Desempenho de soja inoculada com micorrizas e cultivada sobre coberturas vegetais

Performance of soybeans inoculated with mycorrhizae and grown over cover crops

Comportamiento de la soja inoculada con micorrizas y cultivada sobre cultivos de cobertura

DOI: 10.34188/bjaerv9n1-170

Submeted: Jan 5th, 2026
Approved: Feb 4 th, 2026

Vanessa Gretzler Monteiro
Graduada em Agronomia
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: vanessagretzler.agronomia@gmail.com

Erica Faria Souza
Graduada em Agronomia
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: ericafaria.agro@gmail.com

Abdiel Moreira de Oliveira
Graduado em Agronomia
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: abdielmoreira.o13@gmail.com

Emily Maria da Silva
Graduada em Agronomia
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: moraessilvarc@gmail.com

Luciano dos Reis Venturoso
Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: luciano.venturoso@ifro.edu.br

Lenita Aparecida Conus Venturoso
Doutora em Agronomia (Produção Vegetal)
Instituto Federal de Rondônia (IFRO) - Campus Ariquemes
Ariquemes, RO. Brasil
E-mail: lenita.conus@ifro.edu.br

RESUMO
A soja destaca-se como uma das principais culturas do agronegócio brasileiro. Seu cultivo tem sido realizado predominantemente no sistema de plantio direto, no qual a cobertura vegetal exerceu papel essencial na ciclagem de nutrientes, conservação do solo e manutenção de condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Além disso, a inoculação micorrízica arbuscular tem se mostrado estratégia promissora para otimizar a absorção de nutrientes. Objetivou-se avaliar a influência de coberturas vegetais, em cultivo solteiro e consorciado, associado à inoculação micorrízica no desempenho agronômico da cultura da soja. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, esquema de parcelas subdivididas 14 x 2, com três repetições. As parcelas foram compostas pelas coberturas solteiras: braquiária, duas espécies de crotalária, feijão guandu, nabo forrageiro, milheto, sorgo e coberturas consorciadas: braquiária + *C. ochroleuca*; milheto + nabo forrageiro; milheto + *Crotalaria ochroleuca*; braquiária + feijão guandu; sorgo + *C. spectabilis*; sorgo + nabo forrageiro e uma área de pousio, enquanto as subparcelas receberam sementes de soja com e sem inoculação micorrízica (*Rhizophagus intraradices*). As coberturas vegetais com milheto + *C. ochroleuca* e milheto proporcionam elevada fitomassa e acúmulo de nutrientes para as culturas em sucessão. Os consórcios milheto + nabo forrageiro, sorgo + *C. spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro promovem aumento no crescimento e massa seca radicular da soja. A utilização de inoculação micorrízica não incrementa a nodulação na cultura da soja. As coberturas vegetais demonstram condições favoráveis à soja não inoculada, proporcionando estabilidade no rendimento de grãos.

Palavras-chave: inoculação micorrízica, coberturas vegetais, *Rhizophagus intraradices*, *Glycine max*.

ABSTRACT
Soybean stands out as one of the main crops in Brazilian agribusiness. Its cultivation has been predominantly carried out using the no-till system, in which plant cover plays an essential role in nutrient cycling, soil conservation, and maintaining conditions favorable to crop development. Furthermore, arbuscular mycorrhizal inoculation has proven to be a promising strategy for optimizing nutrient absorption. The objective was to evaluate the influence of plant cover, in monoculture and intercropping, associated with mycorrhizal inoculation on the agronomic performance of soybean. The experiment was conducted in a randomized block design, with a 14 x 2 split-plot arrangement and three replications. The plots were composed of the following single cover crops: brachiaria, two species of crotalaria, pigeon pea, forage turnip, millet, sorghum, and intercropped cover crops: brachiaria + *Crotalaria ochroleuca*; millet + forage turnip; millet + *C. ochroleuca*; brachiaria + pigeon pea; sorghum + *C. spectabilis*; sorghum + forage turnip, and a fallow area, while the subplots received soybean seeds with and without mycorrhizal inoculation (*Rhizophagus intraradices*). Cover crops with millet + *C. ochroleuca* and millet provide high phytomass and nutrient accumulation for subsequent crops. Intercropping with millet + forage turnip, sorghum + *C. spectabilis*, and sorghum + forage turnip promotes increased growth and root dry mass in soybeans. The use of mycorrhizal inoculation does not increase nodulation in soybean crops. Cover crops demonstrate suitable conditions for non-inoculated soybeans, providing stability in grain yield.

Keywords: mycorrhizal inoculation, plant cover, *Rhizophagus intraradices*, *Glycine max*.

RESUMEN
La soja se destaca como uno de los principales cultivos de la agroindustria brasileña. Su cultivo se ha realizado predominantemente mediante el sistema de siembra directa, en el cual la cobertura vegetal desempeña un papel esencial en el ciclo de nutrientes, la conservación del suelo y el mantenimiento de condiciones favorables para el desarrollo del cultivo. Además, la inoculación

micorrízica arbuscular ha demostrado ser una estrategia prometedora para optimizar la absorción de nutrientes. El objetivo fue evaluar la influencia de la cobertura vegetal, tanto en monocultivo como en cultivos intercalados, asociada a la inoculación micorrízica, en el rendimiento agronómico de la soja. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar, con un arreglo de parcelas divididas de 14 x 2 y tres réplicas. Las parcelas estaban compuestas por los siguientes cultivos de cobertura individuales: brachiaria, dos especies de crotalaria, gandul, nabo forrajero, mijo, sorgo y cultivos de cobertura intercalados: brachiaria + *Crotalaria ochroleuca*; mijo + nabo forrajero; mijo + *C. ochroleuca*; brachiaria + gandul; sorgo + *C. spectabilis*; sorgo + nabo forrajero y un área de barbecho, mientras que las subparcelas recibieron semillas de soja con y sin inoculación micorrízica (*Rhizophagus intraradices*). Los cultivos de cobertura con mijo + *C. ochroleuca* y mijo proporcionan una alta fitomasa y acumulación de nutrientes para cultivos posteriores. El cultivo intercalado con mijo + nabo forrajero, sorgo + *C. spectabilis* y sorgo + nabo forrajero promueve un mayor crecimiento y masa seca radicular en la soja. El uso de la inoculación micorrízica no aumenta la nodulación en los cultivos de soja. Los cultivos de cobertura presentan condiciones adecuadas para la soja no inoculada, proporcionando estabilidad en el rendimiento de grano.

Palabras clave: inoculación micorrízica, cobertura vegetal, *Rhizophagus intraradices*, *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem se expandido nas últimas décadas no cenário econômico brasileiro. O produto interno bruto (PIB) do Brasil atingiu R$ 11,508 trilhões em 2024, e o setor do agronegócio contribuiu com 21,8% do PIB. O valor bruto de produção da soja na safra 24/25 desempenhou papel significativo, representando R$ 300,88 bilhões do agronegócio, 2,6% do PIB, consolidando-se como um dos pilares econômicos do país (Brasil, 2024).

A cultura da soja tem sido cultivada principalmente no sistema de plantio direto (SPD), o qual caracteriza-se pela implantação de culturas em solos não revolvidos, mantidos sob cobertura vegetal permanente. Essa cobertura tem sido formada por resíduos culturais, plantas de cobertura previamente semeadas e controle de plantas daninhas (Fidelis *et al*., 2003). O plantio direto busca reproduzir, na agricultura, o equilíbrio dinâmico observado na natureza. Nesse ambiente, a maior parte dos nutrientes encontra-se na parte aérea das plantas, sendo reciclados por folhas e galhos que caem, formando uma camada de fitomassa, que pode ser decomposta pela ação de micro-organismos e da mesofauna. De forma semelhante, no plantio direto, gramíneas e leguminosas, que possuem sistema radicular profundo, captam nutrientes de camadas mais profundas do solo, reciclando e redistribuindo toneladas de matéria seca que iram se decompor gradativamente, liberando nutrientes para a soja (Ambrosano *et al*., 2005).

O sistema de plantio direto tem oferecido diversas vantagens para a sociedade brasileira, incluindo a proteção do solo contra a erosão, conservação da água, redução do uso de combustíveis e de fertilizantes, proporcionando aumentos na produtividade agrícola (Carvalho *et al.*, 2025). O

sucesso do SPD estaria atrelado à quantidade e qualidade dos resíduos vegetais presentes no solo. A seleção de espécies para cobertura vegetal deve considerar a persistência de seus resíduos após o manejo, uma vez que esses fatores impactam diretamente na manutenção da cobertura e as propriedades físicas, químicas e hídricas do solo, além de influenciar sua vulnerabilidade à erosão (Pires *et al*., 2008).

A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo torna-se importante para o aporte contínuo de matéria orgânica, regulação da temperatura do solo, minimizando a amplitude térmica, redução na evaporação de água, protegendo a superfície contra o impacto das gotas de chuva, o que diminui o escoamento superficial e promove infiltração e retenção hídrica, fatores que favorecem o desenvolvimento das plantas e criam condições adequadas para micro-organismos, fundamentais na reciclagem de nutrientes (Pires *et al*., 2008).

A quantidade de 6 t/ha de resíduos sobre a superfície do solo, seria a quantidade adequada para o SPD, por proporcionar boa taxa de cobertura do solo. No entanto, essa quantidade pode variar significativamente dependendo do tipo de planta, região e condições edafoclimáticas (Alvarenga *et al*., 2001). A escolha da cobertura vegetal do solo deve priorizar espécies capazes de produzir elevada quantidade de biomassa, capacidade de fixação biológica de nitrogênio e ciclagem de nutrientes, sistemas radiculares profundos e que não sejam hospedeiras de pragas (Fidelis *et al*., 2003).

Muitas espécies de interesse agronômico respondem positivamente à inoculação micorrízica, como soja, milho, café, batata-doce, mandioca, cana-de-açúcar, espécies florestais e frutíferas (Berbara, Souza e Fonseca, 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, Souza e Fonseca, 2006) e que possui baixa disponibilidade nos solos amazônicos (Luizão *et al*., 2009). Essa contribuição varia em virtude do nível de fertilidade do solo, espécie de fungo e dependência micorrízica da cultura (Braghirolli *et al*., 2012).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), podem 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, Souza e Fonseca, 2006). Dentre as micorrizas conhecidas, a arbuscular, tem sido a mais abundante e ancestral tipo de micorriza das plantas terrestres (Wang e Qiu, 2006).

Entre as espécies de fungos micorrízicos arbusculares, *Rhizophagus intraradices* tem se destacado devido à sua elevada produção de esporos intra-radiculares, o que facilitaria sua multiplicação e propagação. Essa característica tornou a espécie, a mais estudada do mundo, pois, ao contrário das demais, não apresenta restrições para o cultivo *in vitro*, o que torna a produção de inoculantes altamente viável, sem limitações técnicas (Vieira, 2021).

Ainda que se tenha informações acerca dos benefícios da utilização de coberturas vegetais do solo de forma solteira ou consorciada, assim como àqueles proporcionados pelos FMAs, estudos que relacionem a associação dessas temáticas ainda são escassos na região. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de coberturas vegetais, em cultivo solteiro e consorciado, associado à inoculação micorrízica no desempenho agronômico da cultura da soja.

2 METODOLOGIA

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 25,6ºC, precipitação total de 2.290 mm/ano e umidade relativa do ar de 81% (Carvalho *et al*., 2016).

O solo do campo experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Lumbreras *et al*., 2019). Os valores da análise química de solo, na camada de 0-20 cm foram: pH em H_2O (5,0), P (11,7 $mg.dm^{-3}$), K (28 $mg.dm^{-3}$), Ca (2,0 $cmolc.dm^{-3}$), Mg (0,9 $cmolc.dm^{-3}$), Al (0,0 $cmolc.dm^{-3}$), H+Al (5,02 $cmolc.dm^{-3}$), CTC (8,2 $cmolc.dm^{-3}$), V% (36%), MO total (23 $g.dm^{-3}$), e textura de solo: argila (848 $g.kg^{-1}$), silte (81 $g.kg^{-1}$) e areia total (70 $g.kg^{-1}$).

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 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, Guimarães e Alvarez (1999), com doses de 40 $kg.ha^{-1}$ de N, 120 $kg.ha^{-1}$ de P e 100 $kg.ha^{-1}$ 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 14 x 2 com três repetições. Nas parcelas foram alocadas as plantas de cobertura, seis

cultivos solteiros: brachiaria (*Urochloa ruziziensis*), duas espécies de crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e (*C. ochroleuca*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*), sete cultivos consorciados: brachiaria + *C. ochroleuca*, milheto + nabo forrageiro, milheto + *C. ochroleuca*, brachiaria + feijão guandu, sorgo + crotalária e sorgo + nabo forrageiro, e uma área de pousio (vegetação espontânea). Nas subparcelas as sementes de soja submetidas e não à inoculação com fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*.

A semeadura das espécies de cobertura foi realizada no primeiro decêndio de novembro de 2021, em parcelas de 5,4 x 4,5 m de comprimento, contendo doze linhas, espaçamento de 0,45 m entre si e densidade conforme recomendação de cada cultura.

O corte das coberturas foi realizado por meio de roçada, 61 dias após a semeadura (10/01/22), e a fitomassa inicial mensurada sete dias após o corte. A amostragem ocorreu em dois pontos aleatórios por parcela, com auxílio de uma quadrícula de 0,5 x 0,5 m, coletando-se todo material contido na área delimitada pela quadrícula. Os resíduos vegetais foram lavados com água destilada e secos em estufa de circulação forçada de ar a 60ºC até estabilização da massa. Posteriormente, os materiais foram pesados, sendo os resultados expressos em $kg.ha^{-1}$.

Quinze dias após o corte das coberturas, no terceiro decêndio de janeiro de 2022, foi realizada a semeadura da soja, cultivar M8644. As parcelas foram subdivididas para receber sementes inoculadas e não inoculadas com o fungo *R. intraradices*. 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 $g.ha^{-1}$ + 2,5 $g.ha^{-1}$ 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 $g.ha^{-1}$.

A soja foi semeada nas entrelinhas das culturas de cobertura vegetal, distribuindo-se dezoito sementes por metro linear, no espaçamento de 0,5 m entrelinhas. As parcelas foram compostas por 8 linhas, de 4 m x 4,5 m de comprimento, e as subparcelas por 4 linhas, de 2 m x 4,5 m de comprimento, considerando-se como área útil, as duas linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade, 3,5 m². Dez dias após emergência procedeu-se o desbaste das plântulas, visando uma população de 200.000 $plantas.ha^{-1}$. A adubação de base foi realizada de acordo com a análise de solo, sendo recomendado a dose de 80 $kg.ha^{-1}$ de P e 120 $kg.ha^{-1}$ de K, utilizando-se 444,44 $kg.ha^{-1}$ de superfosfato simples e 206,89 $kg.ha^{-1}$ de cloreto de potássio.

Foram avaliadas as características agronômicas na soja, comprimento de raiz, massa seca de raiz, 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 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. As raízes foram lavadas sobre peneira e levadas ao laboratório, para mensuração do comprimento de raiz 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 60ºC 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 $kg.ha^{-1}$, 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 scott-knott a 5% de significância, com a utilização do software SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos na análise de variância indicaram diferenças na fitomassa produzida pelas coberturas vegetais, assim como os macronutrientes acumulados nas mesmas. O consórcio de milheto + *C. ochroleuca* e o cultivo solteiro de milheto apresentaram a maior fitomassa, seguida das coberturas com milheto + nabo forrageiro e brachiaria, os quais apresentaram resultados semelhantes entre si (Tabela 1). Aliado às coberturas citadas, destacam-se ainda, as coberturas com sorgo e brachiaria + feijão gunadu que produziram fitomassa superior a 6.000 $kg.ha^{-1}$, valores considerados adequados para o sistema plantio direto, por Alvarenga *et al*. (2001) para uma cobertura eficiente sobre o solo, promovendo sua proteção e conservação.

Os resultados obtidos corroboram os dados de Torres *et al*. (2014), que observaram que a combinação de crotalária e milheto resultou em maior produção de fitomassa quando comparada a sistemas que utilizam apenas monoculturas ou consórcios com espécies menos adaptadas. Essa maior produção beneficiou a durabilidade da cobertura no solo, prolongando os efeitos positivos no sistema agrícola, como redução da perda de umidade e proteção contra erosão. Torres, Pereira e

Fabian (2008), verificaram no primeiro ano de avaliação, maior fitomassa no milheto, seguido do sorgo e braquiária, sendo que apenas essas produziram quantidade acima de 6.000 kg.ha^{-1}, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

De modo geral, foi observado nas coberturas de milheto + *C. ochroleuca* e milheto o maior acúmulo de macronutrientes (Tabela 1). Ambas as coberturas vegetais demonstraram ser mais eficiente em termos de produção de fitomassa e ciclagem de nutrientes, contribuindo significativamente para o enriquecimento do solo. Vale destacar que quando comparado ao pousio, as referidas coberturas apresentaram incremento superior a 100% de todos os nutrientes avaliados, reforçando sua eficácia como prática de manejo sustentável. As gramíneas, como o milheto, tem sido reconhecida pela elevada produção de fitomassa e alta relação C/N, o que contribuiu para uma palhada mais duradoura, enquanto as leguminosas, como a crotalária, enriquecem o solo com nitrogênio através da fixação biológica, melhorando a fertilidade do solo (Andrioli e Prado, 2012).

Tabela 1. Produção de fitomassa inicial e acúmulo de macronutrientes em culturas de cobertura vegetal cultivadas em consórcio.

Coberturas Vegetais	Fitomassa (kg.ha^{-1})	Acúmulo de macronutrientes (kg.ha^{-1})					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Brachiaria	7.071,3 b	113,0 d	15,6 d	145,3 c	34,6 d	32,9 c	9,2 c
C. ochroleuca	3.798,7 e	98,3 e	13,9 e	83,2 e	35,0 d	27,2 d	8,5 d
C. spectabilis	4.330,0 d	115,0 c	11,9 f	97,2 e	58,0 a	19,7 f	9,7 c
Feijão guandu	3.486,7 e	62,8 h	8,5 g	42,7 f	29,6 e	9,9 i	5,2 f
Milheto	10.958,0 a	135,6 b	23,6 a	253,1 a	47,1 c	44,4 b	12,6 b
Nabo forrageiro	1.963,3 f	38,0 j	8,4 g	48,5 f	32,6 d	11,2 i	4,0 g
Sorgo	6.684,7 c	118,8 c	20,1 b	162,4 c	18,7 f	23,4 e	9,7 c
Brachiaria + *C. ochroleuca*	5.878,7 c	93,8 e	17,2 d	178,9 c	29,2 e	29,2 d	10,1 c
Brachiaria + Feijão guandu	6.308,7 c	92,3 e	16,4 d	156,3 c	31,5 e	28,7 d	9,8 c
Milheto + *C. ochroleuca*	11.310,0 a	142,5 a	18,7 c	229,1 b	50,9 b	52,6 a	19,8 a
Milheto + Nabo Forrageiro	7.648,7 b	108,4 d	14,5 e	220,6 b	35,2 d	32,9 c	13,4 b
Sorgo + *C. spectabilis*	4.863,3 d	79,8 f	12,9 f	136,7 d	21,4 f	17,0 g	7,3 e
Sorgo + Nabo Forrageiro	4.862,7 d	70,1 g	13,4 e	121,8 d	21,9 f	19,0 f	8,0 d
Pousio	3.801,3 e	56,1 i	8,1 g	101,5 e	14,4 g	14,2 h	6,0 f
CV (%)	6,28	3,48	5,96	10,06	6,04	4,13	5,60

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para Ca os maiores valores foram observados na fitomassa de *C. spectabilis*, seguido do milheto. Salienta-se que a quantidade acumulada de nutrientes depende da espécie utilizada, de seu estádio fenológico, produção de matéria seca da parte aérea e período de cultivo, e, nesse caso observa-se grande diferença de fitomassa entre as coberturas, impactando nos valores de acúmulo.

Resultados semelhantes foram relatados por Soratto *et al*. (2012), onde milheto acumulou as maiores quantidades N, P, K, Mg, S, C e Si, enquanto *C. juncea* apresentou maior acúmulo de Ca.

A prática do pousio demonstrou limitada capacidade de acúmulo de nutrientes, reforçando a necessidade de estratégias mais ativas para a ciclagem e o enriquecimento do solo. O diferencial entre os melhores tratamentos e o pousio evidenciou a importância de implementar consórcios vegetais mais produtivos para maximizar o aporte de biomassa e nutrientes no sistema agrícola.

As variáveis comprimento de raiz, massa seca de raiz, número de nódulos, massa seca de nódulos, população de plantas, número de vagens por planta e rendimento apresentaram interação entre as coberturas vegetais e inoculação.

Ao analisar a interação quanto às coberturas, pode-se verificar que apenas a cobertura com pousio resultou em menor comprimento (CR) e massa seca de raiz (MSR) da soja não inoculada (Tabela 2). As coberturas com milheto, sorgo e milheto + nabo forrageiro proporcionaram maior CR e MSR da soja inoculada, enquanto *C. spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro favoreceram apenas a MSR da cultura da soja inoculada (Tabela 2). Pereira *et al*. (2013) analisando interações entre FMA, rizóbio e actinomicetos na rizosfera da soja constataram um aumento significativo na matéria seca de raiz, proporcionando maior acúmulo de biomassa vegetal.

Tabela 2. Valores médios de comprimento de raiz e massa seca da raiz de plantas de soja cultivadas sobre coberturas vegetais e submetidas à inoculação micorrízica.

Coberturas Vegetais	Comprimento de raiz (cm)		Massa seca de raiz (g)	
	Inoculação		Inoculação	
	Sim	Não	Sim	Não
Brachiaria	30,1 A c	30,4 A b	3,71 A b	3,63 A a
C. ochroleuca	33,4 A b	35,1 A a	3,63 A b	3,74 A a
C. spectabilis	33,9 A b	33,7 A b	3,87 A a	3,47 B b
Feijão guandu	33,3 A b	29,8 A b	3,38 A c	3,50 A b
Milheto	35,0 A b	28,1 B b	3,81 A a	3,50 B b
Nabo forrageiro	34,6 A b	32,7 A b	3,47 A c	3,30 A b
Sorgo	35,2 A b	28,2 B b	3,59 A b	3,29 B b
Brachiaria + *C. ochroleuca*	27,3 A c	31,3 A b	3,67 A b	3,88 A a
Brachiaria + Feijão guandu	33,6 A b	30,5 A b	3,84 A a	3,66 A a
Milheto + *C. ochroleuca*	33,7 A b	27,8 A b	3,68 A b	3,57 A b
Milheto + Nabo Forrageiro	39,1 A a	29,9 B b	3,98 A a	3,62 B a
Sorgo + *C. spectabilis*	41,6 A a	38,3 A a	3,68 A b	3,75 A a
Sorgo + Nabo Forrageiro	38,9 A a	40,6 A a	3,86 A a	3,47 B b
Pousio	28,4 B c	38,1 A a	3,29 B c	3,77 A a
CV (1) (%)	12,39		4,44	
CV (2) (%)	9,23		3,60	

* Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O sistema radicular da soja em pousio quando inoculado foi inferior, sugerindo uma baixa taxa de colonização nessas condições. Esse resultado sugere que a composição vegetal do pousio, onde observou-se a presença de plantas daninha como *Rhynchospora nervosa* (capim estrela) e

Cyperus rotundus (tiririca), pode ter contribuído para a baixa taxa de colonização micorrízica. Algumas famílias de fanerógamas, como *Brassicaceae* e *Cyperaceae*, não formam associações micorrízicas, o que pode limitar essa simbiose benéfica em áreas onde essas espécies predominam (Souza *et al*., 2006). Angelini *et al*. (2012) também observaram redução na colonização micorrízica da soja em áreas com cobertura de pousio, atribuindo esse efeito à presença de plantas da família *Cyperaceae*.

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).

Quanto à inoculação, destaca-se os consórcios sorgo + *C. spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro que possibilitaram maior CR, e brachiaria + feijão guandu e milheto + nabo forrageiro com os maiores valores de MSR, tanto nas sementes inoculadas quanto nas não inoculadas (Tabela 2).

O bom desempenho da soja cultivada em consórcios contendo milheto e sorgo, 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 milheto 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.

Algumas espécies vegetais desenvolvem sinergia com a inoculação micorrízica, como as crotalárias, que de acordo com Germani e Plenchette, (2004), seriam altamente dependentes de micorrizas, e sua inoculação com *Glomus intraradices* pode favorecer o crescimento e nodulação em várias espécies de crotalária, além de aumentar a infectividade micorrízica no solo. O nabo forrageiro, presente nos consórcios em destaque, pode facilitar a penetração das raízes da soja, contribuindo para o maior acúmulo de biomassa radicular e melhoria na estrutura física do solo (Hansen *et al*., 2023).

Para o número de nódulos (NN) e massa seca de nódulos (MSN), a interação indicou maior nodulação e nódulos mais pesados na soja não inoculada, quando cultivada sobre a cobertura de

brachiaria (Tabela 3). Na cobertura com pousio o melhor desempenho da soja não inoculada foi verificado apenas para a MSN.

Tabela 3. Valores médios do número de nódulos e massa seca de nódulos em plantas de soja cultivadas sobre coberturas vegetais e submetidas à inoculação micorrízica.

Coberturas Vegetais	Número de Nódulos		Massa Seca de Nódulos (g)	
	Inoculação		Inoculação	
	Sim	Não	Sim	Não
Brachiaria	19,8 B a	71,6 A a	0,090 B a	0,230 A a
C. ochroleuca	9,7 A a	5,7 A b	0,030 A b	0,017 A c
C. spectabilis	15,3 A a	22,2 A b	0,036 A b	0,075 A c
Feijão guandu	23,6 A a	9,3 A b	0,096 A a	0,037 A c
Milheto	13,9 A a	36,9 A a	0,070 A a	0,104 A b
Nabo forrageiro	21,6 A a	49,4 A a	0,114 A a	0,127 A b
Sorgo	4,2 A a	4,2 A b	0,007 A b	0,013 A c
Brachiaria + *C. ochroleuca*	17,0 A a	6,1 A b	0,086 A a	0,047 A c
Brachiaria + Feijão guandu	26,2 A a	14,6 A b	0,086 A a	0,084 A c
Milheto + *C. ochroleuca*	28,4 A a	21,7 A b	0,064 A a	0,076 A c
Milheto + Nabo forrageiro	9,5 A a	13,3 A b	0,052 A b	0,046 A c
Sorgo + *C. spectabilis*	26,6 A a	21,7 A b	0,084 A a	0,045 A c
Sorgo + Nabo forrageiro	14,2 A a	6,8 A b	0,033 A b	0,047 A c
Pousio	25,0 A a	41,7 A a	0,050 B b	0,137 A b
CV (1) (%)	39,00		2,37	
CV (2) (%)	27,85		1,53	

* Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao analisar a interação quanto à inoculação micorrízica, não foi observado diferenças entre as coberturas vegetais para o NN quando a soja foi inoculada, enquanto que para a MSN, as coberturas com brachiaria, feijão guandu, milheto, nabo forrageiro, brachiaria + *C. ochroleuca*, brachiaria + feijão guandu, milheto + *C. ochroleuca* e sorgo + *C. spectabilis* apresentaram resultados superiores (Tabela 3). Para as sementes de soja não inoculadas verificou-se maior NN e MSN sobre as coberturas de brachiaria, milheto, nabo forrageiro e pousio.

Silva Júnior e Siqueira (1998), investigando a colonização micorrízica e o crescimento da soja com diferentes fungos, observou maior número de nódulos na soja inoculada com cinco espécies de FMAs, com destaque para *G. eutunicatum*. Por outro lado, Jie et al. (2022), avaliando os efeitos de *R. intradices* no rendimento de soja em cultivo contínuo, não encontrou diferença significativa entre a soja inoculada ou não com *R. intraradices* na nodulação.

Na média geral observou-se 18,2 nódulos e 0,064 g na massa de nódulos, nas plantas inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*, enquanto nas parcelas não inoculadas o número verificado foi de 23,2 nódulos e massa de 0,078 g, indicando-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.

Estudando interações entre micorrizas, rizóbios e actinomicetos, Pereira *et al*., (2013) observaram que a inoculação de actinomiceto resultou na completa inibição da colonização micorrízica. Os dados sugerem que o isolado de actinomiceto ACT-78 pode exercer antibiose contra fungos micorrízicos arbusculares (FMA) do gênero *Glomus* spp., uma vez que sua interação com *Glomus clarum* apresentou tendência ao antagonismo. Estudos indicam que populações de actinomicetos podem inibir a colonização das micorrizas *Glomus etunicatum* e *Glomus macrocarpum* na rizosfera, possivelmente devido à produção de antibióticos e à decomposição da quitina, principal componente da parede celular de fungos, incluindo os micorrízicos (Pereira, 2000).

Ao analisar a interação quanto às coberturas, foi constatado que as coberturas vegetais de brachiaria, *C. spectabilis*, milheto, pousio e o consórcio brachiaria + *C. ochroleuca* resultaram em maior população de plantas na soja não inoculada, enquanto que a soja inoculada apresentou maior população apenas sobre a cobertura de sorgo + *C. spectabilis* (Tabela 4). Ressalta-se que o desbaste de plantas foi realizado aos dez dias após a semeadura com intuito de ajustar o estande para dez plantas por metro linear, todavia, em grande parte das áreas ocorreu atraso na emergência de plântulas, resultando em alteração nos valores após a realização do desbaste.

Avaliando o impacto do armazenamento de sementes de soja inoculadas com micorrizas, Welter (2024) verificou que quanto maior a dose de inoculante maior foi a população final de plantas, no entanto, no presente experimento, esse comportamento foi verificado apenas na cobertura de sorgo + *C. spectabilis*.

Ao analisar a interação quanto à inoculação micorrízica, foi observado para as sementes inoculadas, maior população da soja sobre as coberturas de brachiaria, *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, feijão guandu, nabo forrageiro, sorgo, milheto + *C. ochroleuca*, sorgo + *C. spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro. Para as sementes não inoculadas os maiores resultados de população foram verificados nas coberturas contendo brachiaria, *C. spectabilis*, milheto e nabo forrageiro (Tabela 4). Lima et al. (2009) observaram diferença significativa entre as coberturas na população final de soja, e enfatizaram uma tendência das leguminosas de reduzirem a população.

Foi observado que a maior população de plantas de soja inoculada sobre a cobertura de sorgo + *C. spectabilis* e da soja não inoculada sobre pousio resultou em menores valores para o número de vagens por planta (Tabela 4). O adensamento excessivo de plantas, pode ter causado redução na luminosidade e absorção de nutrientes, afetando o desenvolvimento adequado da cultura. Assim como na cobertura de sorgo + *C. spectabilis*, também nas coberturas de *C. ochroleuca* e nabo

forrageiro houve maior número de vagens quando a soja não recebeu a inoculação micorrízica (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da população de plantas, número de vagens por planta e rendimento de grãos em plantas de soja cultivadas sobre coberturas vegetais e submetidas à inoculação micorrízica.

Coberturas Vegetais	População (plantas/ha)		Número de vagens/planta		Rendimento (kg/ha)	
	Inoculação		Inoculação		Inoculação	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Brachiaria	225.714,3 Ba	269.523,8 Aa	73,9 Ab	70,9 Ab	2.456,6 Ab	2.832,1 Aa
C. ochroleuca	237.142,9 Aa	239.047,6 Ab	74,8 Bb	85,1 Aa	3.575,5 Aa	3.308,4 Aa
C. spectabilis	220.952,4 Ba	263.809,5 Aa	79,5 Aa	74,8 Ab	3.369,5 Aa	3.410,0 Aa
Feijão guandu	235.238,1 Aa	244.761,9 Ab	71,4 Ab	76,8 Ab	3.033,3 Aa	3.206,3 Aa
Milheto	201.904,7 Bb	260.000,0 Aa	87,2 Aa	80,8 Aa	3.167,7 Ba	3.633,6 Aa
Nabo forrageiro	238.095,2 Aa	258.095,2 Aa	61,8 Bb	75,7 Ab	2.777,5 Bb	3.439,3 Aa
Sorgo	247.619,0 Aa	248.571,4 Ab	81,1 Aa	82,3 Aa	3.469,5 Aa	3.204,6 Aa
Brachiaria + *C. ochroleuca*	168.333,3 Bb	215.000,0 Ac	89,8 Aa	88,3 Aa	2.688,1 Ab	3.099,9 Aa
Brachiaria + Feijão guandu	191.666,7 Ab	216.666,7 Ac	84,2 Aa	79,4 Aa	3.030,6 Aa	3.371,5 Aa
Milheto + *C. ochroleuca*	216.666,7 Aa	235.000,0 Ab	69,9 Ab	65,4 Ab	2.707,0 Bb	3.255,7 Aa
Milheto + Nabo forrageiro	206.666,7 Ab	217.500,0 Ac	84,3 Aa	78,1 Aa	3.197,8 Aa	3.351,2 Aa
Sorgo + *C. spectabilis*	224.166,7 Aa	188.333,3 Bc	70,6 Bb	85,9 Aa	3.477,8 Aa	3.211,8 Aa
Sorgo + Nabo forrageiro	224.166,7 Aa	232.500,0 Ab	70,8 Ab	71,3 Ab	3.173,0 Aa	3.018,7 Aa
Pousio	185.833,3 Bb	240.000,0 Ab	81,9 Aa	69,0 Bb	2.619,8 Bb	3.425,0 Aa
CV (1) (%)	7,75		6,18		9,39	
CV (2) (%)	7,14		7,27		8,12	

* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Mauad et al. (2010), observaram que o aumento da densidade de semeadura resultou em plantas mais altas, porém, com menor número de ramificações, o que levou à redução no número de vagens por planta. Esse efeito foi atribuído à menor emissão de ramos laterais em populações densas, limitando os locais disponíveis para a formação de vagens. Contudo, Silva et al. (2020) afirmaram que plantas de maior porte formam mais nós reprodutivos, sendo assim, a altura de planta está diretamente relacionada a maior quantidade de vagens.

Na pesquisa de Oliveira et al. (2019), a soja inoculada com *Rhizophagus clarus* não proporcionaram aumento no número de vagens, tanto em condições de cultivo irrigado quanto em não irrigado. Contudo, Jie et al. (2022) observaram aumento do número de vagens por planta quando inoculado com *R. intraradices*. Estudando os efeitos do uso de diferentes doses de micorrizas na cultura da soja em estresse hídrico, Soares (2022), observou tendência linear de incremento do número de vagens em função de maiores doses aplicadas.

Borges et al. (2015), não observaram influência das coberturas de milheto, 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. Todavia, Machado e Garcia, (2021) observaram que na safra 19/20, o maior NVP de soja foi observado quando foi cultivada em sucessão ao consórcio de gramíneas forrageiras com *C. ochroleuca*, superando os sistemas com gramíneas solteiras ou consorciadas com *C. juncea*.

Ao analisar a interação quanto à inoculação micorrízica, foi observado para as sementes inoculadas maior rendimento da soja cultivada sobre as coberturas de *C. ochroleuca*, *C. spectabilis*, feijão guandu, milheto, sorgo, brachiaria + feijão guandu, milheto + nabo forrageiro, sorgo + *C. spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro, enquanto que para as sementes não inoculadas não houve diferença significativa entre as coberturas vegetais (Tabela 4).

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.

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). Machado e Garcia (2021), observaram maior rendimento em sucessão aos consórcios de gramíneas forrageiras e *C. ochroleuca* e *C. juncea* em relação às gramíneas solteiras. Na presente pesquisa, esse resultado foi verificado na cobertura vegetal de brachiaria, onde a mesma proporcionou os menores rendimento da soja, todavia, quando consorciada com *C. ochroleuca* ou feijão guandu, houve incremento no rendimento de grãos.

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.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram que a utilização da cobertura vegetal com milheto e o consórcio de milheto + *Crotalaria ochroleuca* proporciona elevada fitomassa e acúmulo de nutrientes para as culturas cultivadas em sucessão.

Com relação à cultura da soja, os resultados indicam que seu cultivo sobre a fitomassa dos consórcios de milheto + nabo forrageiro, sorgo + *Crotalaria spectabilis* e sorgo + nabo forrageiro apresenta aumento no comprimento radicular e na massa seca das raízes da soja. Destaca-se ainda, que as coberturas vegetais demonstram condições favoráveis à soja não inoculada, proporcionando estabilidade no rendimento de grãos.

Há limitações na compreensão da relação entre os micro-organismos utilizados na inoculação micorrízica e na fixação biológica, com as espécies vegetais cultivadas, e deste modo, sugere-se uma abordagem mais detalhada dessas relações em futuras pesquisas.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa em produção vegetal (GPPV), pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa. Ao IFRO, pela disponibilidade da área de cultivo.

REFERÊNCIAS

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.

AMBROSANO, E. J. *et al.* **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosafato, 2005. 16p. (Informações Agronômicas, 112).

ANDRIOLI, I.; PRADO, R. M. Plantas de cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivada com milho em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p.963-978, 2012.

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.

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.

BRAGHIROLLI, F. L.; SGROTT, A. F.; PESCADOR, R.; UHLMANN, A.; STÜRMER, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de florestas ciliares e fixação de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.1, p.733-743, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**. Brasília, DF. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp> Acesso em: 10 jan. 2025.

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.

CARVALHO, Y. R. R.; MAGALHÃES, R. M. F.; GONÇALVES, F. C. M.; ANDRADE, F. H. A.; SILVA, S. F.; PESSOA, J. P. M.; LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA FILHO, J. V.; SANTOS, M. L. R.; PESSOA FILHO, F. N. A altura de dessecação da *Urochloa ruziziensis* afeta a germinação e

o crescimento da soja. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.8, n.2, p.1-15, 2025.

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.

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

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. B. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.19, n.1, p.23-31, 2003.

GERMANI, G.; PLENCHETTE, C. Potential of crotalaria species as green manure crops for the management of pathogenic nematodes and beneficial mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, v.266, p.333-342, 2004.

HANSEN, P. H.; SILVA, D. M.; LANZANOVA, L. S.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M. E.; SOUZA, E. L.; BOHRER, R. E. G. Forage turnip: potential of the species as a soil decompactor, nutrient recycler and biomass producer. **Research, Society and Development**, v.12, n.2, p.1-12, 2023.

JIE W.; YANG, D.; YAO, Y.; GUO, N. Effects of *Rhizophagus intraradices* on soybean yield and the composition of microbial communities in the rhizosphere soil of continuous cropping soybean. **Scientific Reports**, v.12, n.17390, p.1-16, 2022.

LIMA, E. A.; COELHO, F. C.; LIMA, A. A.; DORNELLES, M. S.; GARCIA, R. F. Semeadura direta de soja sobre diferentes plantas de cobertura e manejos de palhada, na região Norte Fluminense. **Revista Ceres**, Aracajú, v.56, n.6, p.790-795, 2009.

LUIZÃO, F. J.; FEARNSIDE, 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.

LUMBRERAS, J. F. et al. **Guia de campo da XII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos**: RCC de Rondônia. Embrapa Brasília, DF, 2019.

MACHADO, L. A. Z.; GARCIA, R. A. **Rendimento de grãos e produção de forragem na sucessão soja e gramíneas perenes consorciadas com crotalárias**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. 29p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 88).

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados - MS, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

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).

NOVAIS, C. B. *et al.* **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.

PEREIRA, J. C. **Interações entre as populações de actinomicetos e outros organismos na rizosfera**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 15p. (Documentos, 118).

PEREIRA, M. G.; SANTOS, C. E. R. S.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P.; ROCHA, S. D. C.; BARBOSA, A. T. Interações entre fungos micorrízicos arbusculares, rizóbio e actinomicetos na rizosfera de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.12, p.1249-1256, 2013.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, Aracajú, v.55, n.2, p.94-101, 2008.

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. *et al.* (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.

SILVA JÚNIOR J. P.; SIQUEIRA, J. O. Colonização micorrízica e crescimento da soja com diferentes fungos e aplicação do isoflavonóide formononetina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.953-959, 1998.

SILVA, V. T.; GAVA, R.; COTRIM, M. F.; WASSOLOWSKI, C. R.; TEODORO, P. E.; SNYDER, R. L. Manejo de irrigação na cultura da soja em sistema de semeadura direta, sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis*. **Research, Society and Development**, v.9, n.6, p.1-23, 2020.

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

SOARES D. C. **Efeitos da aplicação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) nos componentes de rendimento e resposta espectral da cultura da soja em ano de estresse hídrico**. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria. 2022. 45p.

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 milheto, 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.; 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.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; CUNHA, M. A.; VIEIRA, D. M. S.; RODRIGUES, E. S. Produtividade do milho cultivado em sucessão a crotalária, milheto e braquiária no cerrado mineiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.2482-2491, 2014.

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.

VIEIRA, T. M. ***Azospirillum brasilense*** **e** ***Rhizophagos intraradices*** **promotores de crescimento de** ***Urochloa brizantha*** **cv. brs piatã**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga. 2021. 43p.

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

WELTER, W. **Armazenamento de sementes de soja tratadas com diferentes doses de micorriza no desempenho inicial e produtivo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal do Rio Grande do Sul. 2024. 35p.