



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNA BOM DESPACHO
BACHARELADO EM AGRONOMIA

**Disponibilização do fósforo retido no solo com bioestimulantes na
cultura do milho**

GABRIELLE ALVES DA SILVA
LENITA REZENDE ANDRADE

Bom Despacho - MG
2023

**GABRIELLE ALVES DA SILVA
LENITA REZENDE ANDRADE**

**Disponibilização do fósforo retido no solo com bioestimulantes na
cultura do milho**

Artigo científico apresentado no curso de graduação em Agronomia do UNA, como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. MSc. Carlos Allan Pereira dos Santos

**Bom Despacho - MG
2023**

GABRIELLE ALVES DA SILVA
LENITA REZENDE ANDRADE

**Disponibilização do fósforo retido no solo com bioestimulantes na
cultura do milho**

Artigo apresentado como exigência parcial
para obtenção do título de bacharel em
Agronomia à Comissão Julgadora designada
pela Coordenação de Trabalhos de
Conclusão de curso do UNA- Bom Despacho.

Bom Despacho, 30 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Gesiane Ribeiro Guimaraes
Una

Prof^a. Dr^a. Mariana Aguiar Silva
Una

RESUMO

No presente estudo, foi abordada a eficiência da disponibilização do fósforo (P) que fica retido no solo para a cultura do milho. O objetivo desse estudo foi estudar formas alternativas ao uso de fertilizante fosfatado para disponibilizar o P retido no solo. O experimento foi conduzido no município de Luz, Minas Gerais e dois tratamentos foram avaliados, sendo: tratamento com Phós'UP+Azzofix e testemunha. No tratamento Phós'UP+Azzofix aplicou-se, via mícron, 200 mL ha⁻¹ e 150 mL ha⁻¹ de Phós'UP e Azzofix, respectivamente. Na testemunha, não houve aplicação dos produtos. Avaliações foram realizadas aos 15, 40 e 50 dias após o plantio, com intuito de analisar o crescimento e desenvolvimento radicular. Observou-se que as plantas cultivadas na área manejada com Azzofix+ Phós'UP apresentaram maior desenvolvimento radicular na fase inicial da cultura, o que pode resultar em maior sustentação e fixação para as plantas. Além disso, raízes mais desenvolvidas podem explorar o solo em maior profundidade, o que beneficia a absorção de água e nutrientes.

Palavras-chave: Azzofix; Biológico; Nutrição mineral; Phós'UP.

ABSTRACT

In the present study, the efficiency of the availability of phosphorus (P) which is retained in the soil for the corn crop was addressed. The objective of this study was to study alternative ways to the use of phosphate fertilizer to make P retained in the soil available. The experiment was carried out in the municipality of Luz, Minas Gerais and two treatments were evaluated, namely: treatment with Phós'UP+Azzofix and control. In the Phós'UP+Azzofix treatment, 200 mL ha⁻¹ and 150 mL ha⁻¹ of Phós'UP and Azzofix were applied via micron, respectively. In the witness, there was no application of the products. The evaluations were carried out at 15, 40 and 50 days after planting, in order to analyze root growth and development. Note that the plants cultivated in the area managed with Azzofix+ Phós'UP showed greater root development in the initial phase of the culture, which may result in greater support and fixation for the plants. In addition, more developed roots can explore the soil in greater depth, which benefits the absorption of water and nutrients.

Keywords: Azzofix; Biological; Mineral nutrition; Phós'UP.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem origem na América, local de onde foi disseminado para os demais continentes (CASCUDO, 2011). Acredita-se, a partir de estudos arqueológicos de fósseis de milho e de espigas, que a cultura do milho seja conhecida desde antes de Cristo. Fósseis de milho com idade de 2.700 anos a.C., bem como de espigas de 5 a 6 mil anos atrás, já foram descobertas no Peru e na América do Sul, fornecendo evidências sobre a origem da cultura (CABRAL et al., 2012).

Consumido pelos povos americanos desde o ano 5 mil a.C., o milho é um cereal que foi empregado na alimentação básica de várias civilizações importantes ao longo dos séculos. Os Maias, os Astecas e os Incas reverenciavam o cereal na arte e religião e grande parte de suas atividades diárias eram ligadas ao seu cultivo. O cultivo era realizado em montes, usando um sistema complexo que variava a espécie plantada de acordo com o seu uso (BORÉM et al., 2015; OLDRA, 2015).

Dentre os nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas plantas de milho, destacam-se o nitrogênio (N), o fósforo (P_2O_5) e o potássio (K_2O). Pelo fato de serem absorvidos em maiores quantidades pelos vegetais, esses nutrientes são macronutrientes principais. Na cultura do milho também são considerados importantes para o pleno desenvolvimento vegetal, os macronutrientes secundários cálcio, magnésio e enxofre, além de alguns micronutrientes como o cobre, o boro e o zinco (BARROS; CALADO, 2014).

O fósforo (P) é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua “fixação” pelos minerais da argila, os quais possuem presença relevante nos solos tropicais. Além disso, nos solos tropicais, verifica-se elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio, com os quais o P tem grande afinidade. Normalmente, apenas entre 20% e 30% do P aplicado como fertilizante é aproveitado pelas culturas anuais em solos tropicais, sendo necessária a aplicação de quantidades que, em geral, superam em muito as extrações dessas culturas (JORHI et al., 2015; LIMA, 2020; BARBOSA et al., 2020).

Com a elevação do preço dos insumos agrícolas, o que pode ocorrer devido a guerras, como no caso da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, observa-se incremento significativos no preço dos fertilizantes. O uso de matérias-primas importadas em muitos dos fertilizantes minerais resulta em aumento no preço desses no mercado,

com consequente resultado sobre o custo de produção em lavouras agrícolas (NASCIMENTO, 2022; SILVA et al., 2023).

Na cultura da soja, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção no Brasil. A FBN é um processo simbiótico estabelecido entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e plantas de soja que resulta na formação de nódulos radiculares, nos quais as plantas hospedeiras abrigam, protegem e nutrem as bactérias com nutrientes e energia. Em troca, as bactérias capturam o nitrogênio atmosférico (N_2) e, pela ação da enzima nitrogenase, reduzem a amônia que é convertida, sequencialmente, em compostos nitrogenados que são exportados para a planta hospedeira. O processo de FBN resulta em grandes benefícios para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentar a competitividade do produto no mercado externo e minimizar o impacto ambiental (PRANDO et al., 2020).

O emprego de estirpes elite de *Bradyrhizobium* nos inoculantes, as quais foram selecionadas pela pesquisa ao longo de décadas, assegura o suprimento do N necessário para a cultura, mesmo em altos níveis de produtividade (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2019). Cabe salientar a grande exigência da soja, em mais de 80 kg de nitrogênio para cada tonelada de grãos produzidos (SEIXAS et al., 2020).

A exemplo do que ocorre na cultura da soja, torna-se interessante estudar microrganismos que podem contribuir para maior disponibilidade de fósforo na cultura do milho. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo principal analisar o efeito do uso de bioestimulantes na cultura do milho quanto à disponibilização do fósforo retido no solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo das últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, deixando para trás antigos concorrentes, como o arroz e o trigo. Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, o milho é usado na produção de uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros, etc (MIRANDA, 2018).

No Brasil, o milho é a segunda maior cultura de grãos produzida (Figura 1), sendo a produção e área plantada inferiores apenas à cultura da soja. Além da sua importância primária, o milho é a base da alimentação animal, na qual o Brasil se destaca tanto na avicultura quanto na bovinocultura (IBGE, 2021).

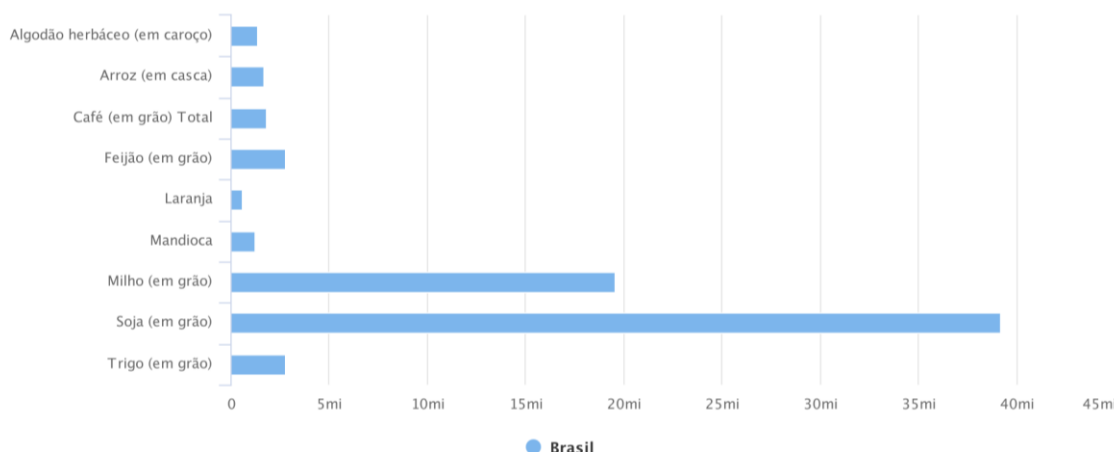


Figura 1. Quantitativo em hectares de área plantada no Brasil ou destinada ao mesmo no ano de 2021.

FONTE: IBGE, 2021.

Além disso, esse cereal é um produto fundamental para a agricultura brasileira. O cultivo é realizado em todas as regiões geográficas brasileiras, em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários. Outro aspecto importante é que nas últimas décadas, a cultura passou por transformações profundas, com destaque para a redução do cultivo exclusivamente como cultura de subsistência de pequenos produtores e para o aumento do seu papel em uma agricultura comercial eficiente, com deslocamento geográfico e temporal da produção (CONTINI et al., 2019).

Contudo, apesar de o mercado brasileiro de milho ter apresentado crescimento no passado recente, o setor ainda precisa solucionar alguns obstáculos que impedem um maior dinamismo. Dentre os obstáculos, destacam-se a falta de clareza na formação de preços; entraves para conseguir financiamentos privados; empecilhos na comercialização, sobretudo no processo de escoamento da produção; e baixa produtividade observada em algumas regiões de cultivo (CONTINI et al., 2019).

Nesse contexto, Miranda et al. (2014) elaboraram um diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia do milho no Brasil, com o objetivo de aumentar, de forma sustentável, a produção e a participação no comércio internacional, frente à demanda mundial crescente pelo cereal. No referido

diagnóstico, apontaram-se quatro pontos chaves para o aumento da produção de milho no Brasil: a) áreas novas potenciais; b) áreas potenciais para plantio de segunda safra; c) incorporação de pastagens degradadas e Integração Lavoura-Pecuária; d) acréscimo de produtividade em áreas que estão abaixo da média nacional e regional (CONTINI et al., 2019).

Um dos aspectos que podem contribuir para incremento na produtividade da cultura é a adequada nutrição de plantas, visto que cada nutriente desempenha funções específicas na vida vegetal, tendo influência em processos diversos e, assim, determina a produtividade e a qualidade do produto colhido. Na falta de qualquer nutriente a planta não consegue completar o seu ciclo vital. Entretanto, cabe mencionar que a falta completa de um dos nutrientes não é comumente observada na natureza, sendo mais frequente a disponibilização de quantidade insuficiente para que a planta manifeste todo o seu potencial genético de produtividade. Consequentemente, nessas condições, o produto colhido pode não apresentar a qualidade esperada, sendo, pois, de qualidade inferior ao cultivado sob ótima disponibilidade de nutrientes (BOARETTO; WILLIAM, 2016).

Dentre os elementos essenciais para o adequado desenvolvimento vegetal, destaca-se o P, visto que esse é um componente de estruturas importantes na planta, como nucleotídeos, e atua como fonte de energia (ATP). Somado a isso, o P interfere nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células vegetais (Figura 2), ou seja, participa diretamente dos processos que auxiliam no crescimento e desenvolvimento vegetal (LI et al., 2017; LU et al., 2016).



Figura 2. Esquematização do ciclo do fósforo na agricultura.

Fonte: Universidade Federal de Santa Maria.

A principal fonte de P para agricultura são as rochas fosfáticas, das quais ocorre a extração desse elemento. Entretanto, as rochas fosfáticas são consideradas esgotáveis e o processo de extração possui elevado custo no processo de produção de fertilizantes fosfatados (SCHUELER et al., 2019). Os países que detêm, em conjunto, aproximadamente 85% das reservas de rochas fosfáticas do mundo são Marrocos, Estados Unidos da América, Jordânia, África do Sul e China (PANTANO et al., 2016). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO, 2018), o Brasil produz apenas 3% dos fertilizantes fosfatados no mundo, sendo fortemente dependente das importações para suprir a demanda de P por parte das culturas (VEY, 2023).

Diante da forte dependência do P advindo do exterior, para adequado suprimento nutricional na agricultura, sobretudo nos Cerrados brasileiros, duas têm sido as alternativas de manejo são empregadas: (1) elevar a baixa fertilidade natural dos solos pelo uso de corretivos e fertilizantes e (2) empregar genótipos mais tolerantes às suas condições de pobreza nutricional. Frequentemente tem-se trabalhado nas duas direções, ajustando-se dentro de certos limites, o solo à planta e está ao solo (SEGATELLI, 2008).

Uma alternativa que tem sido explorada na atualidade é o uso de microrganismos benéficos na agricultura. A inoculação de microrganismos capazes

de solubilizar fosfatos, por exemplo, é uma estratégia que pode potencializar o uso de P pelas plantas (ZUCARELI et al., 2018). Muitos são os microrganismos que vêm sendo estudados como possíveis solubilizadoras de fosfato. Muitos já foram comprovados cientificamente quanto à sua capacidade de solubilização como, por exemplo, bactérias do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* (ABERATHNA et al., 2022).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPC) têm sido estudadas por atuarem por diversos mecanismos como, formação de biofilme, fixação de N, produção de fitohormônios, entre outros (ANSARI et al., 2019). De acordo com Ferreira et al. (2019), além de promover o crescimento e desenvolvimento de plantas, as bactérias também são capazes de disponibilizar fosfatos no solo, tornando este, disponível para as plantas. Esses microrganismos atuam na solubilização de fosfato de cálcio em solos alcalinos, além de promoverem a solubilização de fosfato de ferro, de alumínio, de magnésio e outros, em ambientes ácidos (CHAGAS JUNIOR et al., 2010).

Outra vantagem do uso de microrganismos solubilizadores de fosfatos é alteração da morfologia radicular, o que promove maior absorção de nutrientes de baixa mobilidade, como o fósforo. Essa alteração pode contribuir para maior contato entre superfícies da raiz e as partículas do solo, o que é essencial para a absorção efetiva da água e nutrientes minerais do solo através delas. Tal contato é maximizado pelo crescimento dos pelos radiculares no solo. A água penetra nas raízes principalmente na região logo após a zona de crescimento, isto é, na região onde os pelos radiculares estão em desenvolvimento. Estes são extensões microscópicas das células epidérmicas. A raiz é composta de epiderme, córtex e cilindro central. A epiderme promove o revestimento e tem função de absorção. Em geral, essa camada contém pelos radiculares que são alongamentos celulares da própria epiderme, sendo os maiores responsáveis pela absorção de água e minerais. Logo, se a raiz possui maior estrutura, maior será a absorção de P, água e demais nutrientes disponíveis no solo (TOMAZELI, 2022; VIEIRA et al., 2010).

Os principais mecanismos envolvidos na conversão do P insolúvel em formas solúveis são a quelatização, acidificação, reações de trocas e a síntese de ácidos orgânicos pelos microrganismos. Dentre esses mecanismos, a síntese e liberação de ácidos orgânicos têm sido muito observada em fungos que solubilizam fosfato de rocha (RAMÍREZ et al., 2015; MENDES et al., 2014).

3 METODOLOGIA

Com o intuito de promover a redução do custo de produção, realizou-se um estudo a campo sobre benefícios de dois produtos da Tradecorp®, sendo eles: Phós'UP e o Azzofix. O Phós'UP é uma solução biológica formulada com bactérias selecionadas do gênero *Pseudomonas fluorenses*, conhecidas pela alta capacidade de solubilizar o fósforo retido no solo e pela promoção do crescimento vegetal.

O Azzofix, por outro lado, é um inoculante líquido para milho e coinoculação em soja (uso conjunto com *Bradyrhizobium*), contendo a bactéria fixadora de N atmosférico e promotora de crescimento *Azospirillum brasiliense* (cepas AbV5 e AbV6). Esse produto contém, em sua formulação, bactérias associativas que colonizam as raízes das plantas estimulando a produção de fitormônios e fornecendo N através do processo de fixação biológica, possibilitando uma melhor nutrição, resistência a estresses e aumento de produtividade. Todas essas informações foram disponibilizadas pela empresa Tradecorp® e puderam ser acessadas digitalmente no site oficial dessa companhia (TRADECORP, 2023).

O experimento foi implantado no município de Luz, Minas Gerais, em uma propriedade agrícola local, cuja destinação principal da cultura do milho é a silagem. A semeadura do milho foi realizada em uma área que apresenta dois tipos de solo, sendo que, na parte irrigada por pivô central, o solo é classificado como latossolo vermelho e a outra área é composta por solo argiloso. O latossolo vermelho apresenta textura fina avermelhada e maior riqueza em qualidade de solo enquanto que a outra área possui coloração esbranquiçada, de qualidade mais fraca.

Na área irrigada por pivô, em cerca de 24 hectares, realizou-se a semeadura do Milho B2620 tratado com Dermacor+Poncho (tratamento contra insetos-praga de aparelho bucal mastigador e sugador) nos primeiros 15 dias após a germinação.

Dentro da área total, realizou-se uma divisão quanto aos tratamentos a serem aplicados, sendo que uma área foi tratada com 150 mL ha⁻¹ de Azzofix e 200 mL ha⁻¹ de Phós'UP. Além disso, adotou-se um tratamento controle (testemunha), o qual caracterizou-se pela semeadura do milho tratado industrialmente, na sementeira e pela isenção da aplicação dos produtos da Tradecorp®. Os produtos foram aplicados via mícron e após o plantio realizou-se o monitoramento periódico da área experimental (Figura 3).



Figura 3. Produtos utilizados Azzofix e Phós'UP.
Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Aos 15 dias após o plantio, foi possível identificar ataque de cigarrinha e percevejo na área com consequente necessidade de uma pulverização. Diante disso, realizou-se a pulverização do inseticida Talismã na dose de 800 mL ha⁻¹ em mistura com adjuvante Fighter (100 mL ha⁻¹). Além disso, em uma das visitas periódicas na área do experimento, detectou-se a necessidade de fazer a capina com herbicida visando erradicar possíveis plantas daninhas. Também foi realizada uma nova aplicação com inseticida visando manejar a cigarrinha, e uma aplicação de fungicida preventivo contra diplódia devido ao cultivo de milho sequencialmente ao milho.

Na aplicação dos produtos fitossanitários, utilizou-se óleo vegetal e adjuvante para aumentar aderência, espalhamento e eficiência do produto. Também foi adicionado manganês a mistura, pois na rota de absorção do glifosato na capina, o milho RR tende a absorver manganês para não absorver o glifosato. Essa estratégia de proteção contra o glifosato por parte da planta pode resultar em posterior deficiência de manganês, o que pode ser minimizado pela adição desse elemento à calda de aplicação (Figura 4).



Figura 4. Insumos utilizados em pulverização para manejo fitossanitário em 12/05/2023.
Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Aos 15 dias após o plantio da área testemunha e área teste com Azzofix e Phós'UP, foram coletadas amostras de plantas para análise do sistema radicular da cultura. Além disso, foram realizados monitoramentos e coletas de amostras aos 40 dias e 50 dias após o plantio para análise do desenvolvimento do milho nas das duas áreas e análise da viabilidade do uso do Azzofix e Phós'UP.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aos 15 dias após o plantio da área, constatou-se diferença entre no milho tratado com Azzofix e Phós'UP comparado ao tratamento testemunha. Na área tratada, verificou-se maior crescimento vegetativo e desenvolvimento superior de raízes em comparação ao tratamento controle (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Plantas do tratamento testemunha em 13/04/2023.
Fonte: Arquivo pessoal, 2023.



Figura 6. Plantas do tratamento Azzofix+ Phós'UP 02/05/2023.
Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Diversos fatores influenciam a dinâmica dos diferentes nutrientes no solo, condicionando a capacidade do solo em supri-los às plantas, sendo a disponibilidade de nutrientes variável espacialmente e no tempo (SALDANHA et al., 2016). Principalmente para os nutrientes de baixa mobilidade, como por exemplo o P, a morfologia e o crescimento radicular exercem fundamental papel na disponibilidade deste nutriente para a planta (VAN RAIJ, 2011).

A raiz das plantas, dentro de certos limites, tende a criar um ambiente próprio de 1 a 4 mm ao seu redor - rizosfera -, com condições, muitas vezes, bastante distintas do solo adjacente. Assim, as alterações de acidez e de potencial de oxi-redução promovidas pelas plantas na rizosfera ou a exsudação dos mais variados compostos orgânicos podem resultar em sensíveis alterações na disponibilidade dos nutrientes (FURTINI NETO et al., 2001).

Estabelecendo uma comparação entre o que foi dito anteriormente por Furtini Neto e colaboradores (2001) e os resultados do ensaio realizado, podemos observar que a área de teste testemunha apresentou menor tamanho de raiz aos 40 dias após o plantio do que a área teste feita com Phós'UP + Azzofix. Observou-se que as plantas tratadas com esses produtos apresentavam crescimento mais rápido e aspecto mais vigoroso e viçoso.

Cabe destacar que, a partir da análise visual da lavoura implantada em campo, não é possível identificar uma diferença expressiva entre as áreas tratada e testemunha. Porém, a análise de plantas coletadas demonstrou maior número de raízes primárias e seminais, e também de raízes adventícias, no tratamento referente ao uso dos produtos da Tradecorp. O desenvolvimento de maior número de raízes é importante, visto que essas oferecem maior sustentação e fixação para a planta.

Adicionalmente, de maneira geral, quanto maior o volume radicular do milho, maior volume de solo explorado e, conseqüentemente maior absorção de água e nutrientes pela planta. No sistema de cultivo em questão, o ensaio foi conduzido em uma área irrigada com pivô, mas, sob condições de cultivo com ocorrência de déficit hídrico, o maior desenvolvimento radicular e conseqüente exploração do solo em profundidade, poderia contribuir para maior disponibilidade de água, o que pode ser mais um dos efeitos benéficos do uso de Phós'UP + Azzofix (TEIXEIRA, 2011).

Também foram verificadas diferenças de distribuição e crescimento das raízes no perfil do solo, o que pode variar em função das características do solo, tipo e profundidade de horizontes. Considerando a mesma área possui uma gleba de solo menor rica nutricionalmente, o crescimento mais lento, o menor porte das plantas e a coloração verde mais clara das plantas nessa área pode estar, possivelmente, associado às características do solo.

Análise comparativa do desenvolvimento e porte da planta e crescimento das raízes aos 50 dias após a semeadura, permitem sugerir que a aplicação de Phós'UP + Azzofix na cultura do milho é viável, pois obtivemos resultados positivos em desenvolvimento das raízes desde a primeira avaliação. No entanto, cabe mencionar que ao longo do tempo, as diferenças entre tamanho e proporção das raízes foram menos perceptíveis entre os dois tratamentos analisados, o que demonstra a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o efeito desses tratamentos nessa cultura.

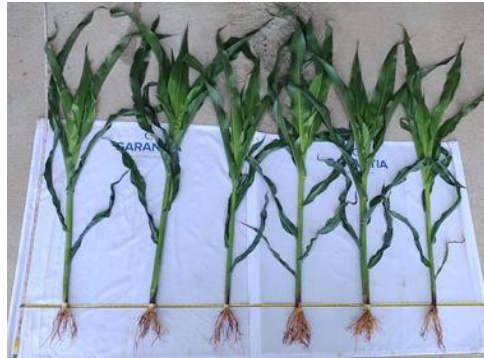
Uma linha do tempo foi desenvolvida para análise do crescimento e desenvolvimento da cultura e dos insumos agrícolas utilizados ao longo do período de condução do ensaio experimental em campo.



13/04/2023 -
Testemunha

12/05/2023 - Aplicação de
inseticida e fungicida na área,
juntamente com herbicida para
capina, e MN

02/05/2023 - Azzofix+
Phós-Up



12/05/2023 -
Testemunha

12/05/2023 - Azzofix+
Phós-Up



Testemunha 50
dias após
plantado

Phos-up + Azzofix com 50
dias após plantado

As três áreas.



Conforme apresentado a seguir (Tabela 1 e 2), a análise de solo da área de condução do experimento foi realizada nos dois últimos anos. Os resultados permitiram analisar a quantidade de P presente no solo antes do plantio de milho nesse estudo. Uma proposta futura é a reamostragem de solo e realização da análise físico-química para identificação da quantidade de P presente no solo após a condução do presente estudo. Se a quantidade de P onde foi aplicado o Phós'UP for menor do que a área do tratamento controle, podemos compreender se as plantas de milho absorveram o P anteriormente retido no solo.

Tabela 1. Análise de solo pivô 01 e 03, amostragens de 0-20cm. Feita pelo laboratório agrolab.

Determinação	Unidade	31814	31815
pH H ₂ O	1:2,5		
pH CaCl ₂	1:2,5	5,1	4,8
pH KCl	1:2,5		
Cond. Elétrica	mS.cm ⁻³		
P Meh ⁻¹	mg dm ⁻³	8,3	12,1
P rem.	mg dm ⁻³		
P resina	mg dm ⁻³		
Na ⁺	mg dm ⁻³		
K Mehlich	mg dm ⁻³	271,53	190,85
S-SO ₄ ⁻²	mg dm ⁻³	13	8
K ⁺	mmol _c dm ⁻³		
Ca ⁺²	mmol _c dm ⁻³	56,0	41,0
Mg ⁺²	mmol _c dm ⁻³	10,0	12,0
Al ⁺³	mmol _c dm ⁻³	0,00	1,00
H+Al	mmol _c dm ⁻³	36,00	45,00
M.O.	g/kg	30,4	37,7
C.O.	g/kg	17,6	21,9
S.B.	mmol _c dm ⁻³	72,90	57,90
t	mmol _c dm ⁻³	72,90	58,90
CTC	mmol _c dm ⁻³	108,90	102,90
V	%	67	56

m	%	0	2
B	mg dm ⁻³	0,28	0,12
Cu	mg dm ⁻³	1,0	1,2
Fe	mg dm ⁻³	154	349
Mn	mg dm ⁻³	55,8	183,0
Zn	mg dm ⁻³	1,5	1,1

Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Tabela 2. Análise de solo pivô 03, amostragens de 0-20cm. Feita pelo laboratório agrolab.

Determinação	Unidade	5767
pH H ₂ O	1:2,5	
pH CaCl ₂	1:2,5	5,1
pH KCl	1:2,5	
Cond. Elétrica	mS.cm ⁻³	
P Meh ⁻¹	mg dm ⁻³	
P rem.	mg dm ⁻³	25,8
P resina	mg dm ⁻³	13,4
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	
K resina	mg dm ⁻³	140,80
S-SO ₄ ⁻²	mg dm ⁻³	4
K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,36
Ca ⁺²	cmol _c dm ⁻³	4,9
Mg ⁺²	cmol _c dm ⁻³	1,5
Al ⁺³	cmol _c dm ⁻³	0,14
H+Al	cmol _c dm ⁻³	3,90
M.O.	dag kg ⁻¹	37,9
C.O.	dag kg ⁻¹	22,0
S.B.	cmol _c dm ⁻³	6,76
t	cmol _c dm ⁻³	6,90
CTC	cmol _c dm ⁻³	10,66
Ca/CTC	cmol _c dm ⁻³	46
Mg/CTC	cmol _c dm ⁻³	14
K/CTC	cmol _c dm ⁻³	3
V	%	63
m	%	2
B	mg dm ⁻³	0,17
Cu	mg dm ⁻³	1,6
Fe	mg dm ⁻³	82
Mn	mg dm ⁻³	17,2
Zn	mg dm ⁻³	2,4

Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

5 CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados obtidos, concluiu-se o tratamento com Azzofix+ Phós'UP é uma alternativa interessante e, aparentemente, viável, pois contribui para bom desenvolvimento da cultura do milho. Além disso, esse tratamento

pode contribuir para maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o que possui relação com absorção do P no solo na fase inicial de desenvolvimento vegetal. Além disso, não se constatou sintomas de deficiência de fósforo o que, somado ao bom crescimento e desenvolvimento radicular, pode indicar boa resposta do milho à adubação fosfatada nas condições experimentais testadas.

REFERÊNCIAS

- ABERATHNA, A. A. U. et al. Increasing the Bioavailability of Phosphate by Using Microorganisms. **International Journal of Agronomy**, v. 2022, p. 17, 2022.
- ABISOLO – Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. **Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal 2018**. 2018. Disponível em: < <https://www.abisolo.com.br/anuario/>>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- ANSARI, F. A. et al. Growth stimulation and alleviation of salinity stress to wheat by the biofilm forming *Bacillus pumilus* strain FAB10. **Applied Soil Ecology**, v. 143, p. 45-54, 2019.
- BARBOSA, V. Et al. Doses e formas de aplicação de fósforo na cultura do milho. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, p. 1-7, 2020.
- BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804>>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- BOARETTO, A.; NATALE, W. **Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos**. São Paulo: UNESP, 2016.
- BORÉM, A. et al. **Milho: do plantio a colheita**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2015. 351 p.
- CABRAL, A. C. et al. Milho (*Zea Mays*) uma cultura energética. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 4, p. 47-54, 2012.
- CASCUDO, L.C. **História da alimentação no Brasil**. São Paulo: Global Editora, 2011. 972 p.
- CHAGAS JUNIOR, A. F. et al. Capacidade de solubilização de fosfatos e eficiência simbiótica de rizóbios isolados de solos da Amazônia. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 359-366, 2010.
- CONTINI, E. et al. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2019. 45 p.
- FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 261 p.
- HUNGRIA, M; NOGUEIRA, M. A. Tecnologias de inoculação da cultura da soja:

Mitos, verdades e desafios. In: FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa 2019/2020**. Rondonópolis: Fundação MT, 2019. p. 50-62.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

JORHI, A. K. et al. Fungal association and utilization of phosphate by plants: success, limitations, and future prospects. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1-13, 2015.

LI, Chengchen et al. The purple acid phosphatase GmPAP21 enhances internal phosphorus utilization and possibly plays a role in symbiosis with rhizobia in soybean. **Physiologia Plantarum**, v. 159, n. 2, p. 215-227, 2017.

LIMA, R. L. F. A. Micorrizas arbusculares e absorção de fósforo em função da capacidade de fixação de fósforo do solo e da competição com a microbiota. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 1062-1079, 2020.

LU, Linghong et al. OsPAP10c, a novel secreted acid phosphatase in rice, plays an important role in the utilization of external organic phosphorus. **Plant, Cell & Environment**, v. 39, n. 10, p. 2247-2259, 2016.

MENDES, G. O. et al. Mechanisms of phosphate solubilization by fungal isolates when exposed to different P sources. **Annals of Microbiology**, v.64, p. 239-49, 2014.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

MIRANDA, R. A. de. et al. **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 102 p.

NASCIMENTO, C. D. **Os impactos da guerra entre a Rússia e a Ucrânia no mercado de fertilizantes brasileiro**. 2022. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

OLDRA, S. A. **Desenvolvimento tecnológico e comercial: atualização do manual de doenças nas culturas de soja, milho e algodão**. 2015. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PANTANO, Glaucia et al. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**, v. 39, p. 732-740, 2016.

PRANDO, A. M. et al. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e**

***Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná.** Londrina – PR: EMBRAPA, 2020. 22 p.

RAIZ, B. V. **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes.** Piracicaba: Editora IPNI, 2011. 420 p.

RAMÍREZ, L. M. et al. Molecular identification of phosphatesolubilizing native bacteria isolated from the rhizosphere of *Prosopis glandulosa* in Mexicali valley. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.1, p. 2793-2798, 2015.

SALDANHA, C. B. et al. **Ciência do solo: fertilidade do solo e nutrição mineral de Plantas.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. 192 p.

SCHUELER, T. A. et al. **Processos biotecnológicos para a solubilização de rochas fosfáticas – O estado da arte.** Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019. 45 p.

SEGATELLI, C. R. **Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de “*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.”.** 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

SEIXAS, C. D. S. et al. **Tecnologias de produção de soja.** Londrina – PR: Embrapa Soja, 2020. 347 p.

SILVA, M. F. A. et al. Guerra Rússia–Ucrânia: impactos no setor de exportação do agronegócio brasileiro gerado pela restrição de fertilizantes importados pelo Brasil. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 1, p. e463398-e463398, 2023.

TEIXEIRA, M. C. C. **O cultivo de trigo no Cerrado como exemplo para discussão de mecanismos de tolerância ao déficit hídrico.** Santo Antônio de Goiás – GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. 3 p.

TOMAZELI, L. M. **Microrganismos solubilizadores de fosfatos e fontes de fósforo na cultura da aveia-branca cultivada em um latossolo vermelho.** 2022. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim - RS, 2022.

VEY, R. T. **Bactérias solubilizadoras de fosfato na cultura da soja.** 2023. 91 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2023.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de Fisiologia Vegetal.** São Luís: EDUFMA, 2010. 230 p.

ZUCARELI, C. et al. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.2, p. 189-195, 2018.