

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

KLEYSSER VINICIUS FERREIRA

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA DA SOJA EM
FUNÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Monte Carmelo

2023

KLEYSSER VINICIUS FERREIRA

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA DA SOJA EM
FUNÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como requisito
necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Douglas José
Marques

Monte Carmelo

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

KLEYSSER VINICIUS FERREIRA

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA DA SOJA EM
FUNÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Douglas Jose Marquês

Orientador

Homologado pelo Colegiado do Curso

Supervisionado em: 28/06/2023

Coordenador do Curso

Monte Carmelo

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

F383
2023 Ferreira, Kleysser Vinícius, 1999-
PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA DA
SOJA EM FUNÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS
[recurso eletrônico] / Kleysser Vinícius Ferreira. -
2023.

Orientador: Douglas José Marques.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agronomia. I. Marques, Douglas José ,1980-
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

KLEYSSER VINICIUS FERREIRA

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA DA SOJA EM
FUNÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como requisito
necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 28/06/2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Douglas Jose Marquês (UFU)

Profa. Dra. Andressa Giovannini Costa (UFU)

Profa. Dra. Cinara Xavier de Almeida (UFU)

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo
estímulo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por sempre me amparar neste ciclo da vida.

Aos meus pais Odair Abadio Ferreira e Gleiciane de Souza Cunha, por sempre me incentivarem nesta jornada, e por nunca deixarem nada me faltar durante.

Ao meu irmão Gabriel Luiz de Souza, que sempre esteve ao meu lado e me incentivou nesta jornada.

As minhas avós Margarida das Graças Ferreira, e em especial Ione Perpetua Sousa, que infelizmente não está presente neste final de ciclo, porém sempre foi um de meus alicerces durante a vida, e o curso.

A minha prima Danielly Abadia Fernandes por me incentivar a cursar a faculdade, e por todo o esforço no começo.

Agradeço ao professor e amigo Douglas José Marques pelo incentivo, paciência, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

A todos os colegas que fizeram parte da minha vida acadêmica, principalmente aos que se tornaram irmãos de vida, Antônio Eduardo, Gabriel Lucas, Roberta, Mariana Eiko, Barbara e Cecilia.

Ao Guilherme Yagura, por ser meu parceiro na realização desse experimento, onde não medimos nossos esforços para que esse trabalho fosse concluído.

Aos examinadores da banca, Profa. Dra. Andressa Giovannini Costa e Profa. Dra. Cinara Xavier de Almeida, pela disponibilidade e compromisso de me avaliar nesta última etapa.

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1. Mercado da soja.....	11
3.2. Clorofila e índice SPAD.....	11
3.3. P no metabolismo da soja.....	12
3.4. Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)	13
3.5. Os Fungos Micorrízicos Arbusculares e o fósforo.....	13
3.6. Solos arenosos x solos argilosos x fungos	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1. Local do estudo e material vegetal.....	15
4.2. O Experimento	16
4.3. Avaliação Agronômica.....	19
4.4. Análise estatística.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
6. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26

RESUMO

O fósforo (P) exerce um papel crucial no desenvolvimento da soja, mas sua disponibilidade é limitada em função da textura do solo. Dessa forma, é necessário aplicar fertilizantes fosfatados para suprir essa demanda, entretanto, o elemento é um recurso não-renovável. A associação micorrízica, pode ser uma alternativa para melhorar a absorção de P pelas plantas. Pesquisas apontam que a presença dos fungos micorrizicos arbusculares (FMA) podem aumentar a produtividade da soja e a disponibilidade de P no solo. O objetivo desta proposta foi investigar a produção dos pigmentos fotossintéticos em função da presença FMA para mitigar os efeitos do estresse de P em diferentes texturas do solo na cultura da soja. A pesquisa foi implantada sob delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2 com quatro repetições: o primeiro fator FMA (presença e ausência), como segundo fator o P (P-deficiência e P- controle) e como terceiro fator, a textura do solo (arenosa-LAd e argiloso-LVd). O FMA utilizado foi da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota da Universidade Regional de Blumenau. Durante a pesquisa foram avaliados altura da planta, pigmentos fotossintéticos e o índice SPAD em folhas da soja. Para o índice SPAD não houve diferença significativa. Para a clorofila *a*, *b* e total o solo de textura arenosa-LAd na ausência e presença do FMA aumentaram os teores influenciou nos pigmentos fotossintéticos. Concluiu-se com a pesquisa que a presença do FMA nos diferentes P-estresse para as texturas do solo aumentou altura da planta, os pigmentos fotossintéticos na folha da soja.

Palavras-chave: *Glycine Max* L. Merrill, física do solo, fósforo, clorofila.

ABSTRACT

Phosphorus (P) plays a crucial role in soybean development, but its availability is limited due to soil texture. Thus, it is necessary to apply phosphate fertilizers to meet this demand, however, the element is a non-renewable resource. The mycorrhizal association may be an alternative to improve P uptake by plants. Research indicates that the presence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can increase soybean productivity and the availability of P in the soil. The objective of this proposal was to investigate the production of photosynthetic pigments as a function of AMF presence to mitigate the effects of P stress in different soil textures in soybean. The research was implemented in a randomized block design, in a 2x2x2 factorial scheme with four replications: the first factor FMA (presence and absence), as the second factor P (P-deficiency and P-control) and as the third factor, the texture of the soil (sandy-LAd and clayey-LVd). The AMF used was from the International Glomeromycota Culture Collection at the Regional University of Blumenau. During the research, plant height, photosynthetic pigments and the SPAD index in soybean leaves were evaluated. For the SPAD index there was no significant difference. For chlorophyll a, b and total, the sandy texture soil-LAd in the absence and presence of AMF increased the levels influenced the photosynthetic pigments. It was concluded from the research that the presence of AMF in different P-stresses for soil textures increased plant height, photosynthetic pigments in soybean leaf.

Keywords: *Glycine Max* L. Merrill, soil physics, phosphorus, chlorophyll.

1. INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L) Merrill surgiu no nordeste da China, e é considerada uma das culturas mais antigas. No Brasil, o primeiro relato da cultura foi na Bahia em 1882, contudo não teve uma boa adaptação pela falta de cultivares adaptadas para a região. Em 1908, os imigrantes japoneses introduziram em São Paulo, tendo uma melhor resposta, pela latitude dessa região. No entanto, foi no Rio Grande do Sul em que as condições climáticas foram favoráveis ao seu desenvolvimento, semelhante as condições climáticas do seu país de origem (SILVA et al., 2022).

Hoje o Brasil é o maior produtor de soja do mundo, e segundo a CONAB (2023) a estimativa de produção para a safra 2022/23 é 155,74 milhões de toneladas, 926 mil a mais do que na safra anterior. Se confirmado, o volume representa um incremento de 14,5%, ou seja, 39,3 milhões de toneladas a mais, a serem colhidas do que na temporada passada.

Segundo TANAKA et al., 1993, para o desenvolvimento da soja o fósforo (P) desempenha um papel significativo no metabolismo, realizando o transporte de energia nas células, auxiliando na fotossíntese e na respiração, além de ser um componente dos ácidos nucleicos, fosfolipídios, fosfoproteínas e coenzimas. Porém há uma baixa disponibilidade de P nos solos brasileiros, que por sua vez pode causar danos irreversíveis ao desenvolvimento, limitando o crescimento da soja, afetando a produção agrícola.

Os solos do cerrado mineiro, apresentam elevada acidez, deste modo se torna necessário a aplicação de corretivo via calagem, e a quantidade de P disponível no solo é insuficiente para uma boa produção (PAVINATO, 2008). Temos também o fato de que o P é um recurso não-renovável, sendo de extrema importância o uso racional e a criação de alternativas para melhorar a eficiência do seu uso pela soja.

Como as plantas têm dificuldade em encontrar P no solo que esteja disponível para absorção no seu sítio de absorção radicular. A associação vantajosa mais conhecida e estudada atualmente é a associação micorrízica, que engloba vários fungos, entre eles os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) entram como um auxiliador nesse quesito (MIRANDA, 1981).

Desenvolvendo suas hifas intra e extra-radulares, os FMA podem atingir camadas e poros no solo que são inacessíveis aos pelos radulares das raízes das plantas, aumentando a área de contato com o solo e assim, nos parâmetros da simbiose mutualista, podem estar fornecendo P, que antes estava indisponível por uma questão de espaço físico à planta (adaptado de COGO et al., 2019). Com isto, os fungos micorrízicos são uma alternativa no manejo do P em solos, uma vez que esses microrganismos são que realizam associações de simbiose mutualística com o simbionte autotrófico, onde ambos se beneficiam por trocas. Plantas podem fornecer carbono ao FMA e este, por sua vez, fornece nutrientes a planta.

Os pigmentos fotossintéticos, como as clorofilas *a* e *b*, os carotenoides desempenham um papel fundamental no desenvolvimento das plantas, pois são responsáveis por capturar a energia solar necessária para a fotossíntese (FERRI et al., 2001).

Durante o processo de fotossíntese, ocorre a fixação de carbono no cloroplasto. Posteriormente, o carbono fixado é exportado para o citosol na forma de trioses-P, utilizando o transportador antiporte TP/Pi. No citosol, as trioses-P são transformadas em sacarose, liberando Pi, o qual pode facilitar uma maior exportação de trioses-P do cloroplasto através da troca de Pi e trioses (MEDINA, 2020).

Então em condições de déficit P, a síntese de sacarose no citosol pode ser restrita devido à baixa disponibilidade de Pi, resultando em uma diminuição da exportação de trioses-P do cloroplasto. Isso leva a um acúmulo de trioses-P no estroma para conversão em amido. (RYCHTER; RAO, 2005).

O investimento em pesquisas voltadas para o aumento da produtividade da cultura, e eficiência no uso do P é um dos principais soluções para aumentar a produção de soja no Brasil. Dessa forma, a hipótese desse trabalho foi investigar as alterações nos pigmentos, altura da planta e índice SPAD na presença do FMA P pela cultura da soja.

2. OBJETIVOS

O objetivo desta proposta foi investigar a produção dos pigmentos fotossintéticos em função da presença FMA para mitigar os efeitos do estresse de P em diferentes texturas do solo na cultura da soja.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Mercado da soja

O mercado da soja é uma das atividades econômicas que nas últimas décadas mais vem crescendo. Isso se dá a junção de diversos fatores, entre eles o desenvolvimento do mercado internacional, crescimento da oleaginosa como fonte de proteína de origem vegetal e a consolidação do complexo agroindustrial da soja (EMBRAPA, 2014).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a safra 2021/22 de soja está entre 41 milhões de hectares plantados, o que corresponde a um acréscimo de 4,9% de área plantada comparada a safra anterior. Em relação a produção houve um decréscimo de 9,9% comparada a safra 20/21, totalizando 125.552,3 mil toneladas e produtividade média de 3.029 kg/ha.

Por ter uma importância tão grande no agronegócio brasileiro, a soja é uma das atividades agrícolas que mais vem sendo objeto de pesquisas, estudos e investimentos, para que safra após safra, atinja números recordes e destine esse produto a seus mais diferentes usos.

3.2. Clorofila e índice SPAD

As clorofilas são moléculas compostas por complexos derivados da porfirina, com o átomo de magnésio conforme o sistema de numeração de Fisher, na natureza, as clorofilas *a* e *b* são encontradas em uma proporção de 1:3, respectivamente, e se diferenciam pelos substituintes presentes no carbono C-3 na clorofila *a* o anel de porfirina contém um grupo metil (-CH₃), enquanto na clorofila *b*, tem se um grupo aldeído (-CHO). A estabilidade da clorofila *b* é atribuída ao efeito atrativo de elétrons do seu grupo (STREIT et al., 2005).

Existem três grupos principais de pigmentos que fazem um papel fundamental nas respostas fotométricas das plantas: as clorofilas, envolvidas na fotossíntese; o fitocromo, relacionado a mudanças morfológicas, como a percepção do fotoperíodo e possivelmente também aos ritmos diários que afetam alguns movimentos da planta; e os carotenoides, que estão envolvidos no fototropismo. O conjunto de clorofila *a* e *b*, relacionada também a alguns carotenoides, funcionam como pigmentos para captar energia luminosa para o processo de fotossíntese (NETO et.al.,2005).

O P tem fator essencial no metabolismo das plantas, desempenhando funções fundamentais na transferência de energia celular, na respiração e na fotossíntese, além disso, o P é elemento estrutural dos ácidos nucleicos, como genes e cromossomos, bem como de várias coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. (GRANT et al., 2001)

3.3. P no metabolismo da soja

O P participa de diversos processos metabólicos dentro das plantas, entre eles a formação inicial no desenvolvimento das raízes e crescimento das plantas. Participa também na respiração, armazenamento e transferência de energia, fotossíntese, metabolismo de açúcares e na divisão celular (GAZZONI, 2017). Sendo assim, o desenvolvimento das plantas é afetado e prejudicado pela deficiência de P. Para obter uma boa produtividade é necessário, então, oferecer o P às plantas através da adubação.

Já que, de acordo com SFREDO; BORKET (2004), a deficiência de P causa sintomas relacionados ao crescimento reduzido, a baixa inserção de vagens e folhas mais velhas apresentam um tom verde azulado. Os processos metabólicos em que o P está envolvido, como por exemplo, ser constituinte de compostos armazenadores de energia, como o ATP (trifosfato de adenosina), sua participação nas membranas celulares (fosfolipídeos) e dos ácidos nucleicos (TANAKA, 1993), têm relação com a produtividade da soja, já que com a deficiência de P, tem se a redução de área foliar prejudica a taxa fotossintética da planta, prejudicando o desenvolvimento dos grãos.

3.4. Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)

Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) são microrganismos da ordem Glomales, filo Glomeromycota, e podendo vir de cinco diferentes famílias (Gigasporaceae, Glomeraceae, Acaulosporaceae, Paraglomaceae e Archaeosporaceae (RUSSOMANO, 2021; STÜRMER & SIQUEIRA, 2006; FOLLI-PEREIRA, 2012).

O FMA possui um protagonismo no desenvolvimento sustentável agrícola, já que eles operam no desenvolvimento de comunidades vegetais. É considerada o tipo de simbiose mais antiga, e a mais abrangente entre a maioria das angiospermas, e também muitas gimnospermas, pteridófitas e briófitas formam associação com FMA (SMITH; READ, 1997).

Esses microrganismos são conhecidos por realizar uma associação simbiótica mutualística com as plantas, por coexistir e favorecer as necessidades do outro (MOREIRA; SIQUEIRA., 2006). Por possuírem características com um potencial biotecnológico e ecológico, a simbiose entre plantas de alto teor produtivo e os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) apresentam uma área imensa a ser explorada e estudada.

3.5. Os Fungos Micorrízicos Arbusculares e o fósforo

Por serem conhecidos em entregar benefícios em relação ao estímulo de crescimento de plantas por meio da absorção de água e minerais, inclusive os de baixa mobilidade, os FMA são importantes meios para aumentar a absorção de P das plantas (ANTONIOLLI; KAMINSKI, 1991).

Na absorção de P do solo, o FMA, oferecem maiores taxas de influxo por unidade de superfície, fluxo contínuo ao hospedeiro, mesmo em condições de estresse, uma maior área de contato no solo para as hifas extra radiculares aumentarem a absorção, alcançam áreas que o sistema radicular não consegue chegar, liberam P adsorvido pela ação de enzimas catalisadoras produzidas, o que permite uma absorção iônica. (BERBARA et al., 2006; MARSCHNER & DELL, 1994).

3.6. Solos arenosos x solos argilosos x fungos

Um dos principais requisitos que são usados como indicadores de qualidade física do solo é a sua textura. Por meio da determinação desse parâmetro é possível interferir sobre outras características, compreender o comportamento e manejo do solo, que são importantes para a produção agrícola (CENTENO, 2017).

Os solos com textura arenosa demonstram maiores deficiências de fósforo e matéria orgânica. O fato é explicado pois estes solos apresentam em média 70% de sua composição teores de areia, resultando em alta permeabilidade, com pouca capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e adsorção de íons. Com isso, é fundamental uma gestão do uso e manejo adequado para estes solos, investimentos na reposição da matéria orgânica do solo e nas práticas conservacionistas; a fim de se ter menor risco de erosão e aumentar sua aptidão agrícola (BRADY; WEIL, 2013).

Por sua vez, os solos argilosos são de difícil manejo, por serem mais pesados devido a presença de teores de argila superiores a 35%, dificultando a penetração das raízes das plantas e os trabalhos mecanizados, além de serem propícios à compactação (KLEIN, 2014).

Os fungos e bactérias sustentam toda a vida que pulsa no solo. Com isso, um solo vivo e saudável é indispensável para uma lavoura produtiva, com as condições que podem garantir a expressão de todo o potencial da cultura ali semeada. Devido essa razão, é essencial que esses seres se mantenham de forma ativa e receba condições de continuar oferecendo os benefícios que são indispensáveis as plantas (JACTO, 2021).

Entre as vantagens dos microrganismos no solo estão: promoção da reciclagem de matéria orgânica, disponibilização de nutrientes para as plantas, participação de simbiose com as plantas, indicadores de qualidade do solo e recuperação de solos degradados (JACTO, 2021).

O nutriente fósforo (P) é um dos elementos químicos que apresentam melhoras grandiosas na fertilidade dos solos brasileiros, sendo assim, todo produtor precisa incluí-lo em seu planejamento de adubação. O P é um macronutriente primário e essencial, pois está ligado ao crescimento e desenvolvimento das plantas, por isso é importante fornecê-lo no início da implantação da lavoura para a garantia de sucesso (DUARTE, 2023).

No Brasil, os solos são em sua maioria classificados como Latossolos, que são pobres no elemento P, assim há uma limitação da produção das plantas que necessitam a absorção de P da solução do solo para se desenvolverem (ALVARENGA, 2023).

Os microrganismos do solo são essenciais no ciclo biogeoquímico do P e na sua disponibilidade para as plantas, por meio de fluxo de P pela biomassa microbiana, a solubilização do P inorgânico, a mineralização do P orgânico e a associação entre plantas e fungos micorrízicos (PAUL; CLARK, 1996).

O P imobilizado na biomassa microbiana pode ser liberado pela abertura das células microbianas, cometida por variações climáticas e de manejo de solo, e, também, devido interações com a microfauna que, ao se alimentar de microrganismos, libera diversos nutrientes no solo. Assim, o P contido na biomassa funciona como uma proteção desse nutriente, diminuindo sua fixação por períodos prolongados em minerais do solo e aumentando a eficiência da adubação fosfatada pela imobilização de parte do P do fertilizante na biomassa. Desse modo, o conteúdo e o fluxo de P por meio da biomassa microbiana desempenham papel importante como reservatório de P, podendo atingir valores equivalentes ou, às vezes, superiores à absorção desse nutriente pelas plantas (CARNEIRO et al., 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do estudo e material vegetal

O experimento foi desenvolvido em uma casa de vegetação na área experimental, Campo Demonstrativo e Experimental (CADEX), no Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 1). A cidade de Monte Carmelo está localizada na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em Minas Gerais, cujo seu bioma é o Cerrado, e conforme a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é classificado como AW, isto é, apresenta

um clima classificado como tropical quente e úmido e com inverno seco, suas temperaturas que variam de um mínimo de 15,2°C a um máximo de 32,2°C.



Figura 1. Mapa de localização Fonte: Autor (2023)

Como planta teste foi utilizada a cultivar de soja IPRO67I68RSF, uma cultivar que apresenta ciclo médio de 102 dias, e apresenta hábito de crescimento indeterminado, sua exigência de fertilidade é alta e a janela de plantio para a região compreende o primeiro decêndio de novembro.

4.2. O Experimento

Duas diferentes texturas de solo foram usadas na pesquisa (SANTOS et al. 2018): Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) com textura arenosa coletados em campo natural (18° 54'12,0" S, 47° 35'50,5" W) e Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) com textura argilosa,

coletado na mata nativa (18° 43'48,3" S, 47° 30'16,6" W) equivalente a Latossolo (Taxonomia do Solo). Os solos foram coletados e amostrados a uma profundidade de 0-20 cm, em seguida secos ao ar, passados em peneira de malha de 5 mm, para retirada de pedras e objetos indesejáveis, em seguida, homogeneizados para determinação das características químicas e físicas (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físicas das texturas do solo (LAd e LVd) antes da adubação do plantio.

Química¹	unidades	LVd	LAd
pH in H ₂ O		5,7	4,8
pH		5,1	4,2
P	mg dm ⁻³	5,7	3,3
K	mg dm ⁻³	113	27
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,29	0,23
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,29	0,09
Al	cmol _c dm ⁻³	0	0,33
H+Al	cmol _c dm ⁻³	3,40	1,40
SB	cmol _c dm ⁻³	4,87	0,39
T	cmol _c dm ⁻³	4,87	0,72
T	cmol _c dm ⁻³	8,27	1,79
V	%	59	22
M	%	0	46
MO	dag kg ⁻¹	4,4	1,4
B	mg dm ⁻³	0,21	0,04
Cu	mg dm ⁻³	15	0,6
Fe	mg dm ⁻³	168	10
Mn	mg dm ⁻³	5,4	2,1
Zn	mg dm ⁻³	2	8,7
Física²			
Areia	g kg ⁻¹	305	825
Silte	g kg ⁻¹	100	25
Argila	g kg ⁻¹	595	150

¹pH em água (1:2,5), P e K por extração de Mehlich I, Mg e Al extraíveis por solução de KCl 1 M; P na solução de equilíbrio (EP); teor de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico (CO). Saturação por bases (SB); T = Capacidade de troca catiônica em pH 7,0; t= Capacidade de troca catiônica efetiva; m = índice de saturação de alumínio; V = Índice de saturação por bases. ²A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta.

Os cálculos para correção da acidez do solo seguiram as recomendações de Ribeiro et al., (1999), visando neutralizar Al³⁺ e aumentar os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺. O calcário dolomítico utilizado para corrigir a acidez do solo possui carbonato de cálcio (CaCO₃) e carbonato de magnésio (MgCO₃). Utilizou-se um reagente puro (MgO = 6 a 8%, CaO = 45 a 48%, poder de

neutralização reativo = 92,5%, poder de neutralização = 100%, e potência real de neutralização total: 92,5%, que foi aplicado e misturado ao solo. Após a aplicação, o solo será acondicionado em sacos plásticos e em seguida umedecido e incubado por 45 dias para favorecer a reação corretiva com o solo.

Para fertilização de base, foram utilizados: ureia ($\text{CO}[\text{NH}_2]_2$), fertilizante superfosfato ($\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2 + \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), sulfato de potássio (K_2SO_4), ácido bórico (H_3BO_3), sulfato de cobre (CuSO_4), molibdato de amônio ($\text{NH}_4\text{Mo}_7\text{O}_{24}$), sulfato de zinco (ZnSO_4), sulfato de manganês (MnSO_4). Foi utilizado como fonte de P, com os seguintes teores de nutrientes: $\text{P}_2\text{O}_5 = 18\%$, S = 10% e Ca = 18%. As recomendações de adubação para macronutrientes e micronutrientes foram baseadas nas recomendações de NOVAIS et al., (1991) adaptado por MARQUES et al., (2021).

O ensaio foi implantado sob delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$ com quatro repetições: o primeiro fator fungos micorrizicos arbusculares/FMA (com e sem adição de FMA), o segundo fator estresse P (deficiência -150 mg P kg de solo e controle - 300 mg P kg de solo)) e o terceiro fator LAd de textura arenosa coletados em campo natural e LVd com textura argilosa, coletados na mata nativa (Tabela 1) de acordo com as recomendações de Santos et al. (2018). As plantas foram conduzidas em vasos de 12 dm³. Os FMA foram fornecidos da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota da Universidade Regional de Blumenau e os tratamentos aplicados conforme consta na tabela 02.

Tabela 2. Número de esporos de cada espécie de FMA em todo o inóculo utilizado para inocular soja, cultivada em diferentes níveis de P-estresse em diferentes texturas do solo.

Espécie e código de AMF	Número de esporos (g^{-1} solo)
<i>Gigaspora albida</i> PRN200A	183
<i>Dentiscutata heterogama</i> MGR610A	227
<i>Rhizophagus clarus</i> SCT720A	22
<i>Rhizophagus intraradices</i> SCT736J	152
<i>Acaulospora mellea</i> SCT063B	14
<i>Acaulospora longula</i> PNB101A	144
Total	742 esporos g^{-1}

4.3. Avaliação Agronômica

Para a avaliação do experimento foi considerado a altura da planta, medida com fita métrica, tomando como base o colo até o ápice da planta, em seu último trifólio.

Para avaliar o índice relativo de clorofila foi considerada dois tipos de avaliação, o primeiro em campo, no estágio de reprodução da planta, em que o índice de refletância SPAD foi utilizando um medidor portátil de clorofila SPAD-502, que fornece leituras instantâneas não destrutivas. Foram feitas duas leituras do folíolo central das plantas, foram realizadas nas folhas do quarto trifólio (sem pecíolo), a partir do ápice, na haste principal no início da floração (estádio R1).

Em laboratório, a segunda avaliação foi feita também em estágio de reprodutivo, para a determinação dos teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoide. Foram coletadas folhas do quarto trifólio (sem pecíolo), a partir do ápice, na haste principal no início da floração (estádio R1). As folhas foram trituradas e uma massa de 0,5 gramas foi adicionada a uma solução de éter de petróleo e acetona (1:1) por um período de 24 horas no escuro a 4°C. Posteriormente, a absorvância foi medida em um espectrofotômetro UV-190 nos comprimentos de onda de 645, 652, 663 e 470 nm. Os pigmentos presentes nas folhas foram calculados com base nos valores de absorvância (mg 100 g⁻¹ de tecido fresco) seguindo o procedimento descrito (FRANCIS et al., 1982) e (CASSETARI et al., 2015).

4.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando encontradas diferenças significativas, foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os erros padrão foram calculados para todas as médias. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software SAS versão 9.3 (SAS, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inoculação com FMS proporcionou maior altura de plantas, quando estas foram cultivadas em solo argiloso, independente do níveis de P. Enquanto na ausência de FMA, a maior altura de planta pode ser observada no solo arenoso com P. A presença de FMA não foi significativa na altura das plantas apenas quando cultivadas em solo arenoso (LAD) com P (Figura 2). Pesquisas realizadas por Bolota et al. (2010) observaram um aumento de até 38% na altura das plantas do girassol em relação a micorrização. Na cultura da soja, houve resultado altamente significativo da adubação P sobre a altura das plantas (NETO et al., 2010). Assim como Amorim (2017) que verificou um comportamento linear em relação as doses de P na cultura da soja.

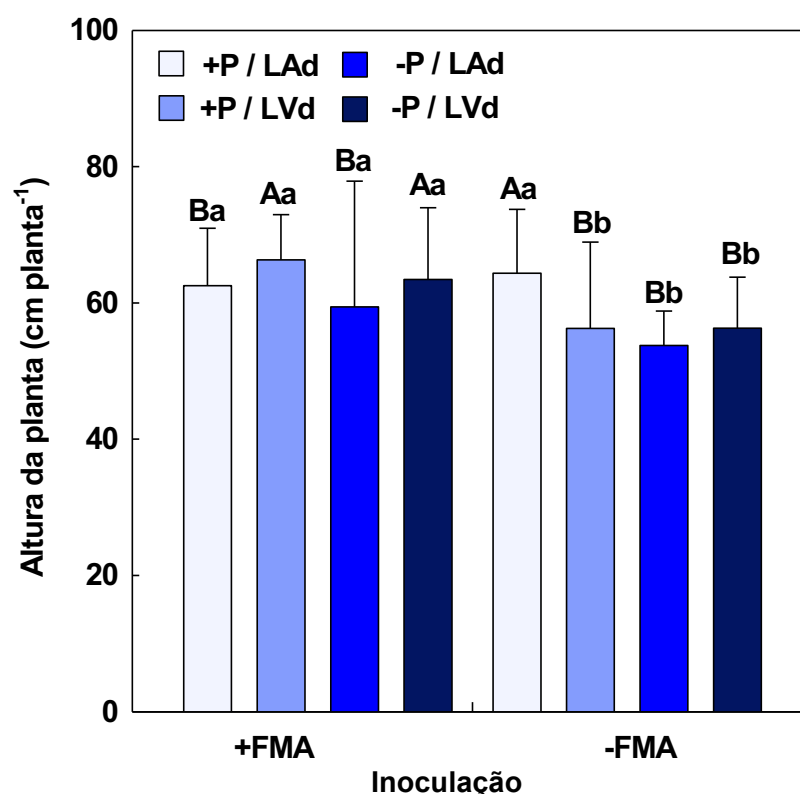


Figura 2. Altura da planta de soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), e em solo com dois níveis de estresse de P e dois tipos de textura de solo (Latossolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas diferem entre si nas colunas, letras minúsculas diferem entre si nas mesmas cores.

O índice SPAD quantificado na folha da soja (Figura 3) não apresentou alteração significativa, indicando que FMA, P e textura do solo não influenciaram no índice de refletância. Esses resultados obtidos não corroboram com os resultados encontrados por França et al. (2014) as plantas cafeeiras inoculadas com FMA foram superiores no teor clorofila. Entretanto, para Santos (2020) observou que o índice SPAD teve uma interação entre fatores de inoculação e doses de P, onde doses de P com 30 mg dm⁻³ não houve diferença entre os inóculos, porém em plantas com ausência P foram superiores para o tratamento controle.

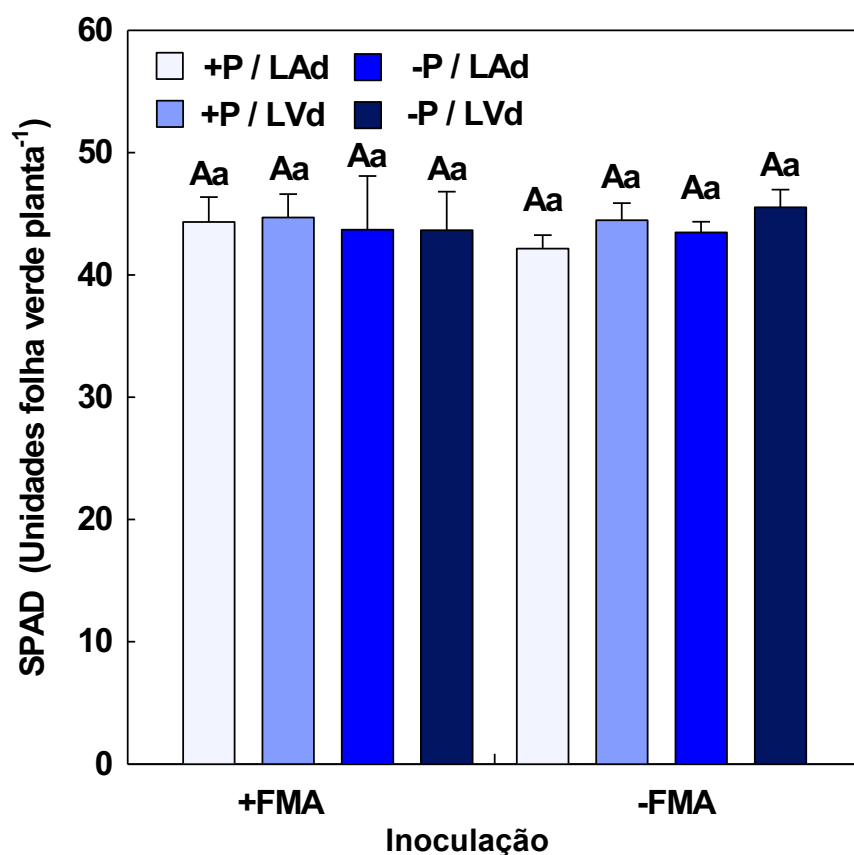


Figura 3. Unidades de SPAD na folha da soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), estresse de P e em solo com dois níveis de estresse de P severo (150 mg P kg de solo) e controle (300 mg P kg de solo) para vasos de 12 dm³ na aplicação de fosfato solúvel no solo e dois tipos de textura de solo (Latosolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas com cores diferentes comparam na coluna e letras minúsculas (mesma cor) comparam entre os tratamentos. Fonte: Autor (2023)

Para o teor de clorofila *a* na folha da soja (Figura 4) observou se um aumento significativo nos níveis de clorofila *a* no solo LAd quando submetido ao controle de P e à presença FMA, em comparação com o mesmo tratamento, porém sem a presença desses microrganismos. Segundo Bonfim et al. (2010) o teor de clorofila no cafeeiro consorciado foi

superior nos teores de nutrientes na presença FMA. O FMA possui a capacidade de influenciar positivamente na concentração da clorofila e carotenoide em plantas de feijão-caupi (SILVA, 2019). Foi observado o maior de índice SPAD no tratamento que possuía FMA (DONHA, 2014). Essa variação pode indicar uma influência significativa da ausência (-FMA) no P-estresse controle, afetando a capacidade de absorção de luz e, por consequência, a taxa de fotossíntese.

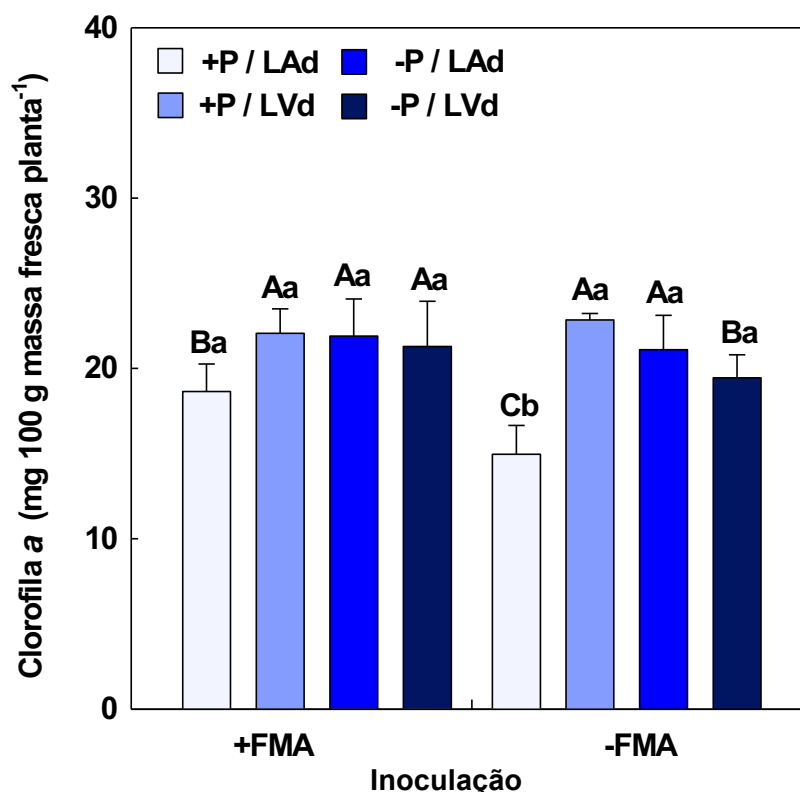


Figura 4. Teor da clorofila *a* da folha da soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), estresse de P e em solo com dois níveis de estresse de P severo (150 mg P kg de solo) e controle (300 mg P kg de solo) para vasos de 12 dm³ na aplicação de fosfato solúvel no solo e dois tipos de textura de solo (Latossolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas com cores diferentes comparam na coluna e letras minúsculas (mesma cor) comparam entre os tratamentos. Fonte: Autor (2023)

Para a clorofila *b* (Figura 5) o maior teor foi para +P na textura argilosa (LVd) na presença de FMA. Isso sugere que a presença do FMA e a disponibilidade de P influenciam positivamente na taxa de clorofila. Quando a planta produz mais clorofila *b* pode também indicar uma maior eficiência em aproveitar mais a luz para os seus processos bioquímicos sugerindo uma maior adaptação na absorção de fótons (NAKÃO, 2022). Em estudo com soja sob déficit hídrico, o estresse estimulou o FMA, aumentando a síntese de pigmento e mantendo

a eficiência fotossintética, com clorofila *b* alta (SILVA, 2022). A inoculação de FMA na soja notou diferença apenas entre os tratamentos de disponibilidade hídrica, o déficit severo resultou em uma maior produção desse pigmento pelas plantas (TAVARES, 2020)

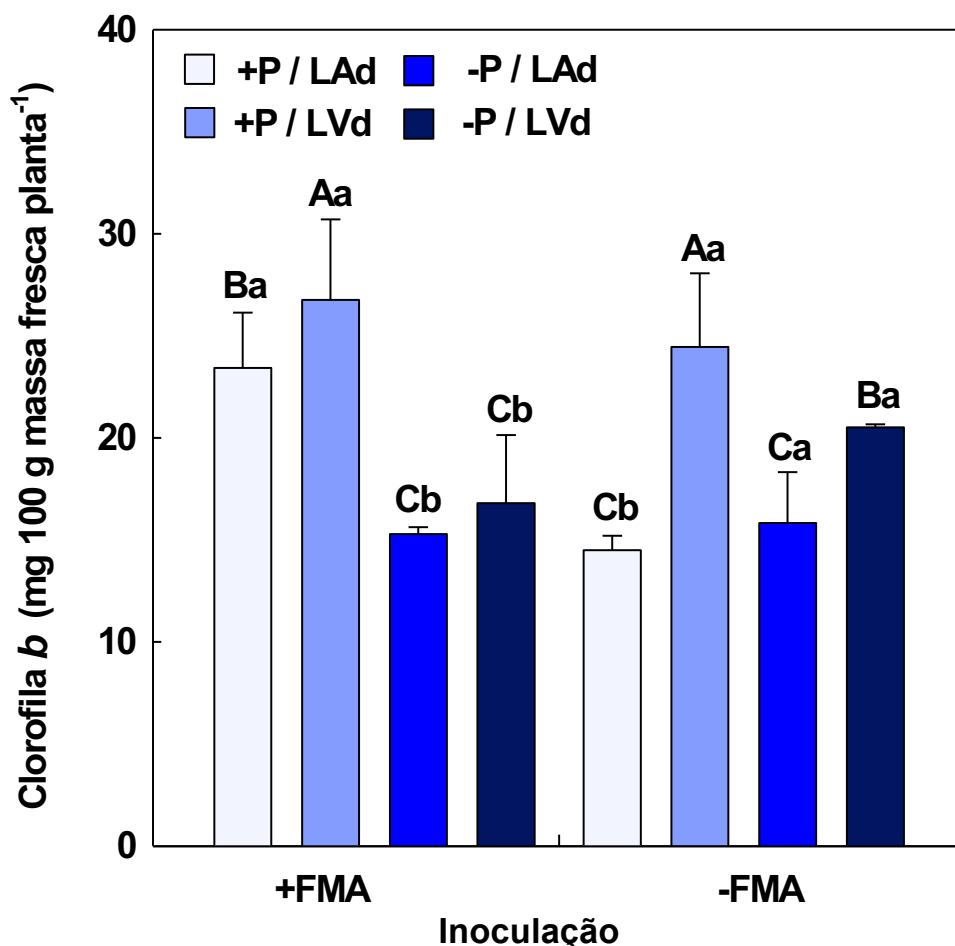


Figura 5. Teor da clorofila *b* da folha da soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), estresse de P e em solo com dois níveis de estresse de P severo (150 mg P kg de solo) e controle (300 mg P kg de solo) para vasos de 12 dm³ na aplicação de fosfato solúvel no solo e dois tipos de textura de solo (Latosolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas com cores diferentes comparam na coluna e letras minúsculas (mesma cor) comparam entre os tratamentos. Fonte: Autor (2023)

Para a clorofila total (Figura 6) podemos observar que na presença de FMA, o solo LAd controle, tem se uma maior produção de clorofila em relação ao mesmo com ausência de FMA, o mesmo ocorre no solo LVd com estresse de P, onde se tem maior taxa de clorofila comparado ao que tem ausência de FMA. Pesquisa feita por (MEDINA, 2020) na cultura da soja, em ambas as cultivares utilizadas houve redução nas variáveis clorofila total, pelo menor conteúdo de P

nos tecidos das plantas submetidas a déficit de P. Corroborando com resultados deste trabalho o teor de clorofila apresenta uma taxa superior em plantas de cafeeiro inoculada com FMA em relação a plantas com ausência do FMA (FRANÇA et al., 2014). A associação com fungos micorrízicos arbusculares incrementa o teor de clorofila total na cultura da soja (ANDREOLA, 2021).

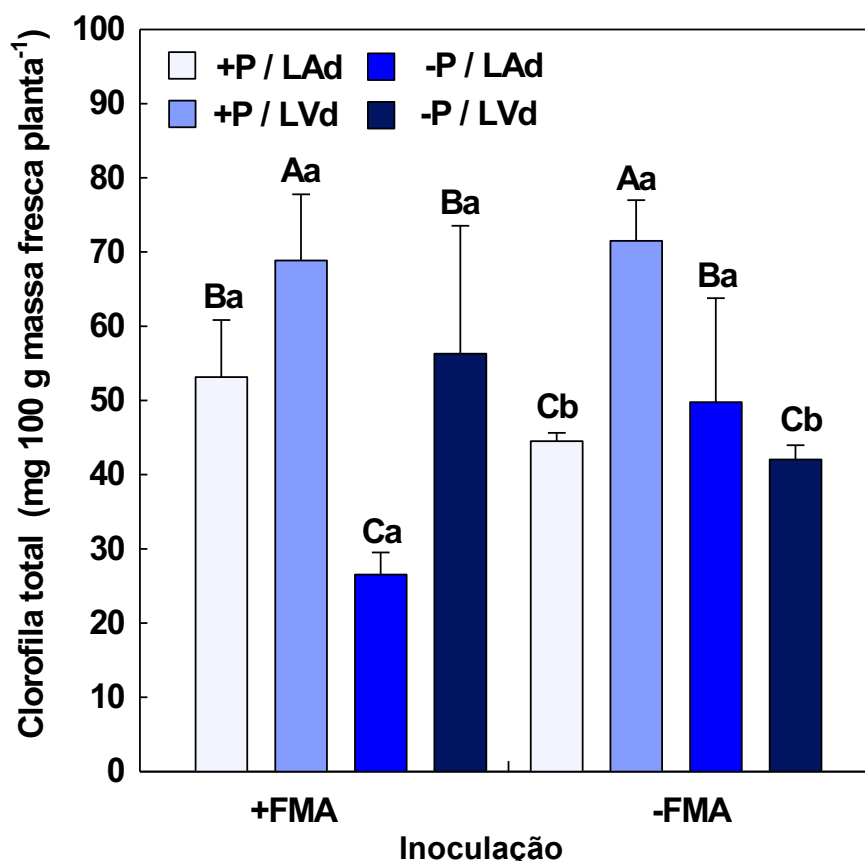


Figura 6. Teor da clorofila total da folha da soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), estresse de P e em solo com dois níveis de estresse de P severo (150 mg P kg de solo) e controle (300 mg P kg de solo) para vasos de 12 dm³ na aplicação de fosfato solúvel no solo e dois tipos de textura de solo (Latosolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas com cores diferentes comparam na coluna e letras minúsculas (mesma cor) comparam entre os tratamentos. Fonte: Autor (2023).

A variável carotenoides (Figura 7), que são pigmentos acessórios para a proteção dos pigmentos fotossintéticos contra danos causados pela absorção excessiva de luz. Ocorreu uma maior produção de carotenoide em plantas cultivadas em solos LVD Sem P, quando inoculadas FMA e em solo LAd na ausência de P e FMA. O FMA influenciou a produção de carotenoides em todos os tratamentos, onde apenas se observou menores valores em solos LAd sem P. Corroborando com Angelo (2020) que observou que o FMA é capaz de influenciar

positivamente a concentração de clorofilas e carotenoides. Para a cultura do milho a presença do FMA aumentou o teor de carotenoides (NAKÃO, 2022). Diferente de Tavares (2020) que observou na soja com presença de FMA, que o aumento nos teores de carotenoide ocorreu apenas em plantas sobre déficit severo.

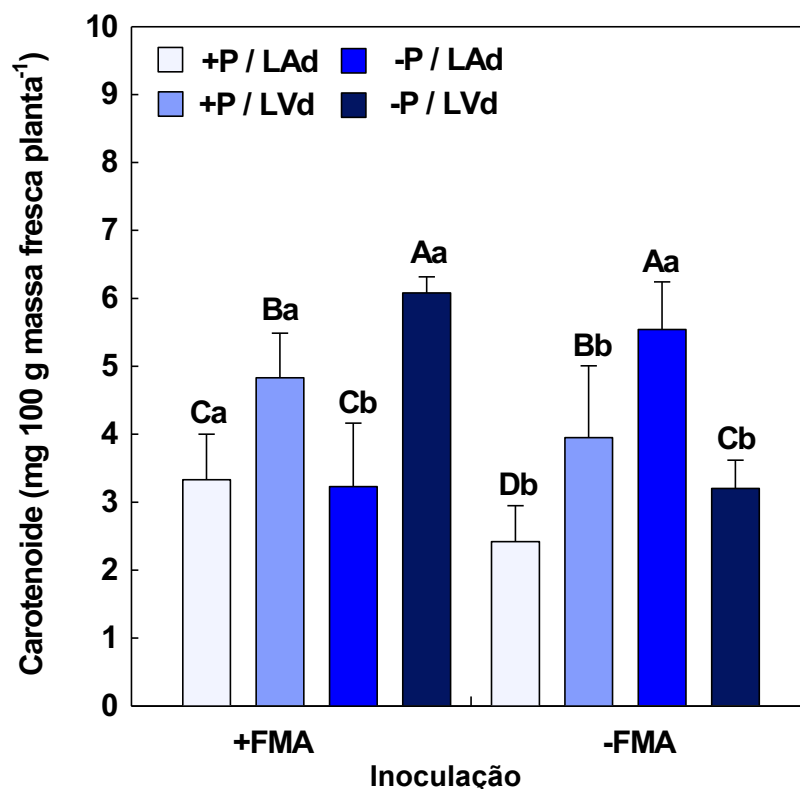


Figura 7. Teor dos carotenoides na folha da soja em função da inoculação presença (+FMA) e ausência (-FMA), estresse de P e em solo com dois níveis de estresse de P severo (150 mg P kg de solo) e controle (300 mg P kg de solo) para vasos de 12 dm³ na aplicação de fosfato solúvel no solo e dois tipos de textura de solo (Latossolo Vermelho Distrófico: LVd e Latossolo Amarelo Distrófico: LAd). Letras maiúsculas com cores diferentes comparam na coluna e letras minúsculas (mesma cor) comparam entre os tratamentos. Fonte: O Autor (2023).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o solo influenciou o crescimento de plantas e a presença de FMA varia de acordo o tipo de solo. O estresse do P prejudica o crescimento das plantas, mas a presença de FMA reduz o efeito deste estresse.

REFERÊNCIAS

ABREU, G. M. et al. Crescimento inicial e absorção de P e nitrogênio de *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 156-164, 2018. DOI: 10.19084/RCA17138.

AGUIAR, R. L. F. et al. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e P no desenvolvimento da Algaroba [*Prosopis juliflora* (SW) DC]. **Revista Árvore**, v. 28, p. 589-598, 2004.

ALMEIDA, E. S. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de milho (*Zea mays* L.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares sob estresse salino**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

ALVARENGA, A. **Fósforo no solo: um limitante na produção de grãos no Brasil**. um limitante na produção de grãos no Brasil. Rehagro. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/fosforo-no-solo-brasileiro/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

AMORIM, P. H. T. **Doses de fósforo na cultura da soja em condições de cerrado**. 2022. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2022.

ANDREOLA, D. S. **Fixação biológica de nitrogênio e fmas no desenvolvimento da soja em solo contaminado com cobre**. 2021. 91 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen, Frederico Westphalen, 2021.

ANGELO, K. B. **Feijão-Caupi Na Região Imediata De Bragança, Pará: uma proposta de produção sustentável**. 2020. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará Campus Castanhal, Castanhal, 2020.

ANJOS, E. C. T. et al. Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com P. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 345-351, 2005.

ANTONIOLLI, Z. I.; KAMINSKI, J. Micorrizas. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 441-455, dez. 1991. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84781991000300013>.

BALOTA, E. et al. Efeito dos fungos micorrízicos arbusculares sob diferentes doses de fósforo no girassol e amendoim. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

BERBARA, R. L. L. et al. Fungos Micorrízicos Arbusculares: Muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS. cap. 3, p. 53-78, 2006.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina: Embrapa, 1987. 34 p.

BONFIM, J. A. et al. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**, v. 69, p. 201-206, 2010.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 790p.

CARNEIRO, R. G. et al. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 39, n. 7, p. 661-669, jul. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2004000700007>.

CASSETARI, L. S. et al. Carotene and chlorophyll levels in cultivars and breeding lines of lettuce. **Acta Horticulturae**, n. 1083, p. 469-473, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1083.60>.

CENTENO, L. N. et al. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 31, 30 out. 2017. Universidade Federal de Pelotas. <http://dx.doi.org/10.15210/rbes.v4i1.11576>.

COGO, F. D. et al. Fungos micorrízicos arbusculares: abordagem no ensino de Biologia. **Ciência ET Praxis**, v. 12, n. 23, p. 19-24, 2019.

COLODETE, C. M. **Crescimento, nutrição e fisiologia de plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (1820), cultivadas em substrato ácido na presença de ferro e micorrizas**. 2018. Tese de Doutorado. Brasil.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Clima adverso influencia na produção de grãos na safra 2022/23, estimada em 310,9 milhões de toneladas**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2023.

DONHA, R. M. A. **Fungos micorrízicos arbusculares e nível de potássio no solo na absorção de ¹³⁷césio e efeitos na resposta antioxidativa do feijoeiro**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. doi:10.11606/D.64.2014.tde-16062014-141152. Acesso em: 2023-07-10.

DUARTE, G. R. B. **Manejo de fósforo para plantas: tudo o que você precisa saber**. Tudo o que você precisa saber. 2023. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/fosforo-para-plantas/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

FAQUIN, V. **Cinética da absorção de fosfato, nutrição mineral, crescimento e produção da soja sob influência de micorriza vesículo-arbuscular (MVA)**. 1988. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988. doi:10.11606/T.11.2019.tde-20191220-133554. Acesso em: 2023-01-20.

FERRI, C. P. et al. Avaliação de índices de pigmentos fotossintéticos na estimativa da concentração de clorofila a, clorofila b, clorofila total e carotenóides nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max* [L], Merrill). In: SBSR, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais X SBSR**. Foz do Iguaçu: Inpe, 2001. p. 75-78.

FOLLI-PEREIRA, M. da S. et al. Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1663-1679, 2012. DOI: 10.1590/S0100-06832012000600001.

FRANÇA, A.C. et al. Crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 506-511, 30 dez. 2014. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i4a3938>.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKI, P. **Anthocyanins as food colors**. East Lansing: Pericles Markaki, 1982. p. 23.

GAZZONI, D. L. **Nutrientes e suas funções na planta**. 2017. Disponível em: <http://www.anpii.org.br/nutrientes-e-suas-funcoes-na-planta/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações agronômicas**, v. 95, n. 1, 2001.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70 p.

JACTO. **Fungos e bactérias no solo**: entenda qual é a importância de fungos e bactérias no solo. Entenda qual é a importância de fungos e bactérias no solo. 2021. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/fungos-e-bacterias-no-solo/>. Acesso em: 05 jul. 2023.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3ª edição, 2014.

MARCELINO, D. A. **Atributos químicos do solo adubado com torta de filtro e P mineral em diferentes proporções**. 2012. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2012.

MARQUES, D. J. et al. Morphophysiological changes resulting from the application of silicon in corn plants under water stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, n. 2, p. 569 – 884, 2021.

MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; BRASIL, F. C. Micorriza arbuscular e matéria orgânica na aclimatização de mudas de bananeira, cultivar Nanicão. **Bragantia**, v. 61, p. 277-283, 2002.

MEDINA, I. R. **Limitações fotossintéticas, partição de carbono e produtividade de cultivares de soja contrastantes quanto à eficiência no uso de fósforo**. 2020.

MIRANDA, J. C. C. de. **Utilização de micorrizas na agricultura**. Planaltina: Embrapa, 1986. 15 p.

MOREIRA, F., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica**. Editora UFLA, 2006.

NAKAO, M. Y. de S. L. **Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas e condicionadores de solo no crescimento do milho**. 2022. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Centro de Ciências Biológicas Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia

Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

NETO, F. A. et al. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, p. 266-271, 2010.

NOVAIS, R. F. et al. Teste de ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. et al. (3°). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego: Academic, 1996. 340p.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 911-920, 2008.

RUSSOMANNO, O. M. R. et al. A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de plantas de alecrim e manjerição. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, p. 37-43, 2021. DOI: 10.1590/1808-1657v75p0372008.

RYCHTER, A. M.; RAO, I. M. Role of phosphorus in photosynthetic carbon metabolism. **Handbook of photosynthesis**, v. 2, p. 123-148, 2005.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja: descrição dos sintomas e ilustração com fotos**. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

AL-KARAKI, G. N.; HAMMAD, R. MYCORRHIZAL INFLUENCE ON FRUIT YIELD AND MINERAL CONTENT OF TOMATO GROWN UNDER SALT STRESS. **Journal Of Plant Nutrition**, [S.L.], v. 24, n. 8, p. 1311-1323, 31 jul. 2001. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1081/pln-100106983>.

SILVA, F. et al. **Soja: do plantio à colheita**. 2º ed. [s.l.] Oficina de Textos, 2022.

SILVA, L. N. da. **Tolerância fisiológica de plantas de soja submetidas a diferentes níveis de déficit hídrico inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares**. 2022. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2022.

SILVA, M. B. et al. Resposta do fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus clarus* e adição de substâncias húmicas no crescimento do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). **Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 123-130, 2017.

SMITH, S.E. & READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. 1997 2nd Edition, Academic Press, London.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 748-755, 2005.

STÜRMER, S. L., SIQUEIRA, J. O., Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O., BRUSSAARD, L. Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems. **CAB International, Wallingford**. p. 206-236, 2006.

TANAKA, R.T. et al. **Nutrição mineral da soja**. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: Potafós, 1993.

TAVARES, G. G. **Alterações fisiológicas em plantas de soja submetidas a níveis de déficit hídrico e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares**. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Rio Verde, 2020.