



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia  
Campus Ariquemes

**Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e  
Tecnológica**

**Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia  
Campus Ariquemes**

**INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA E DE  
COBERTURAS VEGETAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS DA SOJA**

Ariquemes - RO

2024



# **Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia**

## **Campus Ariquemes**

**Vanessa Gretzler Monteiro**

**Orientador:** Dr. Luciano dos Reis Venturoso

**Coorientadora:** Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus  
Venturoso

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes.

**Ariquemes - RO**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Monteiro, Vanessa Gretzler.

Influência da inoculação micorrízica e de coberturas vegetais sobre as  
características agronômicas da soja / Vanessa Gretzler Monteiro,  
Ariquemes-RO, 2024.  
32 f. : il.

Orientador(a): Dr. Luciano dos Reis Venturoso.

Coorientador(a): Dra. Lenita Aparecida Conus Venturoso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,  
Ariquemes-RO, 2024.

1. Fungos micorrízicos. 2. Fitomassa. 3. Glycine max. I. Venturoso,  
Luciano dos Reis (orient.). II. Venturoso, Lenita Aparecida Conus (coorient.).  
III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO.  
IV. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Renilce Silva Morais, CRB-11/906 (Campus Ariquemes)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
RONDÔNIA CAMPUS ARIQUEMES**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


**Influência da inoculação micorrízica e de coberturas vegetais sobre as características  
agronômicas da soja**

**Acadêmica:** Vanessa Gretzler Monteiro

**Orientador:** Dr. Luciano dos Reis Venturoso

**Coorientadora:** Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso

**Conceito Atribuído:** **Aprovado.**

Documento assinado digitalmente  
 **LENITA APARECIDA CONUS VENTUROSO**  
Data: 12/09/2024 23:16:22-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Luciano dos Reis Venturoso

---

Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso

---

Dr<sup>a</sup>. Ludmila de Freitas

---

Ma. Adriana Ema Nogueira

**Data da Realização: 10/09/2024.**

**Ariquemes – RO**

**2024**

## DEDICATÓRIA

*“Dedico ao meu pai e meu irmão, que muito trabalharam para que eu pudesse apenas estudar”.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais, Alcides Duarte Monteiro e Loreni Aparecida Gretzler, e aos meus irmãos Anderson Gretzler Monteiro e Andressa Gretzler Monteiro, por todo carinho, incentivo e apoio incondicional, fazendo possível a realização desse sonho.

Ao meu orientador, Luciano dos Reis Venturoso e coorientadora, Lenita Aparecida Conus Venturoso, por todo auxílio prestado em suas orientações, revisão e conselhos, que permitiram o desenvolvimento do projeto, o amadurecimento das minhas ideias e a conclusão desse projeto.

Ao professor Paulo Prates Junior, por toda ajuda e recomendação prestada, muitas vezes esclarecendo algumas dúvidas sobre a parte dos biológicos e suas interações.

A todos colegas que colaboraram desde a implantação do projeto no campo às coletas e avaliações, em especial, Bruno Andrade, Erica Faria, Lorhena Vilela, Carlos Vinicius, Karine Santos, Amábile Luzia e Uíris Alves, que me ajudaram mesmo debaixo de sol e chuva a realizar as atividades necessárias para condução e finalização do experimento.

A todos da I turma de agronomia (Turma Teca), por todos os momentos vivenciados em todos os períodos do curso, foram muitos trabalhos, suor e lágrimas para que chegássemos ao final desse curso, isso não seria possível sem a ajuda, risada e apoio de todos.

As minhas amigas, Alexia, Ana Karolina e Jéssica, pelo apoio e compreensão, desde a apresentação do projeto à conclusão do trabalho me apoiaram, ouviram e me aconselharam, mesmo nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

## **Influência da inoculação micorrízica e de coberturas vegetais sobre as características agronômicas da soja**

### **RESUMO**

As micorrizas formam uma relação simbiótica com a soja podendo promover aumento na produção de grãos, enquanto as coberturas vegetais fornecem grande quantidade de palhada e acúmulo de macronutrientes, o que pode influenciar na microbiota do solo e no desenvolvimento das culturas. Deste modo, o trabalho teve por objetivo avaliar a influência da inoculação micorrízica e da utilização de coberturas vegetais do solo sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura da soja. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, em solo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas 8 x 2, com três repetições. Nas parcelas foram alocadas as plantas de cobertura: braquiária, duas espécies de crotalária, feijão guandu, nabo forrageiro, milho, sorgo e uma área de pousio, e nas subparcelas as sementes de soja, cultivar M8644, submetidas e não à inoculação com fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*. As gramíneas foram superiores quanto a produção de fitomassa, alcançando valores considerados adequados para o plantio direto, com destaque para a cobertura vegetal com milho, que proporcionou elevada fitomassa e acúmulo de nutrientes para as culturas em sucessão. Vale destacar também, a cobertura vegetal com *Crotalaria spectabilis* pelo acúmulo de cálcio e nitrogênio, mesmo apresentando baixa fitomassa. A utilização da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e das coberturas com milho e sorgo promovem o aumento no comprimento e massa seca das raízes de soja. A inoculação micorrízica não incrementa a produtividade da soja cultivada nas diferentes coberturas vegetais.

**Palavras-chave:** Fungos micorrízicos. Fitomassa. *Glycine max*.

## Effect of mycorrhizal inoculation and cover crops on agronomic characteristics of soybean

### ABSTRACT

Mycorrhizae form a symbiotic relationship with soybeans, potentially promoting an increase in grain production, while cover crops provide a large amount of straw and accumulation of macronutrients, which can influence soil microbiota and crop development. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of mycorrhizal inoculation and the use of soil cover crops on the development and yield of soybean. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal Institute of Rondônia, Campus Ariquemes, on Dystrophic Red-Yellow Latosol soil. The experimental design adopted was randomized blocks, in a split-plot scheme 8 x 2, with three repetitions. The cover crops allocated in the plots included brachiaria, two species of crotalaria, pigeon pea, forage radish, millet, sorghum, and a fallow area. In the subplots, soybean seeds of the M8644 cultivar were subjected to and not subjected to inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus intraradices*. Grasses were superior in terms of biomass production, reaching values considered adequate for no-tillage, with millet cover crop standing out, providing high biomass and nutrient accumulation for subsequent crops. It is also worth noting the cover crop with *Crotalaria spectabilis* for the accumulation of calcium and nitrogen, even though it showed low biomass. The use of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and mulches with millet and sorghum promotes an increase in the length and dry mass of soybean roots. Mycorrhizal inoculation does not increase the productivity of soybeans grown under different vegetation covers.

**Keywords:** Mycorrhizal fungi. Phytomass. *Glycine max*.

## INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] possui grande destaque devido as suas várias aplicações, como na alimentação humana, animal (SILVA et al., 2006) e biocombustíveis (GUIMARÃES et al., 2019). A cultura tem sido considerada uma das principais commodities produzidas e exportadas no Brasil. A grande adaptabilidade da cultura às diferentes condições edafoclimáticas permitiram seu cultivo em todas as regiões do país, contribuindo na economia e geração de milhares de empregos (ROCHA et al., 2018).

A expansão da soja no Brasil tornou-se visível ao longo dos anos e na safra 22/23, a cultura obteve uma área cultivada de 44,07 milhões de hectares, alcançando uma produtividade de 3.508 kg.ha<sup>-1</sup> e produção total de 154,61 milhões de toneladas, acréscimo de 23,2% na produção em comparação a safra 21/22 (CONAB, 2023). No estado de Rondônia, a cultura que antes era concentrada majoritariamente na região do Cone Sul, vem se expandindo nas demais regiões, principalmente no Vale do Jamari (IBGE, 2017). Na safra 22/23 a área cultivada no estado foi de 595 mil ha, alcançando produtividade de 3.423 kg.ha<sup>-1</sup> e produção total de 2,03 milhões de toneladas, a qual seguiu a tendência nacional de acréscimo na produção, registrando-se um aumento de 22% (CONAB, 2023).

Muitas espécies de interesse agrônômico respondem positivamente à inoculação micorrízica, como soja, milho, café, batata-doce, mandioca, cana-de-açúcar, espécies florestais e frutíferas (BERBARA et al., 2006). A utilização de micorrizas proporcionaram manejo sustentável da cultura, favorecendo a conservação de solo (CORDEIRO et al., 2005) e nutrição adequada às plantas, principalmente na absorção de fósforo, bem natural não-renovável (BERBARA et al., 2006) e que possui baixa disponibilidade nos solos amazônicos (LUIZÃO et al., 2009).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), são fungos de solo capazes de formar relação simbiótica com as raízes das plantas, denominadas de micorrizas (SMITH e READ, 2008). Aproximadamente 80% das espécies vegetais formam simbiose com FMA (NOVAIS et al., 2017), e a associação micorrízica tem sido a mais importante das simbioses envolvidas com as espécies vegetais e de grande mutualidade nutricional, pois, a planta fornece aos fungos energia e fotoassimilados, nesse ínterim, o fungo oferece nutrientes e água à planta (BERBARA et al., 2006). Dentre as micorrizas conhecidas, a arbuscular, tem sido a mais abundante e ancestral tipo de micorriza das plantas terrestres (WANG e QIU, 2006).

A inoculação micorrízica proporcionou benefícios na cultura da soja e sorgo, aumentando a matéria seca, produção de grãos e teores de N, P, K, Zn e Cu. Destaca-se ainda,

que o P pode influenciar na micorrização dependendo da dose, onde menores valores resultam em maiores taxas de colonização micorrízica (BRESSAN et al., 2001). O P não seria um inibidor da micorrização, todavia, quando sua concentração esteve em um nível ótimo, os exsudatos liberados não estimularam os FMA (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Outros fatores também podem influenciar na micorrização, como a espécie da planta e da micorriza e os diferentes manejos empregados no solo e nas culturas (CORDEIRO et al., 2005). O manejo, por meio do plantio convencional, resultou em decréscimo na colonização radicular, contribuindo para a perda da qualidade do solo e sustentabilidade (SCHNEIDER et al., 2011).

As coberturas vegetais desempenham grande importância no sistema de rotação e sucessão de culturas, contribuindo na proteção da camada superficial do solo, formando a palhada, além da ciclagem de nutrientes, que ocasiona efeitos diretamente na cultura sucessora (LIMA et al., 2009). O sucesso do sistema de plantio direto está em maior parte, relacionado à cobertura vegetal e das culturas comerciais, sendo adequado uma quantidade de resíduo de 6.000 kg.ha<sup>-1</sup>, que juntos originam ambiente favorável para o crescimento de espécies vegetais, estabilização da produção, além da recuperação e/ou manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA et al., 2001).

Os efeitos sobre a cultura sucessora podem variar em função da espécie utilizada como cobertura, como relatado por Veloso et al. (2022), onde as plantas de cobertura *Crotalaria juncea*, milho e nabo forrageiro contribuíram para o aumento da produtividade de soja quando comparado à guandu, lab lab e pousio em sistema plantio direto, enquanto no sistema de plantio convencional nenhuma das coberturas apresentou diferença significativa.

As coberturas vegetais destacam-se também pela alteração das propriedades biológicas do solo, em especial para as micorrizas, onde as coberturas desempenham o papel de multiplicadoras de esporos de micorrizas arbusculares, o que garante um potencial elevado de inóculo nesses solos (CARNEIRO et al., 1995; ANGELINI et al., 2012).

A utilização de culturas, em sistema de rotação, aumentou a população de micorrizas nativas do solo, resultando em benefícios para os cultivos posteriores (MIRANDA et al., 2001). Segundo Silva et al. (2015), existem maior abundância de esporos de FMA, no cultivo de soja e trigo em plantio direto. Todavia, em tratamentos em que ocorreu o manejo convencional, ou seja, a fitomassa foi manejada com revolvimento do solo, a micorrização obteve, menores médias em relação aos tratamentos por deposição superficial (SILVA et al., 2020).

No estado de Rondônia, informações quanto a inoculação de micorrizas na cultura da soja, assim como sua eficiência de colonização da cultura quando cultivada em diferentes

coberturas vegetais são escassas. Considerando a soja, uma das principais culturas nacionais, bem como sua crescente importância no estado, torna-se necessário analisar os efeitos da inoculação na cultura, e suas interações com as coberturas vegetais do solo. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da inoculação micorrízica e da utilização de diferentes coberturas vegetais do solo sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Ariquemes, localizado em latitude 9° 55' 12" S, longitude 62° 56' 59" O e altitude média de 128 m. O município encontra-se na mesorregião do Leste Rondoniense, e segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima enquadra-se como Aw (Clima Tropical Chuvoso), com duas estações bem definidas no decorrer do ano, sendo de chuvas intensas de outubro a abril, concentrando cerca de 88% da precipitação anual e uma estação seca, com escassez de chuva. A temperatura média anual do município varia em torno de 25,6°C, precipitação total de 2.290 mm/ano e umidade relativa do ar de 81% (CARVALHO et al., 2016). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2018).

Os componentes da análise química de solo, realizada de 0-20 cm de profundidade foram: pH em H<sub>2</sub>O (5,0), P (11,7 mg.dm<sup>-3</sup>), K (28 mg.dm<sup>-3</sup>), Ca (2,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>), Mg (0,9 cmolc.dm<sup>-3</sup>), Al (0,0 cmolc.dm<sup>-3</sup>), H+Al (5,02 cmolc.dm<sup>-3</sup>), CTC (8,2 cmolc.dm<sup>-3</sup>), V% (36%), MO total (23 g.dm<sup>-3</sup>), e para a textura de solo: argila (848 g.kg<sup>-1</sup>), silte (81 g.kg<sup>-1</sup>) e areia total (70 g.kg<sup>-1</sup>).

O preparo do solo para implantação das espécies de cobertura vegetal foi realizado de forma convencional, com uma gradagem pesada e outra niveladora. A calagem foi realizada em outubro, vinte dias antes da semeadura, utilizando-se calcário dolomítico, no intuito de elevar a saturação de bases para 60%. A adubação foi calculada de acordo com a análise química do solo, adotando-se as recomendações de Ribeiro et al. (1999), com doses de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de K, utilizando-se os fertilizantes ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas 8 x 2, com três repetições. Nas parcelas foram alocadas as plantas de cobertura: braquiária (*Urochloa ruziziensis*), duas espécies de crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e (*C. ochroleuca*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), milheto (*Pennisetum glaucum*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e uma área de pousio (vegetação espontânea), e nas subparcelas as sementes de soja submetidas e não à inoculação com fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*.

A semeadura das espécies de cobertura ocorreu no primeiro decêndio de novembro de 2021, em espaçamento de 0,45 m nas entrelinhas e densidade de acordo com a recomendação de cada cultura, em parcelas com dimensões de 5,4 m de largura por 4,5 m de comprimento, totalizando uma área de 24,3 m<sup>2</sup>.

As práticas de manejo realizadas no ciclo das culturas foram a capina e limpeza das parcelas, e duas pulverizações de inseticida, sendo a primeira com produto a base de tiametoxam (141 g/L) + lambda-cialotrina (106 g/L) na dose de  $28,2 \text{ g.ha}^{-1} + 21,2 \text{ g.ha}^{-1}$  de i.a. e 200 L de calda, enquanto a segunda com inseticida a base de deltametrina (25 g/L) na dose de  $5 \text{ g.ha}^{-1}$  de i.a. e 300 L de calda.

A roçagem das culturas de cobertura foi realizada após 61 dias de cultivo (10/01/22), e sete dias depois do corte foi mensurado a fitomassa inicial das espécies vegetais. A amostragem ocorreu em dois pontos aleatórios por parcela, com auxílio de uma quadrícula de  $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ , coletando-se todo material contido na área delimitada pela quadrícula. Os resíduos vegetais foram lavados com água destilada e colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a  $60^\circ\text{C}$  até obtenção de massa constante. Posteriormente, os materiais foram pesados, sendo os resultados expressos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ .

As amostras foram moídas em moinho tipo Willey e, cerca de 5 g, encaminhadas para o laboratório para realização da análise química dos macronutrientes da fitomassa inicial. Foi calculado, o acúmulo de macronutrientes, por meio da multiplicação dos teores de nutrientes ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) pela fitomassa inicial ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) sendo os resultados expressos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ .

Quinze dias após o corte das coberturas foi realizada a semeadura da soja, terceiro decêndio de janeiro de 2022, cultivar M8644. As parcelas das coberturas foram subdivididas para receber sementes inoculadas com o fungo micorrízico *Rhizophagus intraradices* e não inoculadas. Inicialmente foi realizado o tratamento de sementes com fungicida a base de metalaxil-M (10 g/L) + fludioxonil (25 g/L) na dose de  $1 \text{ g.ha}^{-1} + 2,5 \text{ g.ha}^{-1}$  do i.a. e 500 mL de calda / 100 kg de sementes. As sementes foram deixadas na sombra e após sua secagem, procedeu-se a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) utilizando-se dose de 92 mL / 100 kg de sementes. Posteriormente, realizou-se a inoculação com *R. intraradices* em metade das sementes, com o inoculante comercial Rootella BR, na dose de  $120 \text{ g.ha}^{-1}$ .

A semeadura da soja foi realizada nas entrelinhas das culturas antecessoras, distribuindo-se dezoito sementes por metro linear, no espaçamento de 0,50 m. As parcelas foram compostas por 8 linhas, com 4 m de largura por 4,5 m de comprimento, e as subparcelas por 4 linhas, em 2 m de largura por 4,5 m de comprimento, considerando-se como área útil, as duas linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade,  $3,5 \text{ m}^2$ . Aos dez dias após a emergência procedeu-se o desbaste das plântulas, no intuito de se obter população final de 200.000 plantas por hectare. A adubação de base foi realizada de acordo com a análise de solo,

sendo recomendado a dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K, utilizando-se 444,44 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 206,89 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

Foi realizado o monitoramento da cultura, realizando-se o manejo das plantas daninhas com duas pulverizações de herbicidas pós-emergentes a base de glifosato, sendo uma na concentração de 577 g.L<sup>-1</sup> e outra com 480 g.L<sup>-1</sup>, adotando-se doses de 1140 g.ha<sup>-1</sup> e 960 g.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, utilizando calda de 200 L. Para o manejo de insetos-pragas foi realizada três pulverizações, a primeira a base de dinotefuram (84 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (48 g.L<sup>-1</sup>), na dose de 42 g.ha<sup>-1</sup> + 24 g.ha<sup>-1</sup> do i.a., a segunda à base de tiametoxam (141 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (106 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 28,2 g.ha<sup>-1</sup> + 21,2 g.ha<sup>-1</sup> do i.a., e a terceira com inseticida à base de sulfoxaflor (100 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (150 g.L<sup>-1</sup>), na dose de 20 g.ha<sup>-1</sup> + 30 g.ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente, sendo adotado para todos os produtos, 200 L de calda. Com o intuito de prevenir a incidência de doenças fúngicas, foi realizado duas pulverizações de fungicida a base de mancozebe (750 g.kg<sup>-1</sup>), na dose de 1.500 g.ha<sup>-1</sup> do i.a. com calda de 200 L, em intervalo de dez dias.

Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas na soja, altura de plantas no florescimento e colheita, número de nódulos, massa seca de nódulos, comprimento de raiz, população final de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens/planta, número de grãos/vagem, massa de 100 grãos e o rendimento.

Por ocasião do florescimento pleno, foi avaliada a altura de plantas, mensurando-se em cinco plantas, do colo ao ápice da planta. Neste mesmo estágio foi realizado as avaliações radiculares, coletando-se com o auxílio de pá de corte, cinco plantas nas linhas da bordadura da parcela, desprezando as duas plantas laterais. Após a coleta, as raízes foram lavadas sobre peneira e levadas ao laboratório, para mensuração do comprimento de raiz (do colo a coifa) e contagem de nódulos. Para a determinação da massa seca dos nódulos, os mesmos foram colocados em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 60°C durante 24 horas.

A colheita foi realizada na área útil de cada subparcela. Por ocasião da colheita foram coletadas dez plantas representativas na área útil de cada subparcela para mensuração da altura final de plantas, do colo ao ápice, altura de inserção da primeira vagem, do colo à primeira vagem, número de vagens/planta e número de grãos/vagem. As plantas foram trilhadas, em trilhadeira vencedora MOD. B-150, e o rendimento de grãos quantificado em todas as plantas da área útil, contabilizando-se o resultado em kg.ha<sup>-1</sup>, com padronização da umidade para 13%. A determinação do grau de umidade foi realizada em três subamostras, em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com a utilização do software SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção de fitomassa inicial, os resultados obtidos na análise de variância indicaram diferenças entre as coberturas (Tabela 1). Verificou-se que o milho produziu a maior quantidade de fitomassa, seguido das culturas da braquiária e do sorgo, as quais apresentaram resultados semelhantes entre si. Constatou-se que o cultivo dessas coberturas vegetais proporcionou quantidade de resíduos considerada adequada para um sistema de plantio direto, a qual deve ser superior a 6.000 kg.ha<sup>-1</sup>, conforme Alvarenga et al., 2001. Avaliando a fitomassa das culturas milho, braquiária, sorgo forrageiro, guandu, *C. juncea*, aveia-preta e pousio, em Uberaba, região de cerrado mineiro e com clima semelhante ao de Ariquemes (Aw), Torres et al. (2008), verificaram no primeiro ano de avaliação, maior fitomassa no milho, seguido do sorgo e braquiária, sendo que apenas essas produziram quantidade acima de 6.000 kg.ha<sup>-1</sup>, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Tabela 1. Produção de fitomassa inicial e acúmulo de nutrientes em kg.ha<sup>-1</sup> em diferentes culturas utilizadas como cobertura de solo.

| Coberturas vegetais   | Fitomassa inicial (kg.ha <sup>-1</sup> ) | Acúmulo de macronutrientes (kg.ha <sup>-1</sup> ) |        |         |         |        |        |
|-----------------------|--|---|--------|---------|---------|--------|--------|
|                       |  | N   | P      | K       | Ca      | Mg     | S      |
| Braquiária            | 7.071,3 b                                | 113,0 b   | 15,6 c | 145,3 c | 34,7 c  | 32,9 b | 9,2 bc |
| <i>C. ochroleuca</i>  | 3.798,7 cd                               | 98,3 c  | 13,8 d | 83,2 e  | 34,9 c  | 27,2 c | 8,5 c  |
| <i>C. spectabilis</i> | 4.330,0 c                                | 115,0 b   | 11,9 e | 97,2 de | 58,0 a  | 19,7 e | 9,7 b  |
| Feijão guandu         | 3.486,7 d                                | 62,8 d  | 8,6 f  | 42,7 f  | 29,6 d  | 9,9 g  | 5,2 d  |
| Milho                 | 10.958,0 a                               | 135,6 a   | 23,5 a | 253,1 a | 47,1 b  | 44,4 a | 12,6 a |
| Nabo forrageiro       | 1.963,3 e                                | 38,0 e  | 8,4 f  | 48,5 f  | 32,6 cd | 11,2 g | 4,0 e  |
| Pousio                | 3.801,3 cd                               | 57,3 d  | 8,2 f  | 103,4 d | 14,4 f  | 14,3 f | 6,1 d  |
| Sorgo                 | 6.684,7 b                                | 118,8 b   | 20,0 b | 162,4 b | 18,7 e  | 23,4 d | 9,7 b  |
| CV (%)                | 4,03                                     | 3,74  | 3,98   | 4,26    | 4,14    | 3,78   | 3,95   |

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De modo geral, observou-se maior desenvolvimento das gramíneas quando comparado às demais espécies utilizadas como cobertura vegetal, o que estaria relacionado a elevada taxa de crescimento inicial, adaptação climática e eficiência fotossintética das gramíneas tropicais em relação às leguminosas (DELAZERI et al., 2020). Outro fator relevante quanto à produção

de fitomassa, seria a estrutura das plantas, visto que espécies com maior crescimento podem resultar em maior biomassa (ANDRADE et al., 2022).

Em experimentos com diversas coberturas vegetais em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Rolim de Moura - RO, Andrade et al. (2022), observaram que as coberturas de *C. juncea*, seguida de guandu comum e milho apresentaram maior produção de fitomassa, relatando-se 18,5, 16,7 e 16,6 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto, estilosantes e as mucunas cinza e preta apresentaram os menores valores de fitomassa, sendo 7,9, 8,8 e 8,2 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os autores explicaram que essas espécies apresentaram porte vegetativo e crescimento em altura sensivelmente inferior às demais coberturas avaliadas.

A menor produção de fitomassa foi verificada na cobertura de nabo forrageiro, sendo observado ainda, rápida decomposição de seus resíduos. O desempenho da cultura foi inferior ao pousio, o que corrobora aos resultados de Forte et al. (2018), que em duas de três safras com culturas de coberturas, obtiveram produção de fitomassa de nabo abaixo do pousio, sendo de 1,55, 1,40 e 5,11 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto no pousio, 3,23, 3,67 e 2,73 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ressalta-se que o nabo forrageiro tem sido recomendado como planta de cobertura de inverno, sendo adaptada ao clima temperado, quente e subtropical com estação fria, sendo tolerante à seca e geadas (CHERUBIN, 2022), o que poderia explicar seu baixo desempenho nas condições climáticas de Rondônia.

Observou-se diferenças significativas na quantidade acumulada de macronutrientes nas espécies de cobertura vegetal (Tabela 1), sendo constatado superioridade para o milho, quanto ao acúmulo de N, P, K, Mg e S. Para Ca os maiores valores foram observados na fitomassa de *C. spectabilis*, seguido do milho. Salienta-se que a quantidade acumulada de nutrientes depende da espécie utilizada, de seu estágio fenológico, produção de matéria seca da parte aérea e período de cultivo (SILVA et al., 2014), e, nesse caso observa-se grande diferença de fitomassa entre as coberturas, impactando nos valores de acúmulo, com destaque para o milho.

Resultados semelhantes foram relatados por Soratto et al. (2012), onde milho acumulou as maiores quantidades N, P, K, Mg, S, C e Si, enquanto *C. juncea* apresentou maior acúmulo de Ca. No experimento foi verificadas elevadas de potássio acumulado na cobertura com milho, 253,1 kg.ha<sup>-1</sup>, valores que superaram a braquiária, segunda cultura com maior acúmulo de K, em 74,19%. O milho destaca-se como cultura recicladora, resultado da elevada produção de fitomassa (DELAZERI et al., 2020), além do seu sistema radicular profundo que permite a ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os

disponíveis para as culturas subsequentes após a mineralização da sua fitomassa (MARCANTE et al., 2011).

Avaliando o acúmulo e liberação de nutrientes em crotalária e milho solteiros e consorciados, Perin et al. (2010) observaram diferença entre as coberturas, apenas no acúmulo de Ca, onde a crotalária apresentou os valores mais elevados, 90,87 e 38,37 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, decorrente da maior produção de biomassa e teor de Ca da crotalária. O Ca está presente em constituintes estruturais da célula, como a parede celular, além de ser cofator de algumas enzimas envolvidas na respiração das plantas, dificultando assim, sua mineralização e liberação ao solo. Como resultado, há um grande acúmulo deste nutriente em plantas que apresentam haste mais lignificada durante a maturação, como a crotalária (PITTELKOW et al., 2012).

De modo geral as coberturas de nabo forrageiro, feijão guandu e pousio apresentaram os menores valores de macronutrientes acumulados, o que pode ser explicado pela baixa produção de fitomassa, principalmente do caso do nabo forrageiro, ainda que a cultura seja considerada muito recicladora (CALEGARI, 1998).

O pousio apresentou elevado acúmulo de K (> 100 kg.ha<sup>-1</sup>), sendo superior à *C. ochroleuca*, mesmo produzindo fitomassa semelhante, demonstrando assim que as espécies que compuseram o pousio apresentaram elevado teor do nutriente. Vale ressaltar que a parcela de pousio foi composta majoritariamente por gramíneas, e, dentre elas o capim-pé-de-galinha, a qual foi relatada por Boer et al. (2007) como planta que acumula elevada quantidade de nutrientes, e que verificaram que o pé-de-galinha, acumulou mais de 170 kg de K, com fitomassa de 8.753 kg.ha<sup>-1</sup>. Enquanto Perin et al. (2010), verificaram que as espécies espontâneas mesmo apresentando menor produtividade de fitomassa, acumularam quantidades de K similares à do milho, crotalária e consórcio, resultado do elevado teor do nutriente.

As coberturas contendo crotalária por sua vez, destacaram-se quanto ao acúmulo de N, principalmente, *C. spectabilis* visto que acumulou valores semelhantes ao sorgo e a braquiária, mesmo apresentando menor produção de fitomassa. O destaque às culturas ficou evidente ao se analisar a quantidade de fitomassa em quilos que as coberturas necessitaram para acumular N, sendo verificado que nas gramíneas com maior acúmulo como milho, sorgo e braquiária foram necessários 80,8, 56,3 e 62,6 kg de fitomassa para se acumular 1 kg de N, respectivamente, enquanto para *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* foram necessários 37,7 e 38,6 kg de fitomassa, respectivamente. Esse fato indica a capacidade das leguminosas em fixar o N atmosférico através da associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio,

confirmando que geralmente as leguminosas apresentam teores elevados de N na massa seca da parte aérea (PEREIRA et al., 2017).

Diferente das outras leguminosas, o feijão guandu, apresentou baixos valores de acúmulo para todos os macronutrientes avaliados, provavelmente decorrente da baixa produtividade de fitomassa e de teores de nutrientes, especialmente o N, como encontrado por Torres et al. (2008) em Uberaba (MG) em um Latossolo Vermelho, para o acúmulo de N, P, Ca Mg e S, sendo observado em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ : 51,3; 5,2; 15,4; 3,3 e 2,9, respectivamente, em 2000 e 62,5; 4,5; 22,6; 4,0 e 4,0, em 2001. Além disso, Torres e Pereira (2008), verificaram acúmulo de K em aproximadamente  $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nas duas avaliações. Salienta-se que nos dois trabalhos citados acima, o guandu apresentou baixa fitomassa de 1,6 a  $2,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Para todos os caracteres analisados na cultura da soja no estágio de R2 (Tabela 2) foi observado interação significativa entre os fatores. Quanto à altura de plantas em R2, verificou-se que a inoculação proporcionou incremento de altura apenas sobre a palhada de feijão guandu, enquanto a soja sobre palhada de milho e nabo forrageiro apresentaram maior altura quando não submetidas à inoculação. De acordo com Miranda et al. (2001) o feijão guandu apresentou elevada dependência micorrízica, podendo incrementar a diversidade de micro-organismos presentes no solo, como a comunidade de fungos micorrízicos. Esse fato pode proporcionar condições favoráveis para o aumento da altura da soja inoculada.

A maior altura de plantas de soja inoculada foi observada sobre a cobertura de *C. ochroleuca*, superando os valores de braquiária, sorgo e nabo forrageiro, assemelhando-se às demais coberturas. Para a soja não inoculada, os maiores valores foram verificados no milho, o qual superou a altura obtida nas coberturas de sorgo, nabo forrageiro, braquiária e feijão guandu, sendo semelhante às demais. A dependência micorrízica pode variar de acordo com a espécie do fungo micorrízico, e, a resposta pode variar de levemente negativa a altamente positiva (BERBARA et al., 2006), o que pode ter alterado a microbiota do solo interferindo no crescimento da cultura.

Em relação à inoculação foi verificado nas coberturas com milho e sorgo, maior crescimento radicular na soja inoculada, enquanto na cobertura de pousio verificou-se maior comprimento de raiz da soja não inoculada (Tabela 2). Não houve diferenças no crescimento radicular para a soja submetida à inoculação entre as diferentes coberturas, enquanto que a cultura não inoculada apresentou maior crescimento radicular no pousio, sendo superior ao milho e sorgo.

Dados semelhantes foram observados para a massa seca da raiz, onde o cultivo da soja não inoculada resultou em maior massa radicular, comparado ao cultivo inoculado sobre o

pousio. Enquanto para as coberturas com milho, sorgo e *C. spectabilis* as maiores massas de raízes foram observadas quando a soja foi submetida à inoculação micorrízica. Analisando a soja inoculada verificou-se que as coberturas com *C. spectabilis*, milho, braquiária, *C. ochroleuca* e sorgo proporcionaram melhor desempenho à soja, sendo a primeira superior ao nabo forrageiro, feijão guandu e o pousio. Para as sementes não inoculadas o pousio resultou em maiores valores, sendo superior às coberturas contendo nabo forrageiro e sorgo.

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas, comprimento de raiz e massa seca da raiz de plantas de soja coletadas no florescimento pleno em diferentes coberturas vegetais e inoculação micorrízica.

| Coberturas<br>vegetais            | Altura (cm) |            | Comprimento de raiz (cm) |           | Massa seca da raiz (g) |           |
|-----------------------------------|-------------|------------|--------------------------|-----------|------------------------|-----------|
|                                   | Inoculação  |            | Inoculação               |           | Inoculação             |           |
|                                   | Sim         | Não        | Sim                      | Não       | Sim                    | Não       |
| Braquiária                        | 42,6 A bc   | 41,6 A bc  | 30,1 A a                 | 30,4 A ab | 3,71 A abc             | 3,63 A ab |
| <i>Crotalaria<br/>ochroleuca</i>  | 46,9 A a    | 45,7 A ab  | 33,4 A a                 | 35,1 A ab | 3,63 A abc             | 3,74 A a  |
| <i>Crotalaria<br/>spectabilis</i> | 43,7 A ab   | 44,3 A abc | 33,9 A a                 | 33,7 A ab | 3,87 A a               | 3,47 B ab |
| Feijão<br>guandu                  | 42,9 A abc  | 40,7 B c   | 33,3 A a                 | 29,8 A ab | 3,38 A c               | 3,50 A ab |
| Milho                             | 43,1 B abc  | 46,8 A a   | 35,0 A a                 | 28,1 B b  | 3,81 A ab              | 3,50 B ab |
| Nabo<br>forrageiro                | 39,5 B c    | 41,8 A bc  | 34,6 A a                 | 32,7 A ab | 3,47 A bc              | 3,30 A b  |
| Pousio                            | 43,9 A ab   | 42,9 A abc | 28,7 B a                 | 38,5 A a  | 3,33 B c               | 3,77 A a  |
| Sorgo                             | 41,6 A bc   | 42,3 A bc  | 35,2 A a                 | 28,2 B b  | 3,59 A abc             | 3,29 B b  |
| CV (1) (%)                        | 4,29        |            | 11,34                    |           | 4,34                   |           |
| CV (2) (%)                        | 2,67        |            | 9,22                     |           | 3,63                   |           |

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A soja não inoculada sobre a palha de pousio apresentou maior comprimento e massa de raiz, sugerindo que a composição do pousio pode ter ocasionado baixa taxa de colonização micorrízica, e um possível antagonismo, por isso a inoculação da soja resultou em menor comprimento e massa seca de raiz. Segundo Souza et al. (2006) plantas das famílias *Brassicaceae* e *Cyperaceae* não apresentaram associação micorrízica. Angelini et al. (2012) observaram menor colonização micorrízica na soja em área com cobertura de pousio, atribuindo esse fator à presença de plantas da família *Cyperaceae*, pois são uma das poucas plantas fanerógamas que não apresentam associação micorrízica, sem a presença de tipos morfológicos como arbúsculo e enovelados de hifas.

As plantas daninhas podem interferir em espécies vizinhas promovendo efeitos alelopáticos que inibem, direta ou indiretamente, a interação com micro-organismos do solo, como os FMA, verificando-se que as infestações da planta daninha (*Sisymbrium loeselii*) reduziram o potencial de inóculo de FMA do solo em condições de campo. A ação negativa de substâncias alelopáticas sobre as micorrizas é escassa, e em geral tem sido associada à presença de glucosinolatos, compostos comuns em espécies da família *Brassicaceae* (BAINARD et al., 2009).

As coberturas vegetais de milho e sorgo proporcionaram maior crescimento e massa radicular de soja submetida a inoculação, o que poderia ser explicado pela simbiose com as micorrizas, que proporcionam maior extensão e densidade do sistema radicular, dado o elevado grau de dependência micorrízica de ambas as culturas (MIRANDA e MIRANDA, 2004), pois, os vários filamentos componentes das micorrizas penetram nas raízes, passando a funcionar como um sistema radicular adicional (MIRANDA et al., 2001). Pivetta et al. (2011), relacionaram o maior crescimento de raízes de soja em sucessão ao milho e ao sorgo à maior densidade radicular apresentada por essas espécies, o que levaria à formação de grande quantidade de bioporos aproveitados pela cultura subsequente.

Os efeitos das micorrizas também tem sido influenciado pela disponibilidade de nutrientes, principalmente do P, como demonstrado no experimento de Paula e Siqueira (1987), que avaliando a inoculação com *Glomus macrosporum* e diferentes doses de P na cultura da soja, verificaram que a inoculação combinada com o P aumentou o desenvolvimento do sistema radicular, considerando a produção de matéria fresca, seca e comprimento total das raízes. Segundo os autores, plantas com mais raízes possuem maior capacidade de explorar o solo em termos de nutrientes e água, contudo, ressalta ainda que a maximização dos benefícios do *G. macrocarpum* para a soja foi obtida quando se aplicou entre 60 ppm a 120 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, visto que acima de 120 ppm houve decréscimo no benefício da

micorriza. Nesse sentido, salienta-se que no presente estudo foram utilizados 100% da dose de P recomendada de acordo com a análise de solo, logo, os efeitos da inoculação podem não ser tão evidentes visto que essas doses mais elevadas ocasionam decréscimo no benefício dos FMA.

Verificou-se que a soja cultivada sobre palhada de feijão guandu proporcionou incremento no número de nódulos quando submetida a inoculação com FMA (Tabela 3), enquanto que sobre as coberturas de braquiária, milheto, nabo forrageiro e pousio houve aumento no número de nódulos quando a cultura da soja não foi inoculada. Analisando-se a interação quanto à inoculação, observou-se para a soja inoculada maior nodulação no pousio, o qual apresentou superioridade ao sorgo, contudo, sem diferir das demais coberturas. Para a soja não inoculada, as coberturas com braquiária, nabo forrageiro, pousio e milheto apresentaram incremento no número de nódulos, superando *C. ochroleuca* e sorgo.

Tabela 3. Valores médios de número de nódulos e massa seca de nódulos de plantas de soja coletadas no florescimento pleno em diferentes coberturas vegetais e inoculação micorrízica.

| Coberturas vegetais           | Número de nódulos |            | Massa seca de nódulos/planta (g) |              |
|-------------------------------|-------------------|------------|----------------------------------|--------------|
|                               | Inoculação        |            | Inoculação                       |              |
|                               | Sim               | Não        | Sim                              | Não          |
| Braquiária                    | 19,8 B ab         | 71,6 A a   | 0,0904 B ab                      | 0,2296 A a   |
| <i>Crotalaria ochroleuca</i>  | 9,7 A ab          | 5,7 A d    | 0,0305 A ab                      | 0,0171 A cd  |
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | 15,3 A ab         | 22,3 A bcd | 0,0357 A ab                      | 0,0750 A bcd |
| Feijão guandu                 | 23,6 A ab         | 9,3 B cd   | 0,0959 A a                       | 0,0373 B cd  |
| Milheto                       | 13,9 B ab         | 36,9 A abc | 0,0701 A ab                      | 0,1047 A bc  |
| Nabo forrageiro               | 21,6 B ab         | 49,4 A ab  | 0,1141 A a                       | 0,1274 A b   |
| Pousio                        | 30,3 B a          | 47,0 A ab  | 0,0723 B ab                      | 0,1620 A ab  |
| Sorgo                         | 4,2 A b           | 4,2 A d    | 0,0071 A b                       | 0,0131 A d   |
| CV (1) (%)                    | 29,27             |            | 1,79                             |              |
| CV (2) (%)                    | 17,03             |            | 1,25                             |              |

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Dados semelhantes foram observados para a massa seca de nódulos (Tabela 3), onde, a cobertura com feijão guandu proporcionou nódulos mais pesados na soja inoculada, enquanto que as coberturas com braquiária e pousio resultaram em maior massa de nódulos no cultivo de soja não inoculada. Analisando a soja inoculada observou-se que a cultura obteve nódulos de maior massa nas coberturas com feijão guandu e nabo forrageiro, sendo superiores aos valores relatados no sorgo. No cultivo de soja não inoculada, a braquiária apresentou os melhores resultados, e com exceção do pousio, foi superior às demais cobertura vegetais cultivadas.

Durante o estágio de florescimento, uma planta de soja que obteve uma nodulação eficiente apresentaria, em campo, de 15-30 nódulos ou de 100 a 200 mg de nódulos secos por planta para produtividade média de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup> (HUNGRIA et al., 2001). Com base nos referidos valores, observou-se que apenas a soja não inoculada sobre palha de guandu, na soja inoculada sobre milho, e sobre as coberturas de *C. ochroleuca* e sorgo, independente da forma inoculação não alcançaram 15 nódulos/planta. Para a massa seca dos nódulos verificou-se que apenas a soja não inoculada sobre as palhadas de braquiária, milho e pousio, e, o nabo independente da inoculação alcançaram valores acima de 100 mg de massa de nódulos/planta.

Na média geral observou-se 17,3 nódulos nas plantas inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*, enquanto nas parcelas não inoculadas o número verificado foi de 30,8 nódulos. A soja cultivada sobre as coberturas de braquiária, nabo forrageiro, pousio e milho apresentou maior número de nódulos quando não submetida a inoculação, verificando-se uma possível relação de antagonismo entre os micro-organismos. Para Prates Júnior et al. (2021), a associação micorrízica favorece a FBN, interferindo positivamente na interação rizóbio-leguminosa, formando uma simbiose tripartite, sendo a interação de grande interesse econômico, pois a dupla colonização aumenta a fixação de N e traz economia nos custos com fertilizantes a base de um nutriente limitante.

Vale destacar que não há relato de antagonismo entre os micro-organismos estudados, e nesse sentido, salienta-se que outros fatores podem ter interferido na nodulação, pois, a nodulação em leguminosas podem sofrer interferência de fatores como a disponibilidade de nutrientes, P, N, Mo e Co (FAGAN et al., 2007), forma do inoculante e o tipo de aplicação (VIEIRA NETO et al., 2008), temperatura (THOMAS e COSTA, 2010) e o pH (RUFINI et al., 2011). Avaliando várias culturas inoculadas com *R. intraradices*, Stoffel (2019), observou para a cultura da soja que o inoculante promoveu o aumento da colonização total, porém, não apresentou diferença estatística para outras variáveis, como massa seca da parte aérea e de raiz.

Com relação aos dados analisados por ocasião da colheita, foi observado interação significativa para a população de plantas, número de vagens por planta e rendimento de grãos

(Tabela 4). Para a população de plantas foi verificado que a cultura da soja não inoculada, quando cultivada sobre as coberturas de pousio, braquiária, *C. spectabilis* e milho apresentaram maior população em relação às inoculadas. Analisando a população de soja nas subparcelas inoculadas, observou-se que a cobertura de sorgo possibilitou maior população, diferindo significativamente, apenas do milho. Nas parcelas não inoculadas as populações de plantas de soja foram semelhantes nas diferentes coberturas vegetais. Vale salientar que o desbaste das plantas de soja ocorreu aos dez dias após a semeadura, com intuito de se estabelecer estande de 10 plantas.m<sup>-1</sup>, todavia, na maioria das coberturas vegetais foi observado a emergência tardia, o que provocou a alteração na população desejada.

Tabela 4. Valores médios de população de plantas, número de vagens por planta e rendimento de grãos de soja cultivada sobre diferentes coberturas vegetais e inoculação micorrízica.

| Coberturas vegetais           | População de plantas (pl.ha <sup>-1</sup> ) |            | Nº de vagens/planta |          | Rendimento (kg.ha <sup>-1</sup> ) |             |
|-------------------------------|---|------------|---------------------|----------|-----------------------------------|-------------|
|                               | Inoculação                                  |            | Inoculação          |          | Inoculação                        |             |
|                               | Sim   | Não        | Sim                 | Não      | Sim                               | Não         |
| Braquiária                    | 225.714 Bab                                 | 269.524 Aa | 73,9 Abc            | 70,9 Ab  | 2.456,6 Ad                        | 2.832,1 Ab  |
| <i>Crotalaria ochroleuca</i>  | 237.143 Aab                                 | 239.048 Aa | 74,8 Babc           | 85,1 Aa  | 3.575,5 Aa                        | 3.308,4 Aab |
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | 220.952 Bab                                 | 263.810 Aa | 79,5 Aab            | 74,8 Aab | 3.369,5 Aab                       | 3.410,0 Aab |
| Feijão guandu                 | 235.238 Aab                                 | 244.762 Aa | 71,4 Abc            | 76,8 Aab | 3.033,3 Aabcd                     | 3.206,3 Aab |
| Milho                         | 201.905 Bb                                  | 260.000 Aa | 87,2 Aa             | 80,8 Aab | 3.167,7 Babc                      | 3.633,6 Aa  |
| Nabo forrageiro               | 238.095 Aab                                 | 258.095 Aa | 61,8 Bc             | 75,7 Aab | 2.777,5 Bbcd                      | 3.439,3 Aab |
| Pousio                        | 212.381 Bab                                 | 274.286 Aa | 82,2 Aab            | 69,4 Bb  | 2.619,8 Bcd                       | 3.425,0 Aab |
| Sorgo                         | 247.619 Aa                                  | 248.571 Aa | 81,1 Aab            | 82,3 Aab | 3.469,5 Aa                        | 3.204,6 Aab |
| CV (1) (%)                    | 7,69  |            | 5,83                |          | 8,68                              |             |
| CV (2) (%)                    | 6,00  |            | 6,99                |          | 7,08                              |             |

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o número de vagens/planta foi verificada superioridade da cobertura de pousio quando recebeu plantas de soja inoculadas, enquanto as coberturas com *C. ochroleuca* e nabo forrageiro proporcionaram maior quantidade de vagens na soja sem inoculação micorrízica (Tabela 4). Oliveira et al. (2019) observaram que a inoculação com *R. clarus* na soja não promoveu incremento no número de vagens, seja em condições de sistema de cultivo irrigado e não irrigado. Em experimento com doses de P e inoculação com *R. intraradices*, Stoffel (2019) relatou que não houve diferença estatística para o número de vagens/planta, independente da utilização de meia ou dose total de P associado à inoculação da soja.

Na soja inoculada sobre as diferentes palhadas, observou-se maior número de vagens na palhada de milho, todavia, sendo superior apenas as coberturas com braquiária, feijão guandu e nabo forrageiro. Na soja não inoculada, verificou-se que a cobertura com *C. ochroleuca*, proporcionou maior quantidade de vagens por planta quando comparado ao pousio e a braquiária, não diferindo das demais espécies. Borges et al. (2015), não observaram influência das coberturas de milho, capim-sudão, sorgo granífero, híbrido (*S. bicolor* com *S. sudanense* cultivar Cover Crop), braquiária e pousio, em Votuporanga-SP e Selvíria-MS, sobre o número de vagens de plantas de soja.

Relacionando a população de plantas com o número de vagens, Cruz et al. (2016), verificaram relação inversa entre os fatores, pois ao testar densidades de 7, 10, 13, 16, 19 e 22 plantas.m<sup>-1</sup>, observaram efeito linear negativo, onde o número de vagens por planta foi reduzido à medida que se aumentou a densidade de planta. Na presente pesquisa, houveram quatro coberturas vegetais, pousio, braquiária, *C. spectabilis* e milho, que proporcionaram maior população de plantas de soja quando a cultura não foi inoculada, e ao analisar o número de vagens de soja nestas coberturas, verificou-se que em todas elas houve redução na quantidade de vagens, todavia, apenas no pousio a redução foi significativa.

Assim como observado na população final de plantas, nenhuma cobertura vegetal proporcionou melhorias no rendimento da soja inoculada com micorrizas, quando comparado à cultura não inoculada (Tabela 4). Enquanto que a cultura da soja não inoculada, quando cultivada sobre as coberturas de milho, nabo forrageiro e pousio, apresentaram rendimento de grãos superior. Este fato pode estar relacionado à população de plantas, onde se verificou que nas coberturas com milho e pousio houve maior população da soja. Resultados semelhantes foram relatados por Cruz et al. (2016), que verificaram que o aumento da densidade de semeadura elevou a produtividade de soja, independentemente do arranjo espacial de plantas utilizado.

Em relação ao nabo forrageiro, a população de plantas foi estatisticamente semelhante, contudo, a soja não inoculada apresentou 8,4% mais plantas, e esse fato associado ao maior número de vagens foi determinante para o aumento no rendimento da cultura da soja não inoculada. Destaca-se ainda, que em uma das subparcelas de nabo forrageiro, ocorreu a incidência de mela, doença causada pelo fungo *Thanatephorus cucumeris*, proporcionando danos, tanto na cobertura vegetal quanto na cultura da soja.

A ausência de efeito da inoculação micorrízica no presente experimento, pode estar relacionada às condições favoráveis ao cultivo da cultura da soja. Segundo Stoffel et al. (2020), o inoculante a base de *R. intraradices* aumentou a produção de biomassa, absorção de P e a produtividade da soja em diferentes condições edafoclimáticas no Brasil, principalmente em solos que originalmente apresentavam níveis baixos ou médios de P disponível no solo. Para Oliveira et al. (2019) as micorrizas demonstraram maiores efeitos sobre a produtividade da soja quando submetidas a condições adversas, como o déficit hídrico, onde, as plantas de soja associadas com FMA e cultivadas em condição não irrigada, obtiveram maior produtividade comparado às plantas no sistema irrigado.

Em relação as coberturas, quando a soja foi submetida a inoculação, foi constatado maior rendimento da cultura sobre as palhas de *C. ochroleuca* e sorgo, superando o rendimento observado nas coberturas com nabo forrageiro, pousio e braquiária (Tabela 4). Destaca-se ainda, a cobertura com *C. spectabilis*, a qual superou o rendimento observado no pousio e braquiária. O bom desempenho verificado com as crotalárias pode ser atribuído a grande ciclagem de nutrientes, principalmente de N por meio da FBN, mesmo apresentando baixo/médio rendimento de fitomassa (DELAZERI et al., 2020). Para a soja não inoculada, o maior rendimento foi observado na palhada de milheto, todavia, superando apenas os valores constatados na palhada de braquiária.

Foi verificado baixos valores de rendimento da soja, quando cultivada sobre a cobertura de braquiária, independentemente da inoculação, corroborando em partes com Pacheco et al. (2013), que avaliando a ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura (*Urochloa ruziziensis*, *U. brizantha*, *P. glaucum*, *U. ruziziensis* + *C. cajan* e pousio) e produtividade de soja e arroz em plantio direto, verificaram que a *U. ruziziensis* proporcionou maior produtividade do arroz, embora, nenhuma das espécies tenha proporcionado alterações significativas no rendimento da soja, evidenciando que a elevada produtividade de fitomassa e alto acúmulo de nutrientes, pode não garantir uma ciclagem eficiente dos nutrientes no solo, pois, a decomposição e a liberação de nutrientes podem ocorrer lentamente, principalmente em gramíneas.

As condições favoráveis de cultivo para a cultura da soja, associado à utilização de correção do solo e adubação recomendados para elevadas produtividades da cultura, podem ter desfavorecido a inoculação micorrízica (PAULA e SIQUEIRA, 1987; STOFEEEL, 2019). Destaca-se ainda, que as diferentes espécies de coberturas vegetais apresentaram influência sobre os FMA, sugerindo-se novos estudos para melhor compreensão dessas relações.

## CONCLUSÕES

A cobertura vegetal com milho proporciona elevada fitomassa e acúmulo de nutrientes para as culturas em sucessão. Destaca-se ainda, a cobertura com *C. spectabilis* pelo acúmulo de cálcio e nitrogênio, mesmo com baixa fitomassa.

A inoculação micorrízica e as coberturas de milho e sorgo promovem aumento no crescimento e massa seca radicular da soja.

A utilização de inoculação micorrízica não incrementa a produtividade da soja sob as diferentes coberturas vegetais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura do solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- ANDRADE, R. A.; SOUZA, F. R.; MASCARENHAS, A. R. P.; CARVALHO, C. A.; MATTIA, F. L.; SILVA OLIVEIRA, R. F. Taxas de cobertura e decomposição de adubos verdes na Amazônia Sul Ocidental. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.15, n.1, p.125-137, 2022.
- ANGELINI, R. G. A.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; TORRES, J. L. R.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.115-130, 2012.
- BAINARD, L. D.; BROWN, P. D.; UPADHYAYA, M. K. Inhibitory effect of tall hedge mustard (*Sisymbrium loeselii*) allelochemicals on rangeland plants and arbuscular mycorrhizal fungi. **Weed Science**, v.57, n.4, p.386-393, 2009.
- BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. [ed.], **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.53-88.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Produção de soja e milho cultivados sobre diferentes coberturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.46, n.1, p.89-98, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A.; PURCINO, A. A. C. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.315-323, 2001.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p.65-94. (Circular Técnica, 101).
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; VALE, F. R.; CURI, N. Limitação nutricional e efeito do pré-cultivo do solo com *Brachiaria decumbens* e da inoculação com *Glomus etunicatum* no crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo degradado. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.3, p.281-288, 1995.
- CARVALHO, R. L. S.; NASCIMENTO, B. I. S.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. J. G.; DELGADO, A. R. S. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e

precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, n.12 p.123-142 2016.

CHERUBIN, M. R. (Org.). **Guia prático de plantas de cobertura**: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022 126p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2022/2023: Décimo segundo levantamento, v.10, n.12, 2022. 111p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 07 mar. 2024.

CORDEIRO, M. A. S.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Colonização e densidade de esporos de fungos micorrízicos em dois solos do cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.147-153, 2005.

CRUZ, S. C. S.; SENA JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.3, n.1, p.1-6, 2016.

DELAZERI, J. V. S.; VALADÃO, F. C. A.; VALADÃO JUNIOR, D. D.; HERKLOTZ, B.; BERTONCELLO, L. R.; SILVA, J. L.; VIEIRA, A. O. Desempenho agrônomo de milho e crotalária cultivados em sistemas solteiro e consorciado. **Ciencia del suelo**, Buenos Aires, v.38, n.2, p.212-223, 2020.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q.; SANTOS, O. S.; MÜLLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.14, n.1, p.89-106, 2007.

FORTE, C. T.; GALON, L.; BEUTLER, A. N.; PERIN, G. F.; PAULETTI, E. S. S.; BASSO, F. J. M.; SANTIN, C. O. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.1, p.1-10, 2018.

GUIMARÃES, A. F.; COLAVITE, A. P.; SILVA, E. A. A rede de produção de biocombustíveis da região sul do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v.36, n.3, p.63-82, 2019.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Circular Técnica, 35).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em 07 abr. 2021.

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agrônomicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.69-80, 2009.

LUIZÃO, F. J.; FEARNSTIDE, P. M.; CERRI, C. E. P.; LEHMANN, J. A. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas manejados na Amazônia. In: KELLER, M.; BUSTAMENTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. Amazonia and Global Change. **Geophysical Monograph Series**, 2009, v.189, p.311-336.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A.; PAREDES JUNIOR, F. P. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.2, p.196-204, 2011.

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. **Dependência micorrízica de diferentes culturas anuais, adubos verdes e pastagens em solos de Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 114).

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 3p. (Documento Técnico, 42).

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ª ed. Lavras-MG: UFLA, 2006. 729p.

NOVAIS, C. B.; BORGES, W. L.; SBRANA, C.; GIAVANNETTI, M.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. **Técnicas básicas em micorrizas arbusculares**. Lavras-MG: UFLA, 2017. 130p.

OLIVEIRA, T. C.; UEHARA, H. M.; SILVA, L. D.; TAVARES, G. G.; SANTANA, L. R.; CABRAL, J. S. R.; SOUCHIE, E. L.; MENDES, G. C. Produtividade da soja em associação ao fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus clarus* cultivada em condições de campo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.18, n.4, p.530-535, 2019.

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, v.48, n.9, p.1228-1236, 2013.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, J. O. Efeito de micorrizas vesicular-arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo de nitrogênio pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.171-178, 1987.

PEREIRA, A. P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; CAMERA, J. N.; GOLLE, D. P.; HORN, R. C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.40, n.4, p.799-807, 2017.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; CABALLEROS, S. S. U.; GUERRA, J. G. M.; GUSMÃO, L. A. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalaria e milho solteiros e consorciados. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.2, p.274-281, 2010.

PITTELKOW, F. K.; SCARAMUZZA, J. F.; WEBER, O. L. S.; MARASCHIN, L.; VALADÃO, F. C. A.; OLIVEIRA, E. S. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.17, p.212-222, 2012.

PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; SANTOS, G. P.; ROSOLEM, C. A. Crescimento e atividade de raízes de soja em função do sistema de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1547-1554, 2011.

PRATES JÚNIOR, P.; SILVA, M. C. S.; PRADO, I. G. O.; VELOSO, T. G. R.; MOREIRA, B. C.; KATSUYA, M. C. M. (Org.). **Micorrizas arbusculares**: conceitos, metodologias e aplicações. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Leste, 2021. 122p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. 359p.

ROCHA, B. G. G.; AMARO, H. T. R.; PORTO, E. M. V.; GONÇALVES, C. C.; DAVID, A. M. S. S.; LOPES, E. B. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.41, n.2, p.376-384, 2018.

RUFINI M.; FERREIRA, P. A.; SOARES, B. L.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.1, p.81-88, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SCHNEIDER, J.; KLAUBERG FILHO, O.; FONTOURA, S. M. V.; ALVES, M. V. Influência de diferentes sistemas de manejo e calagem em experimento de longa duração sobre fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4, p.701-709, 2011.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D.; ARRUDA, N. Palhada, teores de nutrientes e cobertura do solo por plantas de cobertura semeadas no verão para semeadura direta de feijão. **Agrarian**, Dourados, v.7, n.24, p.233-243, 2014.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. S. M. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.571-576, 2006.

SILVA, P. B.; GIONGO, V.; CARVALHO, P. G. S.; LIMA, R. L. F. A. Dinâmica de colonização de meloeiro por fungos micorrízicos arbusculares em agroecossistema no semiárido. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 17., 2020, Poços de Caldas. **Participação social, ética e sustentabilidade**. Poços de Caldas: IF Sul de Minas: UNIFAL-MG, 2020. p.1-5.

SILVA, R. F.; MARCO, R.; BERTOLLO, G. M.; MATSOUKA, M.; MENEGOL, D. R. Influência do uso do solo na ocorrência e diversidade de FMAs em Latossolo no Sul do Brasil **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.1851-1862, 2015.

SMITH, S. E.; READ, D. J. Mycorrhizal symbiosis. 3ª Ed. San Diego: **Academic Press**. 2008. 787p.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1462-1470, 2012.

SOUZA, V. C.; SILVA, R. A.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.612-618, 2006.

STOFFEL, S. C. G. **Inoculante micorrízico a base de *Rhizophagus intraradices* no crescimento e nutrição de culturas de importância agrícola**. Dissertação (Mestrado em Recursos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. 114p.

STOFFEL, S. C. G.; SOARES, C. R. F. S.; MEYER, E.; LOVATO, P. E.; GIACHINI, A. J. Yield increase of soybean inoculated with a commercial arbuscular mycorrhizal inoculant in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.16, n.5, p.702-713, 2020.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. 1ª Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248p.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1609-1618, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

VELOSO, F. R.; SILVA, L. F. V.; JACINTO, A. C. P.; JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. X.; CARVALHO, E. R. Sistemas de cultivo e plantas de cobertura para produção de soja no Cerrado. **Research, Society and Development**, v.11, n.11, p.1-12, 2022.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p.861-870, 2008.

WANG, B.; QIU, Y. L. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. **Mycorrhiza**, v.16, n.5, p.299-363, 2006.

