

AVALIAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA FASE PRODUTIVA DA SOJA ASSOCIADO A DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO

 <https://doi.org/10.56238/arev7n2-228>

Data de submissão: 19/01/2025

Data de publicação: 19/02/2025

Ivaneide de Oliveira Nascimento

Doutora em Agroecologia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

E-mail: ivaneide@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7095-7092>

LATTES: <https://lattes.cnpq.br/5127803057876571>

Gabriel Souza Santos

Engenheiro Agrônomo

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Júlio Oliveira Anastácio

Engenheiro Agrônomo

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

E-mail: aanastaciojulio07@gmail.com

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1992349979438995>

Mario Soares da Silva Júnior

Engenheiro Agrônomo

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

E-mail: mariojr_soares@hotmail.com

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0588733384143348>

Thatyane Pereira de Sousa

Doutora em Agronomia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3672-8506>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9496191270626949>

Ruth de Abreu Araújo

Doutora em Produção Vegetal

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

E-mail: rutha.araujo@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8745-2389>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3453786734154071>

Sheila Elke Araujo Nunes

Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

E-mail: sheilanunes@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2309-7314>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2570242039075491>

Thiago Palhares Farias
Doutor em Ciência do Solo
Instituto Federal do Maranhão
E-mail: thiagopalhares@ifma.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8628-8196>
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5269074145020311>

Jaqueleine Lima da Conceição Souza
Doutora em Agronomia
Universidade Estadual de Goiás
E-mail: jaqueline.souza@ueg.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1829-2665>
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0969910887801284>

RESUMO

O presente trabalho, voltou-se à ação dos fungos micorrízicos arbusculares, os quais realizam simbiose com as raízes das plantas ajudando-as a absorverem mais nutrientes. Nesse sentido, este estudo consistiu em uma verificação experimental, em que se buscou avaliar a ação desses fungos na fase produtiva da soja, associando-os a diferentes doses de fósforo, a fim de se descobrir se esta seria uma alternativa viável para a substituição do adubo de base. Essa substituição, acreditava-se, poderia melhorar a produtividade e reduzir os custos da produção desta oleaginosa. Em relação à metodologia, tratou-se de um estudo de campo, experimental, em que se inoculou *Rootella BR*, que contém fungo micorrízico e se associou a fósforo em distintas dosagens; tendo em vista que o estudo se dividiu em oito tratamentos, com e sem fungos, e com diferentes doses de P2O5. Esse material foi analisado utilizando-se a abordagem quali-quantitativa e o método indutivo. Notou-se como resultado que, de fato, a associação dos fungos micorrízicos arbusculares com o fósforo permitiu um melhor desenvolvimento da planta, em especial de sua nutrição o que permitiu um aumento dessa produtividade. Ainda no que diz respeito aos resultados, percebeu-se que os tratamentos mais exitosos foram aqueles que continham mais fósforo.

Palavras-chave: Adubação. Grãos. *Glycine Max*. Produtividade.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merril) é pertencente à família das leguminosas, sendo uma das oleaginosas de maior significância da atualidade, produzida em todo mundo, especialmente na China, Estados Unidos e no Brasil (MÜLLER, 1981; SILVA, 2013; FERRARI et al., 2015; MILIOLI, 2021).

Trata-se de um dos insumos mais importantes da agricultura brasileira e se tornou também um dos principais vetores de desenvolvimento do agronegócio (HIRAKURI et al., 2018; RHODEN et al., 2020). Contudo, não se trata de uma planta nativa, ao contrário, originou-se na China. Sua introdução trouxe bastante lucratividade aos produtores, tanto no Brasil como no mercado internacional, como é o caso dos Estados Unidos (FONTES, 2019; PEREIRA, 2021).

Nesse contexto, o Pará, local em que esta pesquisa foi efetuada, é um dos grandes produtores de soja, com pelo menos três importantes polos de produtores, localizados Nordeste (onde se desenvolveu o presente estudo de campo); Sul e Oeste. Ademais, o agronegócio na região possui relevância econômica, esperando-se para os anos de 2021/2022 uma safra de pelo menos 2,35 milhões de toneladas, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (AGENCIAPARA, 2021).

Apesar do sucesso da cultura de soja no Estado e no país também é fato que a demanda aumenta cada vez mais, bem como a necessidade de se aumentar a produção, tanto para o mercado internacional (especialmente Ásia, mas também Argentina, União Europeia, Tailândia e Egito), como para o mercado nacional em franca expansão. Em função dessa demanda, nota-se que é preciso incrementar as técnicas e a tecnologia do cultivo, a fim de se alcançar uma produção de melhor qualidade a um custo cada vez menor, tendo em vista a competitividade (GAZZONI, 2018; RHODEN, 2020).

Assim, os fungos micorrízicos são um aliado que pode beneficiar o cultivo da soja, uma vez que eles se associam às raízes, promovendo uma simbiose mutualística que tanto favorece o desenvolvimento da cultura, como também fornece energia ao próprio fungo. Essa associação, por sua vez, é algo natural nas plantas. Portanto, muitas vezes, esse tipo de fungo, especialmente os arbusculares, do filo Glomeromycota, que se constituem formando arbúsculos, associam-se naturalmente às raízes dessas plantas; sendo também possível introduzi-los artificialmente (BERBARA et al., 2006).

Santos et al. (2012) afirmam que as relações entre água, solo, clima e planta são essenciais à agricultura e que o meio natural, quando utilizado de forma correta, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento da planta e o aumento da produção. Nesse sentido, Pereira et al. (2013) destaca que os fungos micorrízicos arbusculares são microrganismos essenciais as plantas em geral e para a soja em especial. Para os autores é importante estudá-los, compreender sua interação e relação

com as plantas. Para Vilela et al. (2013), esses fungos ajudam na aquisição de macronutrientes, em especial fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

É isso o que também destaca Tavares (2021), ao abordarem que os fungos micorrízicos funcionam como se fossem uma espécie de extensão das raízes e, além disso, ajudam na absorção de nutrientes e favorecem na retenção de água. Tudo isso beneficia a fotossíntese, o desenvolvimento da soja, acrescendo na sua produtividade; o que também se pretendeu comprovar com o presente experimento.

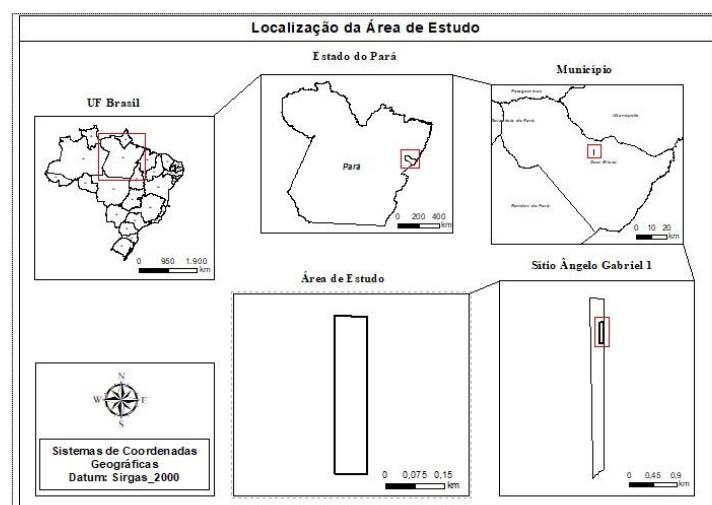
Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de fungos micorrízicos arbusculares na fase produtiva da soja, associados a diferentes doses de fósforo.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no município de Dom Eliseu – PA, uma cidade que está localizada no Nordeste do Estado do Pará e que possui uma área rural bastante produtiva em termos de soja. Esse Estado é um dos grandes produtores desse insumo, sendo que no ano de 2020 atingiu-se um volume significativo de toneladas (119,4 milhões), conforme dados do IBGE (ano 2020). Além disso, é importante entender que a área cultivada no Estado vem se expandindo, especialmente nos últimos 11 anos 2010-2021, período em que foi de 85,4 mil para 731,9 hectares, com probabilidades de expandir-se ainda mais no futuro (AGENCIAPARA, 2021).

O local específico deste estudo foi uma área de plantio comercial da Fazenda Ângelo Gabriel, Latitude 04°08'37" S; Longitude 47°49'21" W (Figura 1); que tem uma área de plantio de aproximadamente 1ha (hectare), cuja soja foi plantada utilizando-se a cultivar 8644.

Figura 1. Mapa com localização da área do estudo.



Fonte: Autor, 2022.

O clima da região é o tropical semiúmido, de acordo com a classificação de Köppen e sua temperatura média é de 26,5º, com uma pluviosidade de cerca de 1.794 mm/ano (Climatempo, 2021).

O experimento ocorreu entre os meses de janeiro a maio de 2021 em delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições (Quadro 1). Os tratamentos foram compostos por: T1 – Tratamento 1: 0 kg de P₂O₅ e ausência de Rootella BR; T2 – Tratamento 2: 133,2 kg de P₂O₅ e ausência de Rootella BR; T3 – Tratamento 3: 224 kg de P₂O₅ e ausência de Rootella BR; T4 – Tratamento 4346 kg de P₂O₅ e ausência de Rootella BR; T5 – Tratamento 5: 0 kg de P₂O₅ e presença de Rootella BR; T6 – Tratamento 6: 133,2 kg de P₂O₅ e presença de Rootella BR; T7 – Tratamento 7224 kg de P₂O₅ e presença de Rootella BR; T8 – Tratamento 8: 346 kg de P₂O₅ e presença de Rootella BR.

As sementes de soja foram tratadas com o inoculante líquido e turfoso (Bioma Brady), o enraizante (Aca Plus) e Trichoderma (StimuControl) – todos já padrão-fazenda. Além disso, acrescentou-se às amostras T5 a T8 o Rootella BR, à base de *Rhizophagus intraradices*.

A aplicação de Rootella BR se deu na dose recomendada de 120 g ha⁻¹. Além disso, utilizou-se 120 mL ha⁻¹ de inoculante líquido (*Bradyrhizobium japonicum*) 240 g ha⁻¹ do turfoso, 100 mL ha⁻¹ de enraizante, 100 mL ha⁻¹ de StimuControl (*Trichoderma harzianum*) tendo sido utilizadas 33 kg de semente ha⁻¹.

Quadro 1. Distribuição do tratamento nos 4 (quatro) blocos em campo.

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
T1	T1	T1	T1
T2	T2	T2	T2
T3	T3	T3	T3
T4	T4	T4	T4
T5	T5	T5	T5
T6	T6	T6	T6
T7	T7	T7	T7
T8	T8	T8	T8

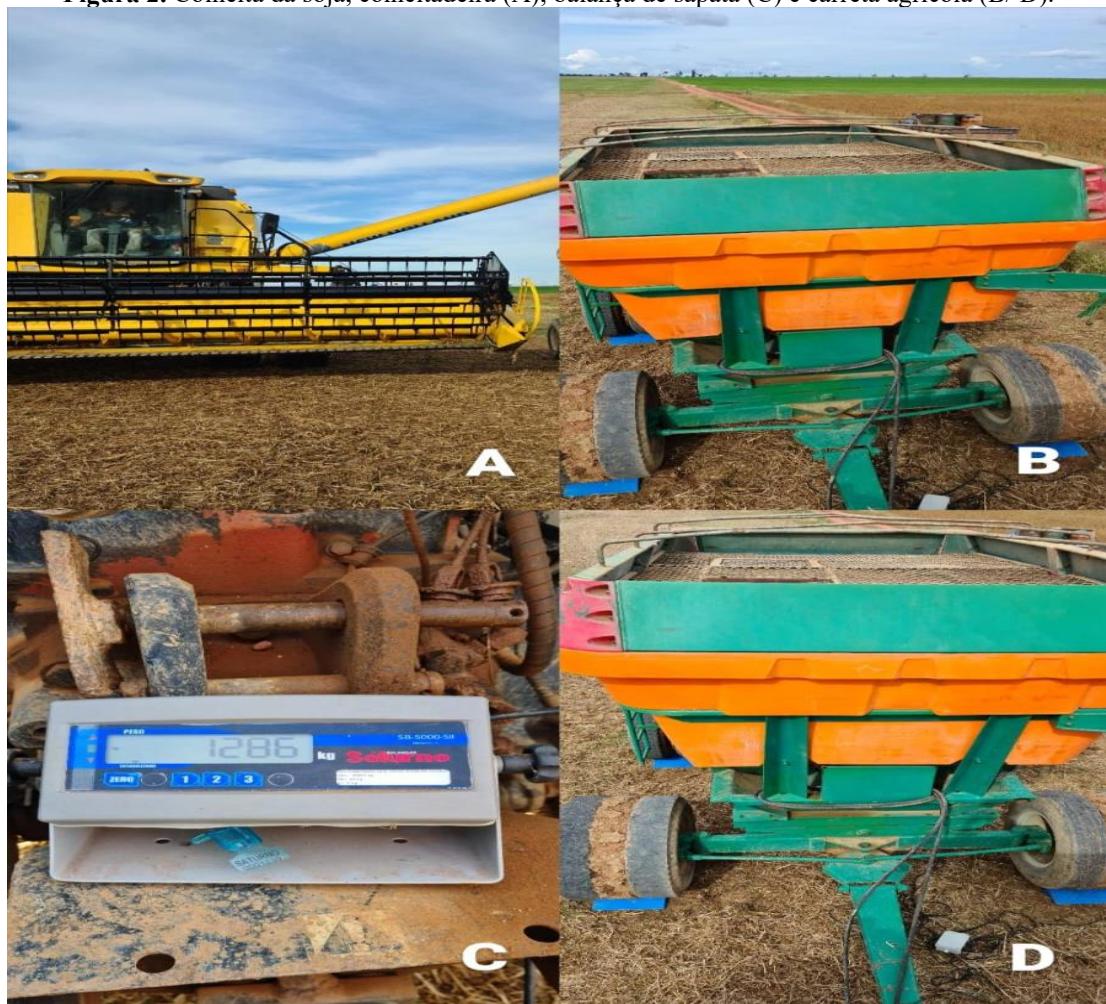
Fonte: Autor, 2021.

O plantio foi realizado utilizando-se uma semeadora de nove linhas. Esta passou duas vezes em cada tratamento, totalizando nove metros de largura de área plantada e 100 metros por bloco.

Para proceder à análise do experimento em campo realizou-se a coleta do material vegetal, que consistiu na retirada de vagens em dez plantas de cada um dos tratamentos/bloco. Realizou-se a contagem das vagens por planta e de grãos por vagem a fim de se verificar possíveis acréscimos na produção. Todos os dados foram anotados, transcritos para o programa Excel, os quais foram analisados estatisticamente.

Para verificar a produtividade final e se chegar às conclusões necessárias acerca dos benefícios reais dos fungos micorrízicos na produção de soja (Figura 2), teve-se o auxílio de uma colheitadeira (A); uma balança de sapata (C) e uma carreta agrícola (B/ D).

Figura 2. Colheita da soja, colheitadeira (A); balança de sapata (C) e carreta agrícola (B/ D).



Fonte: Autor, 2021.

Para a realização da pesagem, colocou-se a carreta agrícola sobre a sapata a fim de se verificar o peso desse instrumento e ao final subtraí-lo do total. A colheitadeira passou pelo tratamento completo, despejou o conteúdo sobre a carreta e esta foi colocada na sapata, o que foi feito em cada um dos oito tratamentos.

Todos os dados coletados foram submetidos a análise de variância e ao teste de médias de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade, com a aplicação do programa estatístico Sisvar.

3 RESULTADOS

De acordo com a análise dos resultados obtidos, observou-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott entre as testemunhas e os tratamentos, para as variáveis número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem para Vagem com 1, 2 e 4 grãos (Tabela 1).

Entretanto, no tratamento com a maior dosagem de fósforo (346 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$) associado ao produto comercial (Rootella BR) a base de fungo micorrízicos arbuscular, *Rhizophagus intraradices*, numericamente proporcionou maior número de vagem por planta (NVP). Assim, comparando-se, o tratamento com a mesma dosagem (346 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$) sem a associação com fungo micorrízico, observa-se que a maior dosagem associada com o fungo micorrízicos arbuscular, *Rhizophagus intraradices*, proporcionou um acréscimo de 88 vagens por planta.

Por outro lado, no parâmetro vagem com três grãos (Vag3), observou-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e a testemunha, em que o maior número de grãos foi obtido nos tratamentos com a maior dosagem de fósforo (346 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$) com ou sem a associação com o produto comercial a base de fungo micorrízico arbuscular, porém com a associação de fungos micorrízicos houve numericamente maior número de grãos por vagem (Tabela 1).

Em relação a produtividade, houve diferença significativa entre as testemunhas e os tratamentos, onde os tratamentos com adubação fosfatada associada aos FMA foram os que apresentaram as melhores médias e com variações significativas quando comparadas com os tratamentos sem Rootella BR. Assim, o tratamento com 346 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ com o produto comercial a base de *R. intraradices*, foi estatisticamente igual ao tratamento com 224 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ com o produto comercial a base de *Rhizophagus intraradices*.

Nesse caso pode-se aplicar a menor dosagem de adubo fosfatado associado ao produto comercial a base de *R. intraradices* (Rootella BR). Esses tratamentos em relação aos tratamentos com 224 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ e 346 kg de $P_2O_5\text{ ha}^{-1}$ sem associação com fungos micorrízicos promoveram um incremento de 424 kg e 444 kg, respectivamente, na produção final (Tabela 1).

Os resultados apresentados demonstram uma interação entre as dosagens de adubo fosfatado e os fungos micorrízicos, neste contexto o uso de produto a base de fungos micorrízicos associado a dosagens menores de adubo fosfatado pode ser uma alternativa para a economia com o adubo fosfatado.

Tabela 1. Avaliações relacionadas às vagens e à produtividade da soja, em diferentes doses de fósforo, com e sem a inoculação de Rootella BR a base de *Rhizophagus intraradices*.

Tratamentos	NVP (Unid.)	NGV (Unid.)				Prod./ trat (kg)
		Vag 1	Vag 2	Vag 3	Vag 4	
T1: 0kg P ₂ O ₅ S/R	672,25 a	4,50 a	44,67 a	17,92 a	0,12 a	976,00 c
T2: 133,2 kg P ₂ O ₅ S/R	700,25 a	5,33 a	45,72 a	18,80 a	0,17 a	1126,00 b
T3: 224 kg P ₂ O ₅ S/R	618,00 a	5,47 a	38,3 a	17,90 a	0,12 a	842,00 c
T4: 346 kg P ₂ O ₅ S/R	635,75 a	5,05 a	37,17 a	20,95 a	0,40 a	862,00 c
T5: 0kg P ₂ O ₅ C/R	518,25 a	4,62 a	34,17 a	12,85 b	0,17 a	1012,00 b
T6: 133,2 kg P ₂ O ₅ C/R	571,50 a	7,00 a	34,72 a	15,12 b	0,30 a	1104,00 b
T7: 224 kg P ₂ O ₅ C/R	634,00 a	4,7 a	38,95 a	19,42 a	0,32 a	1284,00 a
T8: 346 kg P ₂ O ₅ C/R	723,75 a	7,30 a	42,52 a	22,20 a	0,40 a	1286,00 a
CV (%)	12,52	33,96	15,42	16,90	67,84	0,00

Fonte: Autor, 2022.

4 DISCUSSÃO

No trabalho experimental que se desenvolveu, percebeu-se que a melhor média de NVP (número de vagens por planta) foi a do tratamento 8, com Rootella BR e a maior dose de P₂O₅; ou seja, no tratamento em que se utilizou mais fósforo e fungos micorrízicos. Este resultado provavelmente pode ser atribuído ao fato dos fungos micorrízicos auxiliarem na absorção de fósforo (BERBARA et al., 2006; VILELA et al., 2013).

Balota et al. (2011) também desenvolveram um estudo em que avaliaram a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solos com diferentes quantidades de P, mas em mudas de acerola. Os autores concluíram que esses fungos são importantes para o desenvolvimento das plantas e, também no aumento do teor de fósforo, especialmente onde as dosagens desse produto são menores, o que corresponde com o presente trabalho, já que a produtividade do tratamento 8 é bem próxima do tratamento 7, que se utilizou menos fósforo, onde se diferem apenas por 2 kg.

O número de vagens por planta diminui conforme se reduz o fósforo e o uso do Rootella BR parece inócuo, já que se tem menos vagens por planta. Contudo, percebe-se que com esse produto, ou seja, com a ação dos fungos micorrízicos, houve um aumento do número de grãos por vagem (NGV). Nesse mesmo sentido, tem-se o trabalho de Bressan (2001), que analisou o uso de fungos micorrízicos e fósforo no desenvolvimento da soja. O autor percebeu que a inoculação desses fungos incrementou a concentração foliar dos elementos nitrogênio, fósforo, potássio, zinco e cobre; o que também melhorou o desenvolvimento dessas plantas.

Por fim, já em relação à produtividade da soja, segundo Bressan et al. (2001), são grandes os benefícios dos fungos micorrízicos para esta planta, justamente porque eles ajudam a melhorar a nutrição de P, que é tão essencial para a nodulação. Na presente pesquisa observou-se que, de fato, a

associação dos fungos micorrízicos com o fósforo favoreceu o aumento da quantidade de grãos por vagem (NGV), o que, por sua vez, resultou em um aumento da produção.

5 CONCLUSÃO

Constatou-se por meio do presente estudo experimental acerca da utilização de fungos micorrízicos arbusculares na fase produtiva da soja que sua associação com o fósforo permite um melhor desenvolvimento da planta, ocasionando aumento da produtividade.

Esse fungos permitem uma melhor absorção do fósforo, já que eles aumentam a área de absorção da raiz. Dessa forma, verifica-se uma melhora na nutrição da planta. Nesse sentido, os tratamentos mais exitosos no estudo foram aqueles que utilizaram a inoculação de fungos micorrízicos e maiores dosagens de P₂O₅.

Tendo em vista o exposto, avalia-se que é possível substituir o adubo de base pelo fungo associado ao fósforo, desde que a redução da quantidade deste não seja extrema; já que este nutriente é muito importante para a planta e não pode ser suprimido.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias por todo apoio durante a realização deste experimento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PARÁ. *Promoção de ações fitossanitárias para a cultura da soja foi prioridade da Apará no ano de 2021*. 2022. Disponível em: <<https://agenciapara.com.br/noticia/34315/>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; STENZEL, N. M. C. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p.166-175, 2011.

BERBARA, R. L. L. et al. *Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição*. Viçosa: SBCS, 2006. 432 f.

BRESSAN, W. et al. 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.

CLIMATEMPO. *Climatologia*: Dom Eliseu-PA. 2021. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/4872/domeliseu>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. *Nativa*, v.3, n.1, p. 67-77, 2015.

FONTES, A. V. *Processo de industrialização da soja no Brasil*. 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2019.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.70, n.3, p. 16-18, 2018.

HIRAKURI, M. H. et al. *Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos de soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

MILIOLO, A. S. *Ganho genético em caracteres agronômicos, fenológicos e bioquímicos de soja*. 2021. 84 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2021.

MÜLLER, L. *Taxonomia e morfologia*. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1^a ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981.

PEREIRA, B. M. *Evolução tecnico-econômica da produção de soja no Brasil e na Argentina: uma análise histórico-comparada*. 2021. 108 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2021.

PEREIRA, M. G.; SANTOS, C. E. R. S.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P.; ROCHA, G. 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*, v. 17, n. 12, p. 1249-1256, 2013.

RHODEN, A. C. et al. Análise das Tendências de Oferta e Demanda para o Grão, Farelo e Óleo de Soja no Brasil e nos Principais Mercados Globais. *Desenvolvimento Em Questão*, v. 18, n. 51, p. 93–112, 2020.

SANTOS, F. L. et al. *Hidrologia Agrícola*. Évora: ICAAM, 2012.

SILVA, R. R. *Relação entre precipitação pluviométrica e produtividade da cultura de soja no município de Ibirubá*. 2013. 95 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia e Geociências) – Centro de Ciências Naturais e Exatas – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2013.

TAVARES, G. G. *Alterações fisiológicas em plantas de soja submetidas a níveis de déficit hídrico e inoculação com fungos micorrízicosarbustulares*. 2021. 64 f. Dissertação em Mestrado (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde-GO, 2021.

VILELA, L. A. F. et al. Fungos micorrízicosarbustulares nativos na aquisição de macronutrientes por soja cultivada em Latossolo de Cerrado submetido a doses de fósforo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. XXXIV, 2013, Florianópolis. *Anais...* Santa Catarina, 2013. 4 p.