objetivo de este estudio fue cuantificar la biomasa de plantas de cobertura y el control realizado sobre la población de fitomatotoides presentes en la zona. El estudio se realizó en Uberaba, MG, en un Ferralsol, de textura arcillosa-arenosa. El diseño utilizado fue completamente al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos para el control poblacional de fitonematodos: 1- Crotalaria juncea; 2- Mijo; 3- Tratamiento químico (Soja NA5909RG con nematicida Fluensulfona); 4- Barbecho (vegetación espontánea = control), con cinco repeticiones. Se realizó un muestreo para evaluar la masa fresca (MF) e seca (MS) de los revestimientos en áreas de 2m<sup>2</sup>. Para el análisis nematológico, se tomaron muestras antes de la siembra, a los 45 y 90 días después de la siembra (DDS), y se recolectaron 5 muestras de suelo en cada parcela, a una profundidad de 0.30 m. La producción de MF y MS a partir de crotalaria y mijo fue 10,3 y 46,5% mayor que en barbecho, respectivamente. En las parcelas de soja tratadas (tratamiento químico), 90 días después de la siembra, se encontró la mayor población de fitonematodos, seguida de barbecho, mijo y crotalaria. Em manejo de la crotalaria y el mijo em el SLC proporcionan un control poblacional de *Meloidogyne incognita*, equivalente al 95 y 93%, respectivamente, mientras que el tratamiento químico y el control redujeron la infestación poblacional en un 8%.

**Palabras clave:** Densidad de población; Fitonematodos; Residuos vegetales; Rotación de cultivos.

## 1. Introdução

Dentre as inovações tecnológicas adotadas para produção de alimentos no cerrado brasileiro nestes últimos 50 anos, o sistema de semeadura direta (SSD) consolidou-se como um dos mais importantes sistemas de produção, visando uma agricultura mais sustentável (Mazetto Junior et al., 2019), cresceu exponencialmente na faixa de 30% ao ano e contribuiu para sustentabilidade de 65% da área cultivada com soja, milho, feijão e sorgo nesse bioma (Kluthcouski e Stone, 2003).

O sucesso do SSD está diretamente relacionado à mobilização do solo somente na linha de semeadura, a um eficiente sistema de rotação de culturas anuais com diferentes coberturas para produção de palha, que após serem colhidas ou manejadas, deixam seus resíduos sobre o solo na superfície e os remanescentes de suas raízes na subsuperfície do solo (Silva et al., 2020). Assim, desenvolve-se um ambiente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilidade da produção, com manutenção ou recuperação da qualidade do solo (Torres et al., 2019; Pires, 2020; Pinto et al., 2021). Esta melhoria da qualidade está relacionada ao aporte contínuo de matéria orgânica (MO) que ocorre após a implementação do SSD na área, o qual proporciona a proteção da superfície, com manutenção ou incremento dos níveis de MO no solo (Loss et al., 2019).

Dentre as opções de plantas coberturas melhor adaptadas às condições do cerrado brasileiro, as braquiárias, crotalárias e o milheto têm se destacado, pois são aquelas que produzem massa seca em quantidade e qualidade para manter uma boa quantidade de resíduos sobre o solo (Pacheco et al., 2017; Ceballos et al., 2018; Torres et al., 2019; Ferreira et al., 2020). Essas plantas ciclam quantidades consideráveis de nutrientes ao solo após serem manejadas (Schiller et al., 2018; Torres et al., 2021),

além de também poder auxiliar no controle de pragas, doenças, plantas daninhas (Meschede et al., 2007) e fitonematoides (Asmus & Richetti, 2010; Neves et al., 2012; Leandro & Asmus, 2015; Rosa et al., 2015).

Com relação aos fitonematoides, durante muito tempo acreditou-se que um dos benefícios proporcionados pelo SSD nas áreas agrícolas seria o controle de sua incidência, devido a menor entrada de máquinas na área, pois esta é a sua principal forma de disseminação (Inomoto & Asmus, 2009). Quando a rotação de culturas é bem planejada, se torna uma das principais ferramentas utilizadas no manejo em áreas infestadas, para redução ou supressão da população dos fitonematoides no solo (Borges, 2009), podendo reduzir a infestação das culturas comerciais a valores próximos de zero (Favera, 2014). Entretanto, quando rotação escolhida não é adequada para o local ou o princípio básico de utilizar espécies diferentes não é respeitado, pode aumentar a densidade populacional dos fitonematoides (Inomoto & Asmus, 2010).

Algumas plantas utilizadas na rotação de culturas apresentam eficiência no controle populacional de fitonematoides. Inomoto (2008) destacam que a crotalária sp. apresenta potencial de reduzir a população de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus* sp. Favera (2014) destaca que aveia preta, aveia branca, trigo, azevém e *Crotalaria spectabilis* apresentam fator de redução da população do nematoide *M. javanica* próximo de zero, em áreas cultivadas com soja no sul do país.

Avaliando o controle de *Meloidogyne incognita*, foram avaliadas sete diferentes coberturas do solo (crotalária juncea, estilosante, milheto, trigo, mucuna preta, soja tratada com nematicida (Fluensulfona) e soja sem nematicida (testemunha)) e, por outras nove coberturas (Canola, *Crotalaria juncea*, guandú, milheto, trigo, mostarda, mucuna preta, soja tratada com nematicida (Fluensulfona) e soja sem nematicida (testemunha)) no controle de *M. javanica*, realizados simultaneamente em vasos, Ferreira et al. (2019) verificaram aos 60 dias após a inoculação, quando ovos e juvenis estavam presentes nas raízes das plantas e solo, que *Crotalaria juncea*, milheto e mucuna preta foram eficazes no controle de *M. javanica* e *M. incognita*, enquanto a soja com ou sem tratamento químico, resultou em fator de reprodução alto, não sendo eficaz neste controle.

Leandro e Asmus (2015) utilizaram *Crotalaria ochroleuca* como cobertura em área infestada com nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), obtiveram redução de 86% na densidade populacional dos nematoides, diferindo estatisticamente das parcelas que receberam soja e milho.

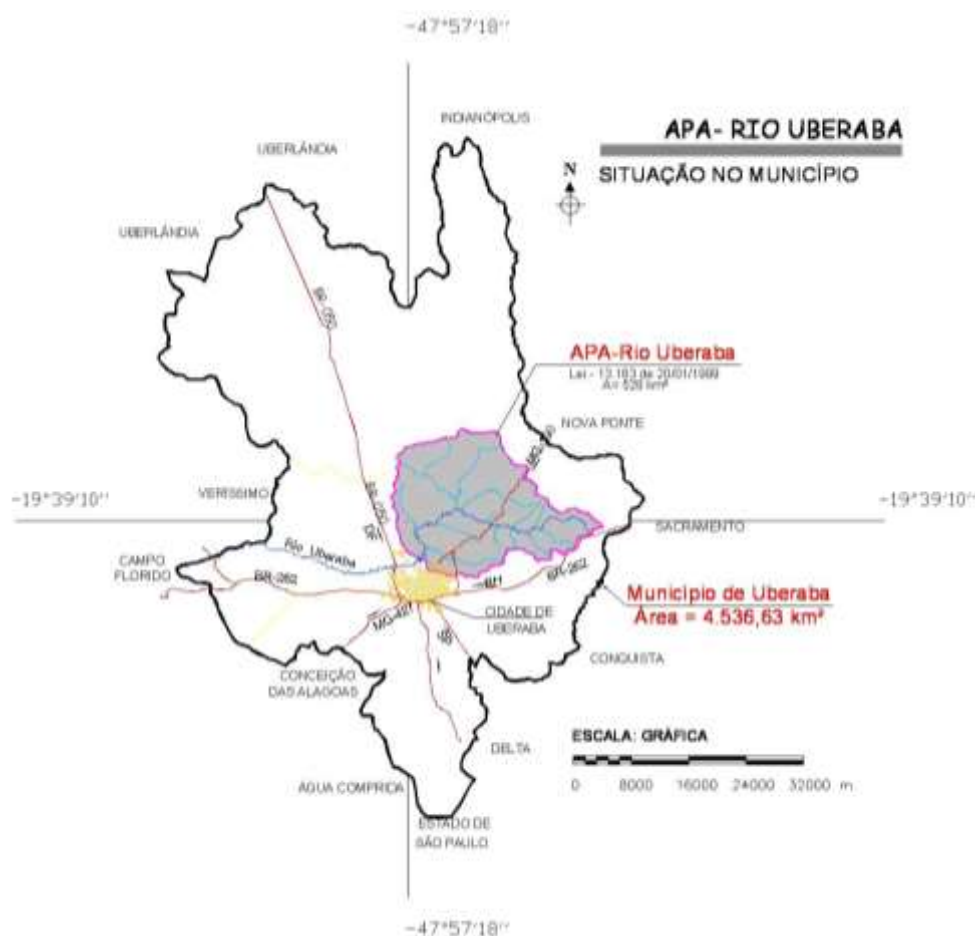
Quando se utiliza diferentes coberturas em rotação com as outras culturas comerciais, além de se ter uma melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Torres et al., 2017; Pacheco et al., 2017; Ceballos et al., 2018), ainda pode-se ter uma redução da população de nematoides parasitas das plantas cultivadas (Borges, 2009; Favera, 2014). Entretanto, existe uma carência na condução de pesquisas de campo para quantificar a porcentagem de controle da infestação de nematoides que estas diferentes coberturas podem proporcionar que precisa ser melhor avaliadas. O objetivo desse estudo foi quantificar a produção de biomassa de plantas de coberturas e o controle efetuado sobre a população de fitonematoides identificados na área, no cerrado mineiro.

## 2. Metodologia

### 2.1. Caracterização da área

O estudo foi conduzido no município de Uberaba, MG, localizado entre as coordenadas 19°39'10" de latitude Sul e 47°57'19" de longitude Oeste, na altitude de 795 m (Figura 1), no período de outubro/2016 a março/2017, em uma área que estava sendo utilizada para o plantio de hortaliças por mais de dez anos, que possuía um histórico de infestação de nematoides.

**Figura 1.** O município de Uberaba e sua área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba.



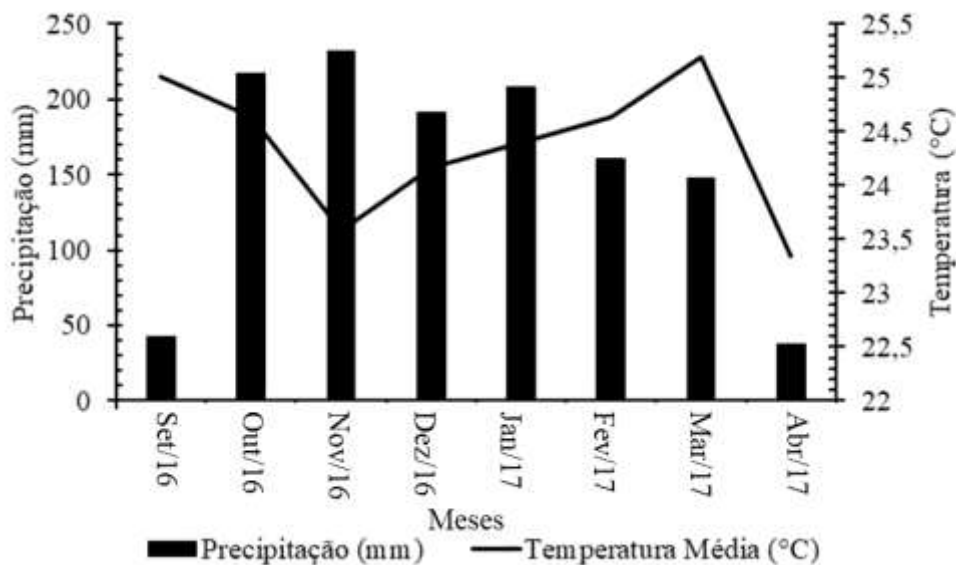
Fonte: Semea (2004) (Modificado).

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, de acordo com a classificação de Köppen (Beck et al., 2018), com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar média anual são de 1.1600 mm, 22,6 °C e 68%, respectivamente. Entretanto, durante os meses de cultivo das coberturas (outubro/2016 a março/2017) foram registrados uma precipitação acumulada de 1.237,3 mm, bem acima do normal para a região (Figura 2).

Na área predomina o Latossolo Vermelho Distrófico (Santos et al., 2018), com textura média-arenosa, em um relevo suave ondulado, que apresenta na profundidade de 0,0 - 0,20 m: 210, 710 e 80 g kg<sup>-1</sup> de argila, areia e silte, respectivamente, pH CaCl<sub>2</sub> 5,6; 34,9 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 029 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 1,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al, V = 63%, 23,8 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica e 5,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de capacidade de troca catiônica (CTC).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos: 1 - Crotalaria juncea (*Crotalaria juncea* L.); 2 - Milheto (*Pennisetum glaucum* L.); 3 - Pousio com predomínio de gramíneas (a - *Cenchrus echinatus* L.; b - *Digitaria insularis*; c - *Brachiaria plantaginea*; d - *Acanthospermum hispidum*; e - *Rhynchelytrum repens*; f - *Brachiaria decumbens*; g - *Eleusine indica*; h - *Panicum maximum*, dentre outros) (vegetação espontânea – testemunha); 4 – Tratamento químico (*Glycine max* (L.) Merrill var. variedade NA 5909RG tratada com o nematicida Fluensulfona), todos com 5 repetições.

**Figura 2.** Variáveis climáticas obtidas na Estação Meteorológica da Epamig em Uberaba, no ano agrícola 2016/2017.



Fonte: Autores.

As parcelas experimentais foram delimitadas em áreas de 4 x 4 m (16 m<sup>2</sup>), sendo que todas apresentavam histórico de plantio de hortaliças com alta infestação de nematoides, que até o início do trabalho, ainda não haviam sido quantificados e identificados.

A semeadura das plantas de cobertura foram feitas de forma mecanizada no espaçamento de 0,20 m entre as linhas de plantio, sendo utilizadas 20 e 50 sementes por metro de crotalária e milho, respectivamente. A soja tratada com nematicida (testemunha) foi semeada no espaçamento entre linhas de 50 cm, com 15 sementes por metro.

## 2.2. Avaliações realizadas

No momento em que aproximadamente 50% das espécies semeadas atingiram o máximo florescimento aos 95 dias após semeadura, estágio este em que a planta acumula a maior quantidade de massa seca (MS), as mesmas foram amostradas para avaliação da massa fresca (MF) numa área de 2 m<sup>2</sup> de cada parcela. Este material vegetal foi seco a 65°C por 72 horas, depois pesado para quantificação da MS, com os resultados sendo expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Para se identificar e quantificar os fitonematoides presentes na área foi feita uma amostragem antes da semeadura das plantas de cobertura, a fim de determinar a população inicial do nematoide e a espécie em questão. Para tal, foram retiradas cinco amostras de solo de 0,30m de profundidade de cada parcela, compondo assim uma amostra composta. Nessa primeira amostragem, uma vez que as raízes estavam dessecadas, só se fez a coleta e análise do solo. Realizando a leitura das amostras, constatou-se a presença de *Meloidogyne incognita*, distribuído de forma homogênea.

Após a semeadura das plantas de cobertura foram feitas duas avaliações em intervalos regulares de 45 dias, da mesma maneira como foi feita a avaliação inicial, com o acréscimo da amostragem e avaliação das raízes, para acompanhar a progressão da população inicial.

O solo e as raízes foram coletados com auxílio do trato holandês e enxadão, a seguir foram levados ao Laboratório de Nematologia (LANEM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), para serem processadas e analisadas. As amostras coletadas foram levadas para o LANEM, onde foram processadas e analisadas para a identificação e quantificação dos nematoides presentes, seguindo a metodologia de extração de Jenkins (1964), para o solo, e o método descrito por Coolen e

D'Herde (1972) para extração em raízes. A contagem dos nematoides foi feita com auxílio de lâmina de Peters, sob microscópio. Para identificação da espécie foi feito preparações microscópicas da região perianal das fêmeas, segundo a técnica descrita por Hartman e Sasser (1985).

### 2.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, após atender as suposições no teste de normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias por Levene, aplicando-se o teste F quando significativo, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, usando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. A produção de massa fresca e seca

Com relação às coberturas avaliadas, observou-se que a produção de massa fresca (MF) e seca (MS) foram semelhantes nas áreas de milheto (40,7 e 8,6 Mg ha<sup>-1</sup>) e crotalária (41,3 e 8,6 Mg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, significativamente superior ( $p < 0,05$ ) quando comparado à área de pousio (vegetação espontânea) (Tabela 1). Estes elevados valores de produção podem ser explicados pela precipitação ocorrida no período em que foram cultivadas estas plantas (out.2016 a janeiro/2017), pois as mesmas tiveram as condições ideais de temperatura e umidade para se desenvolver, absorver maior quantidade de nutrientes e água (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de massa fresca (MF), seca (MS) das coberturas do solo utilizadas no estudo, em Uberaba-MG.

Coberturas vegetais	MF	MS
	.....Mg ha <sup>-1</sup> .....	
Crotalária	41,3 a	8,6 a
Milheto	40,7 a	8,6 a
Pousio	36,5 b	4,6 b
CV (%)	13,54	14,85

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). CV= coeficiente de variação.  
Fonte: Autores.

A produção de MF e MS no inverno no cerrado tem sido inferior quando comparada àquela quantificada no verão, entretanto, alguns resultados mostram que o milheto, a crotalária e a vegetação espontânea (pousio) estão adaptados ao clima e solo deste bioma, produzindo biomassa em quantidades consideráveis em ambas às épocas de semeadura (Pacheco et al., 2017; Torres et al., 2015 e 2019; Ferreira et al., 2020).

A produção de MS obtida neste estudo nesta época do ano (primavera/verão) foi coerente com os valores observados em outros experimentos conduzidos no mesmo bioma cerrado. No verão, alguns trabalhos destacam que milheto e crotalária produzem MS variando entre 7,0 a 12,0 Mg ha<sup>-1</sup> e 4,0 e 9,0 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Pacheco et al. 2011; Soratto et al., 2012; Assis et al., 2017; Collier et al., 2018; Mazetto Junior et al., 2019; Torres et al., 2021), enquanto que no inverno estes valores diminuem para 2,0 e 4,0 Mg ha<sup>-1</sup> e 3,5 e 5,3 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Soratto et al., 2012; Pacheco et al. 2013; Torres et al., 2019). Com relação ao pousio, a produção de MS fica em torno 2,1 e 5,5 Mg ha<sup>-1</sup>, em qualquer época do ano (Torres et al., 2008; Carvalho et al., 2011).

Em estudos conduzidos por safras consecutivas na mesma região em Uberaba-MG, Torres e Pereira (2014) destacaram que o milheto e a crotalária quando semeadas no início do período chuvoso apresentam produção de MS variando

entre 7,0 e 12,0 Mg ha<sup>-1</sup> para milho e entre 4,0 e 9,0 Mg ha<sup>-1</sup> para crotalaria. Enquanto que para a vegetação espontânea (pousio), a produção de MS varia entre 2 e 5 Mg ha<sup>-1</sup>, que pode ter estes valores alterados em função do estágio de desenvolvimento da planta e do manejo efetuado nas plantas invasoras na área.

### 3.2. Avaliação dos nematoides

A quantidade de fitomassa produzida pelas plantas influencia na microfauna e microflora do solo, favorecendo o aumento de inimigos naturais dos fitonematoides, contribuindo assim para o controle dos mesmos na área (Inomoto et al., 2008). Após a realização das análises no solo coletado na área antes de implantar os tratamentos nas parcelas, foi constatado a presença de *Meloidogyne incognita* em 100% das amostras, distribuído de forma significativamente superior nas áreas de crotalaria juncea e milho, seguido pelo pousio e tratamento químico, enquanto que os outros fitonematoides encontrados nas amostras foram de ocorrência esporádica e não homogênea (Tabela 2).

**Tabela 2.** População inicial de nematoides nas amostras de solo e raízes coletadas nas parcelas, antes da implementação dos tratamentos, onde houve predominância de *Meloidogyne incognita*, em Uberaba, MG.

Cobertura vegetal	Número de nematoides
Crotalaria juncea	314 a
Milho	219 a
Pousio	106 c
Tratamento químico	145 b
CV(%)	28,13

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey, p<0,05). Os dados foram transformados através da fórmula:  $\sqrt{(x + 1)}$ , para atender os critérios de normalidade e homogeneidade para realização da análise estatística. CV= coeficiente de variação

Fonte: Autores.

A elevada quantidade de fitonematoides encontradas na área se deve a utilização da mesma por mais de 10 anos consecutivos com o cultivo de hortaliças, sem ter sido feito um manejo eficiente de rotação de culturas com o objetivo de controlar ou diminuir a densidade populacional dos fitonematoides presentes na área, pois a mesma era eventualmente deixada em pousio durante determinado período, depois era inserida no processo de produção de hortaliças novamente e, como comprovado neste estudo, é uma prática ineficiente para este fim, pois algumas plantas que se desenvolvem espontaneamente nestas áreas a partir de bancos de sementes naturais, que são hospedeiras ou fonte de alimento dos nematoides avaliados, como pode ocorrer quando a área em pousio contém nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) e aveia preta (*Avena strigosa*) (Inomoto & Asmus, 2009).

Analisando a reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em área cultivada com braquiárias, milhetos e sorgo no cerrado goiano, Neves et al. (2013) observaram que aos 70 dias após a inoculação houve redução populacional do nematoide em quase todas as espécies estudadas (fator de redução - FR = 0,30 a 1,57), com exceção das espécies *Brachiaria decumbens* e *Sorghum bicolor* 'Cover Crop', que apresentaram um aumento no nível populacional do nematoide (FR = 1,40 e 1,57, respectivamente).

A ocorrência dessa espécie em áreas olerícolas é recorrente, conforme comprovado em outros estudos. Rosa et al. (2013) avaliaram áreas de hortaliças em Botucatu-SP, e constataram a presença de *Meloidogyne* sp. em 45% das amostras, sendo que deste total, 70% era de *M. incognita*, enquanto que Oliveira (2016), em levantamento feito na região sul do estado de Goiás durante 2 anos, detectou a presença de nematoide de galhas em 22% das amostras, com destaque ao *M. incognita* e o

*M. javanica*, que comprova que é comum encontrar estes fitonematoides, em diferentes densidades, em áreas cultivadas com hortaliças.

Maiores valores de infestação foram observados por Anwar e McKenry (2012), que detectaram a presença de *M. incognita* em 90% das amostras analisadas, enquanto que Gonçalves (2014) detectou infestação de *Meloidogyne incognita* em 76,4% das amostras, provenientes de diferentes municípios do centro-oeste paulista.

Ao analisar a presença dos fitonematoides nas amostras coletadas 90 dias após a semeadura das coberturas e do tratamento químico nas parcelas, constatou-se que as maiores reduções de densidade populacional ocorreram nas áreas com crotalária (15) e milho (14), que foram significativamente inferiores que o pousio (98) e o tratamento químico (133), sendo que este último apresentou a maior população final (Tabela 3).

**Tabela 3.** População média de *Meloidogyne incognita* nas amostras de solo e raízes após implementação dos tratamentos, em Uberaba, MG.

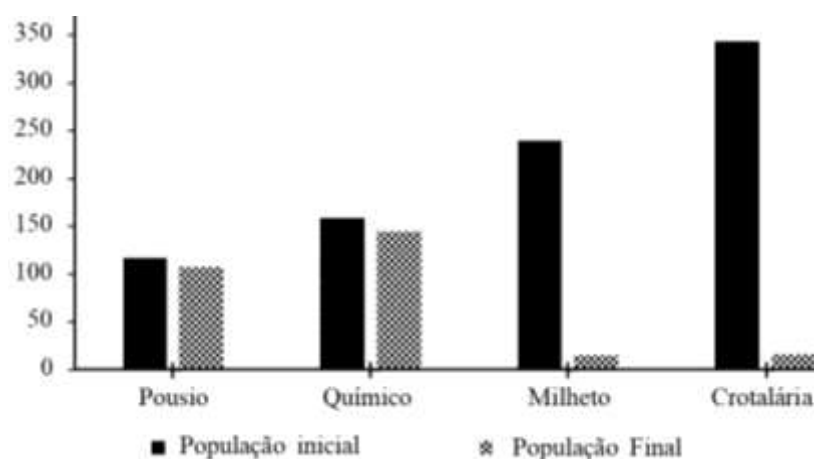
Cobertura vegetal	Número de nematoides
Crotalária	15 c
Milho	14 c
Pousio	98 b
Tratamento químico	133 a
CV(%)	22.69

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ). CV= coeficiente de variação.  
Fonte: Autores.

Esta redução populacional dos fitonematoides comprova a eficiência do milho e da *Crotalária juncea* já destacada em outros estudos, mas evidência principalmente que tanto deixar a área em pousio, como vem sendo feito na área de oleícolas em estudo, quanto o tratamento químico feito na semente da soja são ineficientes, pois reduziu apenas em 8% a infestação.

Em termos percentuais, a redução da densidade populacional do fitonematoides aos 90 dias foi de 95% na área com crotalária, 93% na de milho e 8% no tratamento químico e no pousio. Estes resultados comprovam a ineficiência dos tratamentos pousio e químico em relação aos valores de redução proporcionado pelas plantas de cobertura (Figura 3).

**Figura 3.** População inicial e final de *Meloidogyne incognita* em amostras de solo e raízes de cada tratamento, em Uberaba, MG.



Fonte: Autores.



Segundo Costa e Campos (2001), a redução da população final de nematoides nas áreas quando deixadas em pousio são insignificantes, justificam que isto se deve ao fato que muitas plantas invasoras presentes na área de pousio são hospedeiras de *M. incognita*, por isso a ineficiência desse tipo de manejo para redução efetiva da infestação da área, quando empregado de forma isolada.

Avaliando a reação de 57, 54, 55 e 47 espécies de plantas invasoras a *Meloidogyne incognita* Raças 1 e 3, *M. javanica* e *M. paranaenses*, respectivamente, Mônaco et al. (2009) observaram que para *M. incognita* Raças 1, 42,1 % das plantas comportaram-se como resistentes, 40,3 % suscetíveis e 17,5 % imunes, para *M. incognita* Raças 3, 35,2 % foram resistentes, 46,3 % suscetíveis e 18,5 % imunes, para *M. javanica*. 27,3 % foram resistentes, 56,4 % suscetíveis e 16,4% imunes, enquanto que para *M. paranaenses*, 40,42 % foram imunes, 36,17 % suscetíveis e 23,40 % resistentes, que comprovam o elevado numero de plantas que podem hospedar o fitonematoide avaliado.

Nesta mesma linha de estudo, Silva et al. (2013) avaliaram a reação de 22 espécies de plantas invasoras a *M. incognita* e *M. javanica* e observaram que amendoim-bravo, apaga-fogo, angiquinho, caruru-roxo, capim-arroz, erva-de-santa-maria, trapoeraba, hortelã, maria-preta e erva-de-bicho foram caracterizados como suscetíveis a *M. incognita* (45,5 % do total), que caruru-roxo, erva-de-santa-maria, capim-arroz, angiquinho, amendoim-bravo, maria-preta, capimcolchão, hortelã, apaga-fogo, capim-custódio, ervade-bicho, picão-preto e trapoeraba foram suscetíveis a *M. javanica* (59,9 % do total).

Avaliando a população final de *Meloidogyne spp.* em nível de campo, Moraes et al. (2006) observaram que com apenas 45 dias após a semeadura, as áreas com *Crotalaria juncea* também obtiveram populações menores que as áreas em pousio. Porém, no estudo desenvolvido por Charchar et al. (2007), não houve diferença na população final entre as áreas empregadas com crotalária e a de pousio com 120 dias de cultivo, mas em ambos teve redução da população inicial.

Testando as plantas *Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy cv. Mucuna-preta (mucuna-preta), *Crotalaria spectabilis* Roth (crotalária) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp cv. Caqui (guandu) e da testemunha, tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara no controle de *M. incognita*, em áreas cultivadas com olerícolas, Santana et al. (2012) observaram que crotalária, guandu e mucuna-preta demonstraram efeito antagônico sobre a população de *M. incognita* que podem ser utilizadas para diminuir a população de *M. incognita* em áreas infestadas.

O motivo pelo qual as crotalárias contribuem para a redução de nematoides na área é que são más hospedeiras, pois apesar de permitir a penetração dos juvenis em suas raízes, os mesmos não chegam a fase adulta (Silva et al., 2013). Além disso, essas leguminosas produzem alguns metabólitos secundários que tem potencial nematicida, como o alcaloide pirrolizidínico chamado monocrotalina (Wang et al., 2002; Chitwood, 2002).

A variedade de soja suscetível com nematicida no tratamento de semente foi o pior tratamento com finalidade de reduzir a população final do nematoide de galhas na área. Isso certamente é atribuído ao fato que o tratamento de sementes tem mais efeito no estágio inicial da cultura, pois o produto está em maiores proporções, protegendo a planta, sendo que ao término do período residual do produto, a população do fitonematoide volta a crescer acentuadamente (Gonçalves Junior et al., 2013).

Experimentos em casa de vegetação caracterizam o milho como resistente a algumas raças fisiológicas de *M. incognita*, contribuindo assim para a redução da população na área (Carneiro et al., 2007). Entretanto, resultados contrastantes foram observados por Inomoto e Silva (2011), que observaram que o milho se mostrou uma planta susceptível a *M. incognita* e *M. javanica*. Com relação ao milho, pode-se observar que o controle populacional dos fitonematoides pode variar de acordo com a temperatura do solo, a variedade do milho e a raça do nematoide. As causas e substâncias que fazem com que o milho não seja um bom hospedeiro desse nematoide de galhas, ainda necessitam de estudos mais aprofundados.

#### 4. Conclusão

A produção de massa fresca e seca de crotalária e milho foram 10,3 e 46,5% respectivamente, superiores em relação ao pousio.

Nas parcelas de soja tratada (tratamento químico), 90 dias após o plantio foi encontrada a maior população de fitonematoides, seguido pelo pousio, milho e crotalária.

A crotalária e o milho proporcionam um controle populacional de *Meloidogyne incognita*, equivalente a 95 e 93%, respectivamente, enquanto que o tratamento químico e a testemunha reduziram a infestação populacional em apenas 8%.

#### Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro campus Uberaba por disponibilizar a área, equipamentos e laboratório para realização dos experimentos e análises. À Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FUNDAÇÃO AGRISUS), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas concedidas aos estudantes e financiamento do projeto.

#### Referências

- Anwar, S. A., & Mckenry, M. (2012). Incidence and population density of plant-parasitic nematodes infecting vegetable crops and associated yield losses in Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(2), 327-333.
- Asmus, G. L., & Richetti, A. (2010). Rotação de culturas para o manejo do nematoide reniforme em algodoeiro. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 55), 26 p.
- Assis, R. L., Freitas, R. S., & Mason, S. C. (2017). Pearl millet production practices in Brazil: a review. *Experimental Agriculture*, 1(4), 1-21. <https://doi.org/10.1017/S0014479717000333>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen–Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 1, 1–12. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Borges, D. C. (2009). Reação de culturas de cobertura utilizadas no sistema de plantio direto ao nematoide das lesões *Pratylenchus brachyurus* e ao nematoide das galhas *Meloidogyne incognita*. (Dissertação de Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), 44p.
- Carneiro, R. G., Moritz, M. P., Mônico, M. P. A., Nakamura, K. C., & Scherer, A. (2007). Reação de milho, sorgo de milho a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e a *M. paranaensis*. *Nematologia Brasileira*, 31 (2), 67-71. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.761>
- Carvalho, A. M., Souza, L. L. P., Guimarães Júnior, R., Alves, P. C. A. C., & Vivaldi, L. J. (2011). Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (10), 1200-1205. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000012>
- Ceballos, G. A., Fabian, A. J., Silva, J. C. O., Torino, A. B., & Bernardes, G. F. (2018). Production and speed of decomposition of species of soil coverage in direct sowing system. *Revista de Ciencias Agrarias*, 61, 1-6. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2631>
- Charchar, J. M., Gonzaga, V., Vieira, J. V., Oliveira, V. R., Moita, A. W., & Aragão, F. A. Z. (2007). Efeito de rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. Em cenoura na região norte do Estado de Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*, 31(3), 173-179.
- Chitwood, D. J. (2002). Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 221–249. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045>
- Collier, L. S., Arruda, E. M., Campos, L. F. C., & Nunes, J. N. V. (2018). Soil chemical attributes and corn productivity grown on legume stubble in agroforestry systems. *Revista Caatinga*, 31(2), 279-289. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n203rc>
- Coolen, W. A., & D'herde, C. J. (1972). A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, State Nematology and Entomology Research Station, 77 p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722001202>.
- Costa, M. J. N., & Campos, V. P. (2001). Aspectos da Sobrevivência de *Meloidogyne incognita*. *Nematologia Brasileira*, 25 (2), 163- 170. [http://nematologia.com.br/files/revnb/25\\_2.pdf](http://nematologia.com.br/files/revnb/25_2.pdf)
- Favera, D. D. (2014). Plantas de cobertura, cultivares e nematicidas no manejo de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria: UFSM, 72 p.
- Ferreira, C. R., Silva Neto, E. C., Pereira, M. G., Guedes, J. N., Rosset, J. S., & Anjos, L. H. C. (2020). Dynamics of soil aggregation and organic carbon fractions over 23 years of no-till management. *Soil and Tillage Research*, 198, 1- 9. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104533>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35, 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

- Ferreira, P. S., Torres, J. L. R., Santos, M. A., Parolini, R. O., & Lemes, E. M. (2019). Host suitability of cover crops for *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Nematology*, 22(6), 659-666. <https://doi.org/10.1163/15685411-00003329>
- Gonçalves Júnior, D. B., Roldi, M., Namur, F. M., & Machado, A. C. Z. (2013). Tratamento de sementes de feijoeiro no controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira Piracicaba (SP) Brasil, Instituto Agrônomo do Paraná*, 37(3 e 4), 53 – 56. [https://nematologia.com.br/files/revnb/37\\_34.pdf](https://nematologia.com.br/files/revnb/37_34.pdf)
- Gonçalves, L. A. (2014). Levantamento e manejo de nematoides fitoparasitas em áreas cultivadas com olerícolas na região Centro-Oeste do estado de São Paulo. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 58 p.
- Hartman, K. M., & Sasser, J. N. (1985). Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. In: Barker, KR e Sasser, JN (Ed.). *An advanced treatise on Meloidogyne*. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 2, 69-77.
- Inomoto, M. M. (2008). Importância e manejo de *Pratylenchus brachyurus*. *Revista Plantio Direto, Passo Fundo, Aldeia Norte*, 18(108), 4-9.
- Inomoto, M. M., & Asmus, G. L. (2009). Culturas de cobertura e de rotação devem ser plantas não hospedeiras de nematoides. *Visão Agrícola*, 1(9), 112-116. <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Protecao04.pdf>
- Inomoto, M. M., & Asmus, G. L. (2010). Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. *Plant. Disease*, 94(8),1022-1025. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-8-1022>
- Inomoto, M. M., & Silva, R. A. (2011). Importância dos nematoides da soja e influência da sucessão de cultura. *Boletim de Pesquisa de Soja, Rondonópolis*, 15, 392-399.
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48(9), 692. <https://doi.org/10.1007/s10333>
- Kluthcouski, J., & Yokoyama, L. P. (2003). Opções de integração lavoura-pecuária. In: Kluthcouski, J.; Stone, L. F., & Aidar, H. (Ed.) *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, ed.1, p.499-522. <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>
- Leandro, H. M., & Asmus, G. L. (2015). Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. *Ciência Rural*. 45(6), 1-6. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130526>
- Loss, A., Pereira, M. G., Beutler, S. J., Perin, A., Piccolo, M. C., Assunção, A. S., & Zonta, E. (2019). The impact of agricultural systems in the soil organic matter content in brazilian cerrado. *International Journal of Research-Granthaalayah* 7, 220-244. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3381320>
- Mazetto Júnior, J. C., Torres J. L. R., Costa, D. D. D., Silva, V. R., Souza, Z. M., & Lemes, E. M. (2019). Production and Decomposition of Cover Crop Residues and Associations With Soil Organic Fractions. *Journal of Agricultural Science* 11, 1-17. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n5p58>
- Meschede, D. K., Ferreira, A. B., & Ribeiro Junior, C. C. (2007). Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no Cerrado. *Planta Daninha*, 25(3), 465-471. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300005>.
- Mônaco, A. P. A., Carneiro, R. G., Kranz, W. M., Gomes, J. C., Scherer, A., & Santiago, D. C. (2009). Reação de espécies de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* raças 1 e 3, a *M. javanica* e a *M. paranaensis*. *Nematologia Brasileira*, 33(3), 235- 242.
- Moraes, S. R. G., Campos, V. P., Possa, E. A., Fontanetti, A., Carvalho, G. J., & Maximiniano, C. (2006). Influência de leguminosas no controle de fitonematoides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. *Fitopatologia Brasileira*, 31(2), 188-191. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000200011>.
- Neves, D. L. (2013). Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes gramíneas forrageiras. *Global Science and Technology*, 6(1),134-140. <https://doi.org/10.14688/1984-3801.v06n01a12>
- Neves, D. L., Ribeiro, L. M., Dias-Arieira, D. R., Campos, H. D., & Ribeiro, G. C. (2012). Sobrevivência de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes substratos, com baixo teor de umidade. *Nematropica*, 42(2), 211-217.
- Oliveira, J. O. (2016). Levantamento de fitonematoides e caracterização bioquímica de populações de *Meloidogyne* spp. em áreas cultivadas com hortaliças na região sul do estado de Goiás. *Dissertação (Mestre em Horticultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos*, 48 p.
- Pacheco, L. P., Leandro, W. M., Machado, P. L. O. A., Assis, R. L., Cobucci, T., Madari, B. E., & Petter, F. A. (2011). Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 17-25. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100003>.
- Pacheco, L. P., Barbosa, J. M., Leandro, W. M., Machado, P. L. O. A., Assis, R. L., Madari, B. E., & Petter, F. A. (2013). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(9), 1228-1236. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900006>
- Pacheco, L. P., Miguel, A. S. D. C. S., Silva, R. G., Souza, E. D., Petter, F. A., & Kappes, C. (2017). Biomassa yield in production systems of soybean sown in succession to annual crops and cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(8), 582-591. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000800003>
- Pinto, R. L. A. S., Torres, J. L. R., Morais, I. S., Ferreira, R., Silva Júnior, W. F., Lima, S. S., Beutler, S. J., & Pereira, M. G. (2021). Physicogenic and biogenic aggregates under diferente management systems in the Cerrado region, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2021;45:e0200114. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20200114>
- Pires, M. .O (2020) Cerrado, old and new agricultural frontiers. *Revista Brasileira de Ciência Política*, 14, 1 – 24. <https://doi.org/10.1590/1981-38212020000300006>

- Rosa, J. M. O., Westerich, J. N., & Wilcken, S. R. S. (2013). Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação fresca. *Tropical Plant Pathology*, 38(2), 133-141. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762013000200007>
- Rosa, J. M. O., Westerich, J. N., & Wilcken, S. R. S. (2015). Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação fresca. *Revista Ciência Agronômica*, 46(4), 826-835. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150071>
- Santana, S. M., Dias-Arieira, C. R., Biela, F., Cunha, T. P. L., Chiamolera, F. M., Roldi, M., Abe, V. H. F. (2012). Plantas antagonistas no manejo de *Meloidogyne incognita*, em solo arenoso de área de cultivo de olerícolas. *Nematropica*, 42(2), 287-294. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762013000200007>
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbrreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Cunha, T. J. F., & Oliveira, J. B. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. (3rd ed.): Embrapa Informação Tecnológica, 356 p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>
- Schiller, A. P., Manfrin, J., Eckhardt, D. C. S., Seidel, E. P., Lana, M. C., Gonçalves Jr, A. C., Sampaio, M. C., & Rego, C. A. R. M. (2018). Stability of Aggregates and the Processes that Help in Their Formation and Stabilization. *International Journal of Plant e Soil Science* 22, 1-14. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2018/41056>
- Semea – Secretaria de Meio Ambiente de Uberaba. [www.uberaba.mg.gov.br/meioambiente/apa.htm](http://www.uberaba.mg.gov.br/meioambiente/apa.htm)>
- Silva, S. L., Santos, T. F., Ribeiro, N. R., Silvério, A. T., & Morais, T. S. (2013). Reação de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. *Nematologia Brasileira*, 37 (3 e 4), 57- 60.
- Silva, V. R., Torres, J. L. R., Costa, D. D. A., Silveira, B. S., Vieira, D. M. S., & Lemes, E. M. (2020). Soil Physical Attributes in Long-Term Soil Management Systems (Tillage and No-till). *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 194-2017. <https://doi.org/10.5539 / jas.v12n4p194>
- Soratto, R. P., Crusciol, C. A. C., Costa, C. H. M., Ferrari Neto, J., & Castro, G. S. A. (2012). Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 1462-1470. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001000008>.
- Torres, J. L. R., Pereira, M. G., & Fabian, A. J. (2008). Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(3), 421-428. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300018>
- Torres, J. L. R., & Pereira, M. G. (2014). Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja no Latossolo no cerrado mineiro. *Comunicata Scientiae*, 5(4), 419-426. <https://doi.org/10.14295/cs.v5i4.508>
- Torres, J. L. R., Araujo, A. S., Barreto, A. C., Silva Neto, O. F., Silva, V. R., & Vieira, D. M. S. (2015). Desenvolvimento e produtividade da couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. *Horticultura Brasileira*, 33(4), 510-514. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400017>.
- Torres, J. L. R., Gomes, F. R. C., Barreto, A. C., Tamburís, A. Y., Vieira, D. M. S., Souza, Z. M., & Mazetto Júnior, J. C. (2017). Application of different cover crops and mineral fertilizer doses for no-till cultivation of broccoli, cauliflower and cabbage. 11(10), 1339-1345. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.10.pne645>
- Torres, J. L. R., Mazetto Júnior, J. C., Silva Júnior, J., Vieira, D. M. S., Souza, Z. M., Assis, R. L., & Lemes, E. M. (2019). Soil physical attribute sand organic matter accumulation under no-tillage systems in the Cerrado. *Soil Research*, 57(7), 712-718. <https://doi.org/10.1071/SR19047>
- Torres, J. L. R., Gomes, F. R. C., Barreto, A. C., Orioli Junior, V., França, G. D., & Lemes, E. M. (2021). Nutrient cycling of different plant residues and fertilizer doses in broccoli cultivation. *Horticultura Brasileira*, 38, 11 - 10, 2021. <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210102>
- Wang, K. H., Sipes, B. S., & Schmitt, D. P. (2002). Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica*, 32(1), 35-57.