

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Gabriel de Marchi Fernandes Pereira

Graduando em Engenharia Agrônoma

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO
DA SOJA EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE
BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dracena

2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Gabriel de Marchi Fernandes Pereira

Graduando em Engenharia Agrônômica

**DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO
DA SOJA EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE
BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus
de Dracena como parte das exigências
para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Coorientador: Prof. Dr. Samuel Ferrari

Dracena

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DA SOJA EM
FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E
ADUBAÇÃO FOSFATADA

Modalidade: **Atividades de pesquisa**

Autor: GABRIEL DE MARCHI FERNANDES PEREIRA

Orientador (a): Prof. Dr. Evandro Pereira Prado

Co-orientador(es): Prof. Dr. Samuel Ferrari

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 18/07/2022



Evandro Pereira Prado



Diego Cunha Zied



Wagner do Nascimento

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Gabriel de Marchi Fernandes Pereira, nascido em 17 de abril de 1998, na cidade de Guaraçai/SP. Ingressou na UNESP- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus Dracena em 2018. Desde o ingresso atuou no grupo de estudos "N.E.T.A" - Núcleo de Estudo em Tecnologia de Aplicação", sob orientação do Prof. Dr. Evandro Pereira Prado, no qual desenvolveu um projeto de pesquisa intitulado "Influência do pH da água na fitotoxicidade de glifosato em capim braquiária". Desde o ano de 2018 atuou no grupo de estudos TECH AGRO - Grupo de Pesquisa em Tecnologia na Agricultura, orientado pelo Prof. Dr. Samuel Ferrari onde participou de diversos projetos de pesquisa e no qual iniciou o projeto de pesquisa intitulado "Inoculação com microrganismos solubilizadores de fosfato associados a adubação fosfatada na soja" e a partir desse trabalho foi desenvolvido o trabalho de conclusão de curso.

DEDICATÓRIA

A minha mãe Fernanda, e minha madrinha Alessandra que me ensinaram o que é o amor, me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade vivenciada, pela saúde e por me dar forças para seguir sempre adiante, sem me deixar abaixar a cabeça e pensar em desistir.

A minha mãe Fernanda por me conceber, pela educação, por sempre me apoiar e me aconselhar, chamar atenção quando preciso, por me passar segurança nos momentos de dificuldade, por nunca me deixar passar quaisquer necessidades e acreditar que eu era capaz sempre.

Aos meus avós Jair e Aparecida, os quais passei a maior parte de minha infância, sempre com muito amor, carinho, e toda ajuda que foram capazes de me fornecer, mesmo que com pequenos gestos. Me espelho neles todos os dias, boa parte dos ensinamentos vieram da forma como eles levavam a vida.

Aos meus avós Benedito e Neusa, que sempre me motivaram, me ensinaram o que é o certo e o errado e qual caminho eu deveria seguir e que da mesma forma sempre me trataram com muito amor e carinho, me mostrando o lado do bem, como é importante o trabalho, a honestidade e ser pessoas certas.

Aos meus padrinhos, Alessandra e Henrique que são seres humanos incríveis. Me ensinam diariamente o que é o amor, como ser uma pessoa melhor a cada dia. Além de toda ajuda que sempre disponibilizaram para mim desde criança. Grande parte de eu estar aqui hoje devo a vocês. Ao meu irmão de coração Vinícius, por toda parceria, amizade e cumplicidade.

Ao meu pai Rogério, sempre esteve me apoiando, me ensinando a ser honesto. Ao meu tio Rodrigo que sempre foi uma pessoa presente, companheira e me ensinou a ser forte.

A república Abatedouro, onde foi um lugar muito agradável de poder compartilhar estes anos com estes colegas, que se tornaram família. Devo muito a vocês meus amigos: Jeca, Fiduma, Lai, Meia, Sódinha, Bigato, Pururuca e Ripa.

Aos meus amigos da República K-Baret, Tesouro e Negresco, onde por um ano passamos grandes momentos. E meu grande amigo da República Viola em K.com, Sorriso por todas as conversas, risadas, companheirismo e conexão.

Aos meus amigos de Guaraçai que apesar da distância, sempre se fizeram presentes. Marlom, Vinícius Sassa, Helinho, Victor Korin, João Vitor, Tom, Giovani, Matheus Fiumari, Matheus Gimenez.

A meu orientador Prof. Dr. Evandro Pereira Prado por me incluir em seu grupo de pesquisa desde o início da graduação, dar a oportunidade de ser seu orientado, sempre mostrando o caminho certo a ser seguido, as vezes mesmo que preciso dar “puxões de orelha”, conselhos pessoais, além das motivações a melhorar a cada dia tornando-me um profissional melhor futuramente e por me ensinar acima de tudo a sermos humanos de verdade.

A meu Coorientador Prof. Dr. Samuel Ferrari, por todos os anos vividos na graduação, todos os conselhos, diversas oportunidades de trabalhos de pesquisas me dadas, amizade e acima de tudo com ser um bom profissional.

Ao grupo de Tech Agro, que com muito esforço e dedicação contribuíram para a realização deste trabalho, além de todos os anos vividos, desafios, trabalhos, companheirismo, risadas e dificuldades. Ao Luís Guilherme, Eduardo, Isabela, Luís Fernando, Paulo, João Guilherme, Amanda, Bárbara, Vinícius entre outros, que sempre estiveram dando apoio. Ao grupo N.E.T.A por todos os ensinamentos, projetos e experiências vividas. A equipe da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP Campus Dracena por todo o estudo, estrutura e pela formação acadêmica e aos professores que fizeram parte desta jornada.

À VI Turma de Engenharia Agrônômica a qual faço parte e agradeço a todas as boas recordações e momentos inesquecíveis que compartilhamos.

A empresa Nidera Sementes pela parceria, pela disponibilidade das sementes. A empresa Simbiose pela disponibilidade do inoculante usado no presente trabalho.

E a todos que estiveram ao meu lado durante minha formação profissional. Muito obrigado!!!

“Verás que um filho teu não foge à luta.”
(Francisco Manuel da Silva, 1831).

RESUMO

O fósforo é um nutriente essencial às plantas, mas encontra-se em baixa disponibilidade em solos tropicais. Por isso são necessárias grandes doses de adubos fosfatados, para que as culturas obtenham altas produtividades, sendo comum o uso de fertilizantes de baixa solubilidade, para reduzir o custo de implantação de lavouras. Sem ele, a produtividade da cultura da soja é baixa, há redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens. Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito vegetativo e reprodutivo da soja inoculada com bactérias solubilizadoras de fósforo sob diferentes doses de adubação fosfatada na cultura da soja. O experimento foi conduzido na área experimental na UNESP em Dracena/SP, com clima classificado predominantemente do tipo Aw, e solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x5 com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos quanto à inoculação foram: não inoculado, inoculação do BiomaPhos via semente na dose comercial (120 mL ha^{-1}), inoculação do BiomaPhos via sulco de semeadura na dose de (150 mL ha^{-1}). As subparcelas foram compostas pelas doses de fósforo (0, 50, 100, 150, 200 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) aplicadas via sulco de semeadura. Foi realizada a coinoculação nas sementes da soja (cultivar NS 6700 IPRO) com *Bradyrhizobium japonicum* como fonte de nitrogênio. A semeadura foi feita sobre a palha de *Urochloa brizantha* (cultivar BRS Paiaguás). Em R2 foram realizadas medições indiretas de clorofila (leitura SPAD). Em R8 foram avaliados altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós, número de ramos, número de vagens e número de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos em kg ha^{-1} . A inoculação via semente na dose 50 kg/ha obteve um melhor resultado diferindo estatisticamente dos outros modos de inoculação na altura de inserção da primeira vagem de soja. As maneiras de inoculação e doses de fósforo não apresentaram diferença estatística para o Índice SPAD no pleno florescimento; matéria seca (MS) matéria fresca (MF), altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós da soja. As doses de P_2O_5 influenciaram positivamente a produtividade da cultura da soja com o controle sem inoculação, sendo que a máxima eficiência agrônômica foi verificada com o fornecimento de 98 kg ha^{-1} de pentóxido de fósforo. Porém, se recomenda ao produtor a utilização da inoculação via sulco de semeadura das bactérias solubilizadoras de fósforo sem a utilização de adubo mineral na dose de 0 kg/ha em solos com teor médio de fósforo (8 mg dm^3), a adubação fosfatada pode ser dispensada.

Palavras-chave: *Glycine max* (L) Merrill. Crescimento. Palhada. Produção.

ABSTRACT

Phosphorus is an essential nutrient for plants, but it is in low availability in tropical soils. Therefore, large doses of phosphate fertilizers are necessary, so that the cultures obtain high yield, it is common the use of low solubility fertilizers, to reduce the cost of crops implantation. Without it, the productivity of the soybean crop is low, there is a reduction in the plant size and in the height of the first pods insertion. This work aims to evaluate the vegetative and reproductive effect of soybean inoculated with phosphorus-solubilizing bacteria under different doses of phosphate fertilization in soybean. The experiment will be carried out at UNESP in Dracena/SP in the experimental area, with climate predominantly classified as Aw, and soil classified as dystrophic Red Yellow Argissolo. The experimental design will be in randomized blocks in a factorial scheme 3x5 with split plots, with four replications. The plots will be composed by the inoculant use in soybean via seed at commercial dose, via sowing furrow and without use. The subplots were composed of phosphorus doses (0, 50, 100, 150, 200 kg P₂O₅ ha⁻¹) applied via the sowing furrow. Co-inoculation will be carried out in soybean seeds (cultivate NS 6700 IPRO) with *Bradyrhizobium japonicum* as nitrogen source. The sowing will be done on *Urochloa brizantha* straw (BRS Paiaguás farm). In the harvest will be evaluated the number of days elapsed between sowing and emergence of most seedlings, flowering about 50% of the plants and maturation about 90% of the pods in the plot. In R2 will be carried out of the chlorophyll indirect measurements (SPAD reading), it is determining the P content in the aerial part dry matter of the plants and counting the number of flowers per plant. In R8 will be evaluated, plant height, the first pod insertion height, number of nodes, number of branches, number of pods and number of grains per plant, thousand grain weight and grain yield in kg ha⁻¹. The inoculation via seed at 50 kg/ha dose obtained a better result, differing statistically from the other inoculation modes at the first soybean pod insertion height. The inoculation ways and phosphorus doses did not present statistical difference for the SPAD Index at full flowering; dry matter (DM) fresh matter (MF), plant height, number of branches, pods and grains per plant, average weight of one thousand grains (PMG) and number of soybean nodes. The P₂O₅ doses positively influenced the soybean yield with the control without inoculation, and the maximum agronomic efficiency was verified with the supply of 98 kg ha⁻¹ of phosphorus pentoxide. However, it is recommended to the grower to use the inoculation via the phosphorus solubilizing bacteria sowing furrow without the mineral fertilizer use dose of 0 kg/ha in soils with average phosphorus content (8 mg dm³). Phosphate fertilization can be dispensed with,

Keywords: (*Glycine max* (L) Merrill). Growth. Straw. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura média durante o período de condução do experimento	26
Figura 2 - Precipitação durante o período de condução do experimento	27
Figura 3 - Preparo de Solo da área após roçagem do arroz	31
Figura 4 - Momento da aplicação do calcário. Área pronta após a calagem.	31
Figura 5 - Incorporação do Calcário na Área Experimental	32
Figura 6 - Semeadura a lanço. <i>Urochloa</i> com 130 dias de plantio	32
Figura 7 - Dessecação. Área experimental após 15 dias de aplicação.	33
Figura 8 - Abertura do sulco. Momento da adubação das parcelas experimentais	33
Figura 9 - Semeadura das parcelas que não haveriam inoculação	34
Figura 10 - Inoculação via sulco do BiomaPhos. Sementes dispostas no sulco	35
Figura 11 - Aplicação de Gesso. Área total após aplicação do Gesso Agrícola	35
Figura 12 - Emergência da Soja. Soja com seu primeiro par de folhas	36
Figura 13 - Aplicação de cloreto de potássio e micronutrientes	36
Figura 14 - Sombrite cobrindo a soja como proteção contra pombas e lebres.	37
Figura 15 - Primeira aplicação na cultura da soja.	38
Figura 16 - Soja com 24 DAE após aplicação no dia 13 de janeiro de 2022.	38
Figura 17 - Soja em estágio R.5 (enchimento de grãos).	39
Figura 18 - <i>Euschistus heros</i> (percevejo-marrom) na folha de soja	39
Figura 19 - Percevejo-verde-pequeno (<i>Piezodorus guildinii</i>).	40
Figura 20 - Aplicação para controle de percevejos e plantas daninhas	40
Figura 21 - Soja atacada pela Lagarta-falsa-medideira (<i>Chrysodeixis includens</i>).	41
Figura 22 - Medições indiretas do teor de clorofila	42
Figura 23 - Marcação para arranquio da soja. Soja ensacada para avaliações.	42
Figura 24 - Soja no estágio fenológico R.7	43
Figura 25 - Esquema do sistema de Purificação Ecológica da água	43
Figura 26 - Soja no estágio fenológico R.8 prontas para ser colhida.	44
Figura 27 - Soja em R.8 com as amostras colhidas de cada parcela.	44
Figura 28 - Amostras colhidas no campus experimental e no Laboratório	45
Figura 29 - Trilhagem das amostras colhidas para dados de produtividade	46
Figura 30 - Todas as atividades desenvolvidas durante o experimento	46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise química do solo na camada 0-20 cm realizada na área experimental em julho de 2021 _____ 29
- Tabela 2** - Análise química do solo na camada 20-40cm realizada na área experimental em julho de 2021. _____ 29
- Tabela 3** - Altura da inserção da primeira vagem da soja. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dracena-SP. _____ 54
- Tabela 4** - Índice SPAD no pleno florescimento; matéria seca (MS) e matéria fresca (MF) no momento da colheita da soja _____ 55
- Tabela 5** - Altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós _____ 56
- Tabela 6** - Produtividade da soja. Dracena-SP _____ 58

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIPV: altura de inserção da primeira vagem;

APM: altura de plantas na maturação;

CV: coeficiente de variação;

DAE: dias após emergência;

DMS: diferença mínima significativa;

MF: massa fresca;

MS: massa fresca da parte aérea;

NG: número de grãos por planta;

NNP: número de nós planta;

NRP: número de ramos planta;

NVP: número vagem planta;

PG: produtividade de grãos kg/ha;

PMG: peso de mil grãos;

SPAD: leitura do teor de clorofila;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.1 Objetivos Específicos	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 A cultura da soja e sua importância	19
3.2 Inoculação via semente e sulco	20
3.3 Adubação fosfatada na soja	22
3.4 Bactérias solubilizadoras de fosfato	23
3.5 BiomaPhos	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Descrição do local	26
4.2 Metodologia	28
4.3 Caracteres agronômicos avaliados	30
4.4 Implantação e manejo	30
4.5 Linha do tempo (Cronograma de atividades)	46
4.6 Forma de análise de dados	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Originária do continente asiático, a soja (*Glycine max L. Merrill*), é uma das principais culturas oleaginosas produzidas e consumidas em todo o mundo (MENGISTU et al., 2018). Além disso, está entre as commodities mais produzidas, se destacando na produção de óleo vegetal e farelo de soja (WIJewardana et al., 2019). Sua produção chega a 337,3 milhões de toneladas, sendo o Brasil e os Estados Unidos, o primeiro e segundo maior produtor, respectivamente (USDA, 2020). O Brasil, país de escala continental, é referência mundial na produção e exportação desta. Nacionalmente produziram-se, em 2019/20, 134,953 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 3.528 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Na região Sudeste, mais especificamente no estado de São Paulo, a produtividade média obtida no ano agrícola 2018/19 foi de 3.933 kg ha⁻¹ com área semeada de 2.174,2 mil hectares. Para o ano agrícola 2019/20, verificou-se expansão da cultura, principalmente em áreas anteriormente ocupadas por milho, feijão, cana de açúcar e amendoim. A produtividade foi de 4.060 kg ha⁻¹ com área semeada de 2.329,1 mil hectares (CONAB, 2020).

No cenário do agronegócio mundial, o desafio do setor agrícola é manter um ritmo crescente de aumento de produção e alimentar a crescente população mundial, não aumentando área plantada, mas sim a produtividade por área plantada

O plantio sobre palhada é uma prática de manejo que tem demonstrado eficiência no controle da erosão, via manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, e propicia, também, o aumento da disponibilidade de nutrientes (ALVARENGA, 1996), o fornecimento de N pela decomposição da matéria orgânica, e maior quantidade de água disponível no solo (STONE; MOREIRA, 2000; FAGERIA; STONE, 2004).

A dificuldade na formação e manutenção da palhada sobre o solo na região dos cerrados está diretamente associada ao clima, caracterizado por um

regime de chuvas com precipitações concentradas nos meses de outubro a março e pelas altas temperaturas, que influenciam a atividade microbiana do solo (TIMOSSI et al., 2006). Desse modo, a escolha da espécie formadora da palhada e o seu manejo químico assumem grande importância para o sucesso do sistema.

O uso da espécie forrageira como as do gênero *Urochloa* para a formação de palha, vêm despertando o interesse de agricultores e pesquisadores (APDC, 2001; BERNARDES, 2003; TORRES, 2003; ANDRIOLI, 2004). Estas forrageiras são de grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua relação C/N alta, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes. A braquiária se destaca pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo. Segundo Bernardes (2003), a forrageira já é difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua eventual adoção para a produção de massa para a cobertura do solo, em sistema plantio direto.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade da soja estão diretamente ligados com os avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (EMBRAPA, 2011). Os microrganismos desempenham papel primordial na ciclagem de fósforo (P) no solo, sendo capazes de transformar o fósforo insolúvel em formas solúveis e acessíveis às plantas (OWEN et al., 2015). A adição de inoculantes contendo esses microrganismos pode acelerar a liberação na rizosfera do fósforo inorgânico ou orgânico não disponível e enriquecer o solo biologicamente (OWEN et al., 2015).

O P está entre os nutrientes mais requeridos durante o desenvolvimento de grande parte das culturas, assim como na soja; todavia, a maior parte deste elemento presente nos solos brasileiros se encontra fixado, ou seja, aderido à argila. Desta forma, dificulta a absorção do nutriente pelas plantas, com isso, são aplicadas grandes quantidades de fertilizantes fosfatados nas culturas, trazendo gastos ao produtor (ROSA; CAPONI; ZANÃO JUNIOR, 2016).

Para soja cultivada em ambientes marginais contendo solos arenosos, baixo teor de matéria orgânica, baixa fertilidade natural e presença de veranicos, a adubação fosfatada se torna imprescindível para altas produtividades. Porém doses acima da recomendada (40 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) segundo Boletim 100 IAC (2014) aliado a inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo podem ser tecnologias indispensáveis para esses ambientes de produção.

Levantou-se a hipótese de que o rendimento da cultura da soja pode ser aumentado utilizando-se bactérias solubilizadoras de fósforo, conciliando com uma menor adubação mineral. Assim, trazendo ao produtor maior produtividade e menores custos de adubação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito vegetativo e reprodutivo da soja em função da inoculação com bactérias solubilizadoras de fósforo em plantio direto em diferentes doses de adubação fosfatada.

2.1 Objetivos Específicos

- Disponibilização do fósforo no solo não absorvido pelas plantas através das bactérias solubilizadoras de fósforo, assim reduzindo os gastos pelo produtor com adubação fosfatada mineral através desse modo de ação das bactérias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da soja e sua importância

A soja [*Glycine max (L.) Merrill*], pertencente à família Fabaceae, é a mais importante leguminosa cultivada em nível mundial, tanto do ponto de vista econômico, como no aspecto nutricional (CÂMARA, 2006). O grão da soja tem sido utilizado na alimentação humana através da produção de óleos, margarinas, gordura vegetal, maionese, chocolates, temperos prontos, massas, leite, sucos entre outros. Alguns estudos ainda relatam propriedades antioxidantes que retardam o envelhecimento, além de propiciar aumento na massa magra (VIDOR et al., 2014).

Originária da China, foi inicialmente introduzida no Brasil em 1882 por Gustavo D'Utra, no estado da Bahia, porém sem muito sucesso. Em 1891, cultivares de soja foram levadas para São Paulo e avaliadas no IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, no entanto o melhor desempenho só foi verificado mais tarde entre 1920 e 1940 nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, por conta das condições climáticas mais favoráveis (GAZZONI, 2018).

No ano agrícola 2020/21 a produção mundial foi de 362,947 milhões de toneladas, sendo o Brasil e os Estados Unidos o primeiro e segundo maiores produtores com 135,409 e 112,549 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2021). No Brasil, os principais estados produtores são: Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná. A produtividade média brasileira no ano agrícola 2020/21 foi de 3.517 kg ha⁻¹ com uma área semeada de 38,502 milhões de hectares (CONAB, 2021). No ano agrícola 2019/20 a área semeada foi de 36,949 milhões de hectares com produtividade média nacional estimada em 3.379 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Essa oleaginosa pode ser utilizada tanto na alimentação humana, in natura ou processada, como na alimentação animal, por meio de farelo e concentrados; além de ser empregada na produção de biodiesel (SILVA; LIMA; BATISTA, 2011). Ela tem uma grande importância ao país, tendo em vista os aspectos de sua cadeia produtiva. Ela desempenha um papel socioeconômico importantíssimo ao proporcionar o desenvolvimento de um amplo complexo agroindustrial, gerador de milhares de empregos em diversos setores (SALINET, 2009).

O fato de apresentar diversas formas de aproveitamento permite que a comercialização da soja esteja sempre em crescimento, o que a torna o grão mais exportado do país. Por ser um grão utilizado tanto na alimentação humana quanto animal, a soja apresenta demanda do mercado interno e externo crescentes, visto que a população mundial, assim como a quantidade de animais têm aumentado gradativamente, com isso há necessidade de produzir mais em menor tempo e espaço, pois, embora o Brasil apresente grandes áreas virgens para uma possível expansão da fronteira agrícola, as leis ambientais regulam e/ou proíbem a abertura de novas áreas para fins agricultáveis, mantendo somente as já consolidadas (SAATH; FACHINELLO, 2018).

A sua importância para o Brasil pode ser dimensionada tanto pelo impressionante crescimento da produção desta leguminosa quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja). A soja, por ser fonte de proteínas inesgotáveis na alimentação humana e de grande parte dos animais que produzem carne, leite e ovos, oferece hoje uma variedade de produtos. Trata-se de uma cadeia produtiva bastante abrangente, pois animais criados com rações produzidas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão afiançar outras áreas da economia, como o setor de couro, o de fertilizantes orgânicos e outros (ROESSING et. al., 2005).

O mercado internacional conta com uma considerável participação brasileira, com o posto de primeiro lugar como exportador mundial da soja. O mercado da soja ainda tem muitos caminhos a serem percorridos, pois no caso brasileiro, ainda existem áreas a serem desbravadas com um alto potencial de utilização de espaço físico (MISSÃO, 2006).

3.2 Inoculação via semente e sulco

A inoculação deve ser feita à sombra e efetuar a semeadura no mesmo dia, especialmente se a semente estiver tratada com fungicida e micronutrientes, devendo manter a semente inoculada protegida do sol e do calor excessivo. Evitar o aquecimento, em demasia, do depósito da semente na semeadora, pois altas temperaturas reduzem o número de bactérias viáveis aderidas à semente. Para melhor aderência dos inoculantes turfosos, recomenda-se umedecer a semente com 300 ml/50 kg semente de água açucarada a 10% (100 g de açúcar

e completar para um litro de água). É imprescindível que a distribuição do inoculante turfoso ou líquido seja uniforme em todas as sementes para que se tenha o benefício da FBN em todas as plantas (CAMPO; HUNGRIA, 2000).

Se o inoculante utilizado for o inoculante turfoso, as sementes devem ser umedecidas com uma solução açucarada ou outra substância adesiva. Adicionar o inoculante, homogeneizar e deixar secar a sombra. A distribuição da mistura açucarada/adesiva mais inoculante nas sementes deve ser feita, preferencialmente, em máquinas próprias, tambor giratório ou betoneira. Mas, se o inoculante utilizado for o inoculante líquido é necessário apenas aplicar o inoculante nas sementes, homogeneizar e deixar secar a sombra sem a necessidade de utilização de uma substância adesiva. E também não deixar a semente inoculada por muito tempo para ser utilizada se não perde a eficiência, e não expor ao sol (ZILLI et al., 2009).

Quando a inoculação é feita apenas na semente de soja, produz nodulação nos primeiros pelos radiculares (DART, 1977). A nodulação inicial degenera-se antes da completa formação de grãos, o que ocorre no período crítico de demanda de nitrogênio pela planta de soja (R5) (VARGAS et al; 1982). Os nódulos formados posteriormente nas raízes, em solo com população estabelecida de rizóbio, prolongam o período de FBN na soja (CIAFARDINI; BARBIERI, 1987).

Avaliações realizadas em diversos experimentos no Brasil, durante três anos consecutivos, indicaram ser possível a inoculação antecipada das sementes da soja em até cinco dias antes da semeadura, o que possibilitaria ao produtor realizar a inoculação previamente à semeadura e executá-la no momento oportuno (CAMPO; HUNGRIA, 2007).

Todavia, a aplicação tradicional, via semente, nem sempre é eficiente, principalmente pela aplicação conjunta de fungicidas, inseticidas e micronutrientes, além do rizóbio, os quais contribuem para causar toxidez às bactérias e danos às vezes irreversíveis às sementes (VARGAS; SUHET, 1980).

Como alternativa para reduzir esses efeitos negativos e viabilizar a inoculação, uma prática que tem sido difundida é a aplicação de rizóbio no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição das sementes, no momento de instalação da lavoura de soja. Essa prática baseia-se no fato de que o rizóbio

de soja apresenta facilidade de se estabelecer no solo e sobreviver com os substratos orgânicos disponíveis, sendo indicada para condições adversas, tais como solos secos e quentes ou sementes tratadas com produtos deletérios para o rizóbio (WILLIAMS, 1984)

O método tradicional de inoculação pode ser substituído pela aplicação do inoculante por aspersão no sulco, por ocasião da semeadura, em solos com ou sem população estabelecida. Esse procedimento pode ser adotado desde que a dose de inoculante seja, no mínimo, seis vezes superior à dose indicada para as sementes. A utilização desse método tem a vantagem de reduzir os efeitos tóxicos do tratamento de sementes com fungicidas e da aplicação de micronutrientes nas sementes sobre a bactéria (HUNGRIA et al, 2000; ZILLI et al., 2009).

Descrito por Câmara, (2014), o equipamento de pulverização de sulco é uma alternativa prática e eficaz contra a morte de *Bradyrhizobium* ocasionada pelo tratamento de sementes, pois evita o contato direto da bactéria com o produto pulverizado para o controle de patógenos. A inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura tem surgido como uma estratégia capaz de tornar compatível o processo de inoculação com o tratamento de sementes com fungicidas (VIEIRA NETO et al., 2008), sendo essa prática recomendada tecnicamente (EMBRAPA, 2008).

Quando a inoculação é feita apenas na semente de soja, produz nodulação nos primeiros pelos radiculares (DART, 1977). A nodulação inicial degenera-se antes da completa formação de grãos, o que ocorre no período crítico de demanda de nitrogênio pela planta de soja (R5) (VARGAS et al; 1982). Os nódulos formados posteriormente nas raízes, em solo com população estabelecida de rizóbio, prolongam o período de FBN na soja (CIAFARDINI; BARBIERI, 1987).

3.3 Adubação fosfatada na soja

O P está entre os nutrientes mais requeridos durante o desenvolvimento de grande parte das culturas, assim como na soja; todavia, a maior parte deste elemento presente nos solos brasileiros se encontra fixado, ou seja, aderido à argila. Desta forma, dificulta a absorção do nutriente pelas plantas, com isso, são

aplicadas grandes quantidades de fertilizantes fosfatados nas culturas, trazendo gastos ao produtor (ROSA; CAPONI; ZANÃO JUNIOR, 2016)

Estirpes dos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rhizobium* estão entre as bactérias mais eficientes na solubilização de P (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999). Um maior entendimento da capacidade e da eficiência de microrganismos, em solubilizar diferentes fosfatos, pode levar à seleção de isolados com alto potencial de uso para a inoculação em plantas.

Um bom suprimento de fósforo para a planta, por outro lado, promove incrementos significativos na produção de soja, em áreas de cerrado, mesmo no primeiro ano de cultivo (ARAÚJO et al., 2005). Deve-se considerar também, que a adubação fosfatada atua no desenvolvimento radicular das culturas (CRUSCIOL et al., 2005; RIBEIRO et al., 2010) e favorece a absorção de água e nutrientes.

Em 2018, segundo dados da GlobalFert, um dos principais provedores de informações estratégicas do segmento, o Brasil importou 24,96 milhões de toneladas de fertilizantes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), volume 4% maior que em 2017. Somente os adubos fosfatados, segundo a consultoria, respondem por 23% desse montante, atingindo 5,69 milhões de toneladas importadas no período. Então nota-se uma oportunidade de buscar soluções de diminuir essa importação, fato que reduziria grande parte do consumo e gastos em fertilizantes por parte do produtor.

Uma das alternativas promissoras consiste na utilização de rochas naturais, que possuem baixas taxas de solubilização (STOCKDALE et al., 2002), mas que em associação com microrganismos do solo como inoculantes, denominados solubilizadores de fósforo (MSP), são capazes de suprir, a demanda de fósforo pelas plantas.

3.4 Bactérias solubilizadoras de fosfato

Uma alternativa para redução dos gastos com adubos fosfatados é a utilização de fosfatos naturais, entretanto, estes são caracterizados pela sua baixa solubilidade. Sabendo disso, pesquisadores iniciaram recentemente com sucesso, a utilização de microrganismos que apresentam a capacidade de solubilizar essa fonte de fósforo, aumentando a eficiência em sua aplicação;

além disso, a utilização destes materiais contribui com o meio ambiente, por reduzir a utilização de fertilizantes sintéticos (MASSENSINI et al., 2016).

Estes microrganismos são de vida livre, o que significa que não dependem de plantas vivas para realizarem suas funções. Porém dependem de material orgânico no solo ou de minerais no solo, ou mesmo na água em corpos de água. Além de auxiliarem na disponibilidade de fósforo absorvível para as plantas, existem outros benefícios relacionados ao seu uso.

A adição de inoculantes contendo esses microrganismos pode acelerar a liberação na rizosfera do fósforo inorgânico ou orgânico não disponíveis e enriquecer o solo biologicamente (Owen et al., 2015). Esses microrganismos ainda apresentam outros mecanismos de promoção de crescimento, como a solubilização de K, produção de fitormônios, enzimas, sideróforos, bioproteção contra patógenos, e podem, por meio de mecanismos secundários, aumentar a absorção de outros nutrientes e água pelo estímulo ao sistema de raízes (Gupta et al., 2015; Ribeiro et al., 2018).

Outra vantagem do uso destes microrganismos como bioinoculantes, além da solubilização da rocha, é a capacidade de também disponibilizar o fósforo complexado a Ca, Fe e Al no solo, principalmente pela liberação de ácidos orgânicos (WHITELAW, 2000; GOLDSTEIN et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009), além de mineralizar o fósforo orgânico do solo e resíduos orgânicos liberando enzimas fosfatases (RICHARDSON et al., 2009; OGBO, 2010; VASSILEVA et al., 2010; JORQUERA et al., 2011; MANDER et al., 2012) e fitases (GREINER, 2006).

A solubilização do fósforo por estes microrganismos ocorre principalmente por dois mecanismos de ação. O primeiro é conhecido como mineralização, em que o fósforo é liberado de forma imediata para o solo, por uma atividade enzimática das enzimas fosfatase que hidrolisam o fósforo orgânico. A segunda forma ocorre pela produção de ácidos inorgânicos, orgânicos e/ou pela diminuição do valor do pH do solo pelas bactérias e fungos, que acabam auxiliando na solubilização do fosfato (AGRO INOVADORES, 2022).

A solubilização do fosfato é realizada a partir da liberação de prótons, que são resultado do metabolismo desses microrganismos. Após a liberação, ocorre uma modificação no pH da solução do solo presente na rizosfera e com isso há uma mudança na disponibilidade do nutriente, facilitando sua absorção pelas

plantas. O P-não lábil consiste na fração de P que está irreversivelmente fixada às partículas do solo, já o P-lábil consiste em uma fração de P que não estão prontamente disponíveis para absorção, mas que mantêm uma relação de equilíbrio com a solução, disponibilizando P à medida em que ele é absorvido (AGROADVANCE,2022). Em alguns casos pode ocorrer a liberação de ácidos orgânicos aniônicos (AOA) que também contribuirão com a solubilização, por meio da acidez (BONILLA, 2015). Enfim, são capazes de realizar a solubilização dos fosfatos naturais de algumas bactérias do gênero *Bacillus*, como a *Bacillus subtilis* e a *Bacillus megaterium*. Estas permitem que as raízes absorvam maiores quantidades de P e ao mesmo tempo recebem compostos fundamentais ao desenvolvimento bacteriano, como açúcares; uma verdadeira relação de simbiose (EMBRAPA, 2019).

3.5 BiomaPhos

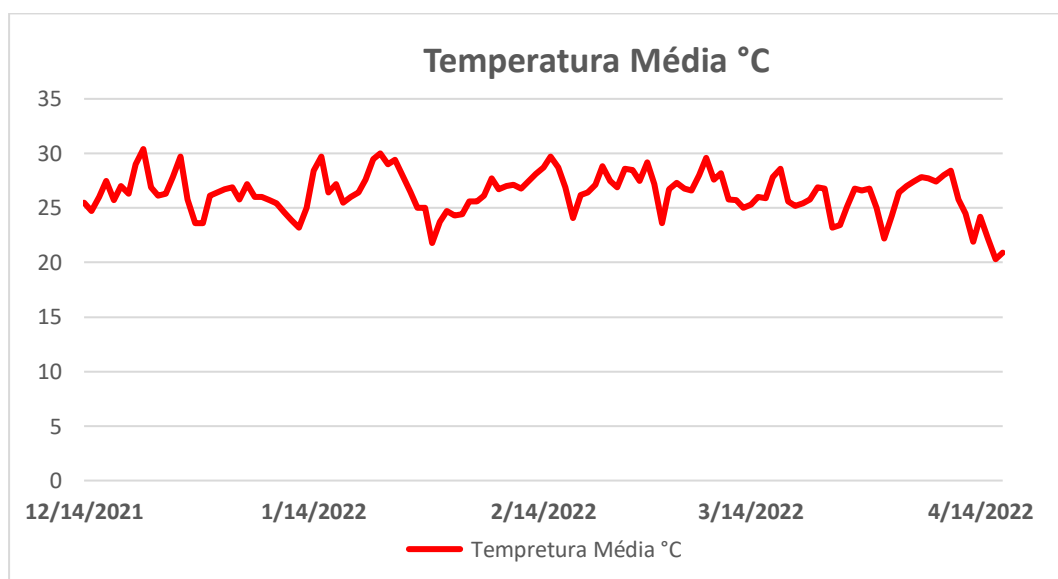
O BiomaPhos é um produto desenvolvido para a solubilização de fósforo. É um inoculante líquido, recomendado para o tratamento de sementes ou aplicação via jato dirigido no sulco de semeadura. O inoculante é capaz de aumentar a absorção de fósforo pelas plantas, o que pode mudar o quadro de alta dependência brasileira do mercado internacional de fertilizantes. Quando utilizado via tratamento de sementes na dose de 120 ml/ha ou sulco de semeadura na dose de 150 ml/ha, o BiomaPhos ajuda à planta desde o início da formação das raízes. As bactérias presentes no produto se multiplicam e colonizam a rizosfera da planta. Durante esse processo, as cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*) iniciam a produção de diferentes ácidos orgânicos. Esses ácidos atuam na porção do solo que se encontra em contato com as raízes das plantas, iniciando assim o processo de solubilização do fósforo que está retido ao cálcio, alumínio e ferro presentes no solo, deixando-o prontamente disponível para a absorção e a assimilação pela planta. Além disso, o inoculante também atua na mineralização do fósforo presente na matéria orgânica do solo (fitato), dando maior aporte desse elemento para o cultivo (BIOMA, 2019).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição do local

O experimento foi conduzido na área experimental na UNESP/FCAT – Faculdade de Ciências Agrária e Tecnológicas – Dracena – SP, localizada nas coordenadas geográficas latitude 21° 29' S, longitude 51° 32' W e altitude de 420 metros. O clima é classificado predominantemente do tipo Aw de acordo com a classificação koppen, a temperatura média é de 27°C e o solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2013). A textura do solo, determinada pelo método da pipeta, no laboratório de solos da FCAT/Unesp foi: 86,6 g/kg de argila, 836,5 g/kg de areia e 76,9 g/kg de silte. Conforme a Figura 1, pode-se observar a temperatura média da área experimental, e conforme Figura 2 se observa a precipitação durante o experimento. Descrito na Tabela 1 e 2, pode-se ver os teores de nutrientes disponíveis no solo através da análise química de solo.

Figura 1 – Temperatura média durante o período de condução do experimento. Dracena-SP, 2021/2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Precipitação durante o período de condução do experimento.
Dracena-SP, 2021/2022.

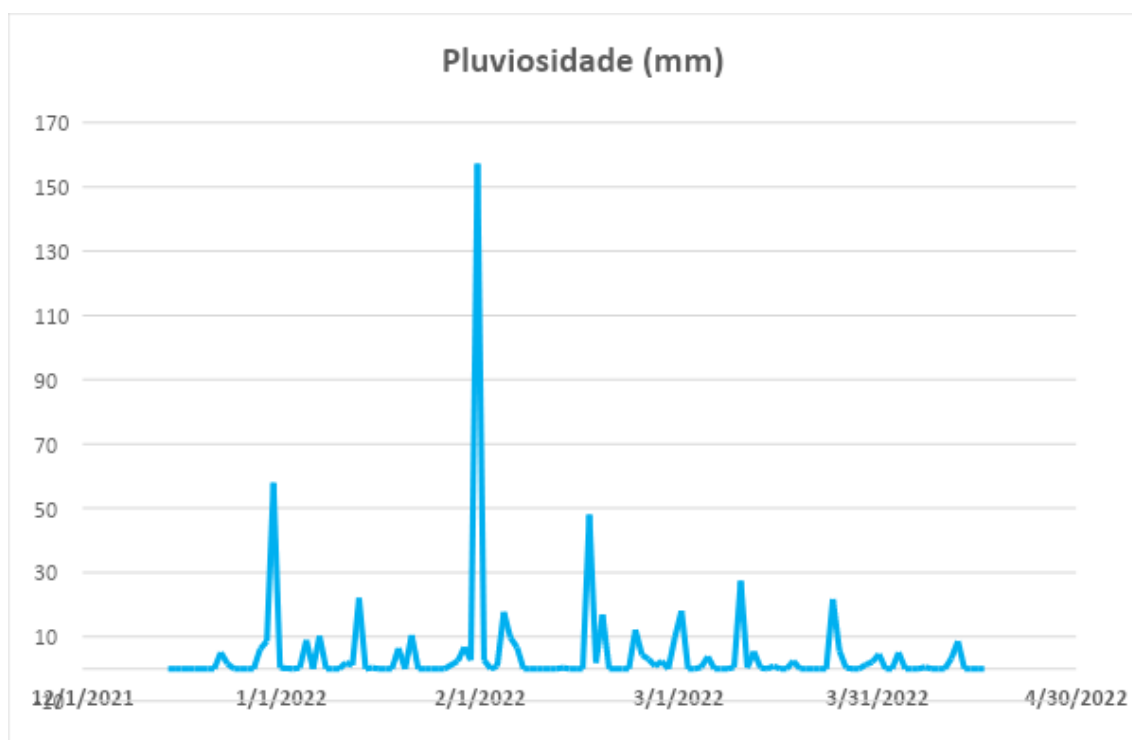


Tabela 1 – Teores de nutrientes através da análise química do solo na camada de 0-20 cm, realizada na área experimental em julho de 2021.

P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al₃₊	SB	S-SO₄
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mg dm ⁻³
8	11	5,7	0,2	17	2,8	11	0	20	4
CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mmolc dm ⁻³	%	%	%	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
31	65	54,84	9,03	0,65	0,11	0,3	9	3,6	0,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Teores de nutrientes através da análise química do solo na camada 20-40cm, realizada na área experimental em julho de 2021.

P Resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al₃₊	SB	S-SO₄
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mg dm ⁻³
8	10	4,7	0,5	12	3,7	28	0	16	2,9
CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mmolc dm ⁻¹	%	%	%	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻¹
44	37	27,27	8,41	1,14	0,11	0,4	14	5	0,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Metodologia

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um fatorial 3 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos quanto à inoculação foram: não inoculado, inoculação do BiomaPhos via semente na dose comercial (120 mL ha⁻¹), inoculação do BiomaPhos via sulco de semeadura na dose de (150 mL ha⁻¹). O segundo fator foram os volumes adubação de fósforo no momento da semeadura: 0, 50, 100, 150, 200 kg P₂O₅ ha⁻¹ (foi usado o fertilizante superfosfato triplo, 41 % de P₂O₅, como fonte de fósforo).

Como fonte de nitrogênio, foi realizada a coinoculação das cepas SEMIA 5079 e SEMIA 5080, da bactéria fixadora de nitrogênio *Bradyrhizobium japonicum*, para nodulação do sistema radicular da soja.

A adubação de semeadura de potássio foi na forma de cloreto de potássio (60% de K₂O) sendo 80 kg/ha na semeadura, seguindo a recomendação do boletim 200 (BRAGA et al., 2014), levando em consideração os resultados da análise de solo.

O experimento foi implantado em área que estava com a cultura do arroz na safra 2019/2020. A área de cada unidade experimental foi de 9 m², as dimensões de cada unidade foram de 4,0 m de comprimento por 2,25 m de

largura, contendo 5 linhas de semeadura da soja com espaçamento entre linhas de 0,45 m. A área útil de cada parcela será constituída pelas 3 linhas centrais, desprezando 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha.

Em fevereiro de 2021 foram coletadas duas amostras compostas de solo, nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, formadas por 20 amostras simples, para análise química do solo (RAIJ et al., 2001). Em seguida, foi estabelecida a calagem e gessagem com base na análise química do solo levando em consideração as recomendações de (Braga et al., 2014) para elevar a saturação por bases do solo a 60%. O preparo inicial do solo foi convencional que consiste no revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e, com isso, elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água.

Na sequência foi realizada a semeadura da planta de cobertura para formação da palhada, que então serviu para semeadura da soja. A semeadura da *Urochloa* cultivar BRS Paiaguás foi realizada mecanicamente no dia 04 de maio de 2021, sendo utilizadas 10 kg sementes kg ha⁻¹. Após o estabelecimento das plantas, aos 120 dias após emergência foi feita a dessecação com glifosato, deixando-a sobre o solo para o plantio sobre a palhada. Foi utilizado a cultivar BRS Paiaguás, com média exigência em fertilidade do solo, maior acúmulo de forragem durante o período seco, permite a implantação da lavoura sobre sua palha (FACHOLI, 2021).

A semeadura da soja foi realizada manualmente no dia 14 de dezembro de 2021, sendo utilizadas 18 sementes m⁻¹. Após o estabelecimento das plântulas foi feito o desbaste, deixando-se 15 plantas por m⁻¹, com uma população de 333.333/ha⁻¹. O tratamento das sementes foi feito com o produto Fortenza® Duo que contém combinação de dois ativos inseticidas Ciantraniliprole e Tiametoxam (200 ml, do produto comercial /100 kg sementes). Na aplicação em semente de micronutrientes foi utilizado o produto CoMo PLATINUM na dose de 150 ml/ha⁻¹. Foi utilizado a cultivar da soja NS 6700 IPRO de crescimento indeterminado, com resistência ao acamamento, resistente ao cancro da haste, com média a alta exigência de fertilidade (NIDERA SEMENTES, 2021).

As irrigações para as parcelas, quando necessárias, foram realizadas com um sistema de aspersão convencional com eficiência de 80%, com espaçamento dimensionado com 12 x 12 m entre aspersores e linhas de irrigação, com intensidade de aplicação de 10 mm por hora e pressão de serviço (PS) de 30 mca, sendo as irrigações realizadas conforme necessidade da cultura em seus respectivos ciclos fenológicos. Os dois períodos mais sensíveis da soja à falta de água no solo são germinação e enchimento de grãos porque envolvem diretamente a formação dos componentes do rendimento (CUNHA; BERGAMASCHI, 1992; CASAGRANDE, 2001; EMBRAPA, 2002).

O controle de pragas, doenças e plantas daninhas na área das parcelas experimentais foram realizados, quando necessários, com aplicação de produtos químicos recomendados para a cultura da soja, respeitando-se as doses e períodos de carência de cada produto.

4.3 Caracteres agronômicos avaliados

No pleno florescimento da soja (estágio fenológico R2, aproximadamente aos 80 dias após a emergência das plantas), (FEHR; CAVINESS, 1977). Foram realizadas medições indiretas do teor de clorofila na quinta folha desenvolvida do ápice para a base em 10 plantas por parcela com o clorofilômetro Falker CFL 1030.

Os componentes de produtividade avaliados na maturidade fisiológica, no estágio reprodutivo R8 (FEHR; CAVINESS, 1977) utilizando 10 plantas por parcela foram: altura de planta na maturação (APM) e altura de inserção da primeira vagem (AIPV) em cm; número de nós por planta (NNP); número de ramos por planta (NRP); número de vagens por planta (NVP); número de grãos por planta (NG); massa de mil grãos (M1000); produtividade de grãos (PG) em kg ha^{-1} (valores corrigidos para 13% de umidade).

4.4 Implantação e manejo

Primeiramente foi realizado a roçagem na área onde foi instalado o experimento, onde se encontrava cultivada a cultura do arroz e posteriormente foi realizado o preparo com grade aradora e depois grade niveladora para assim

ser possível realizar a semeadura da *Urochloa* para formação de palhada para a cultura da soja, conforme Figura 3.

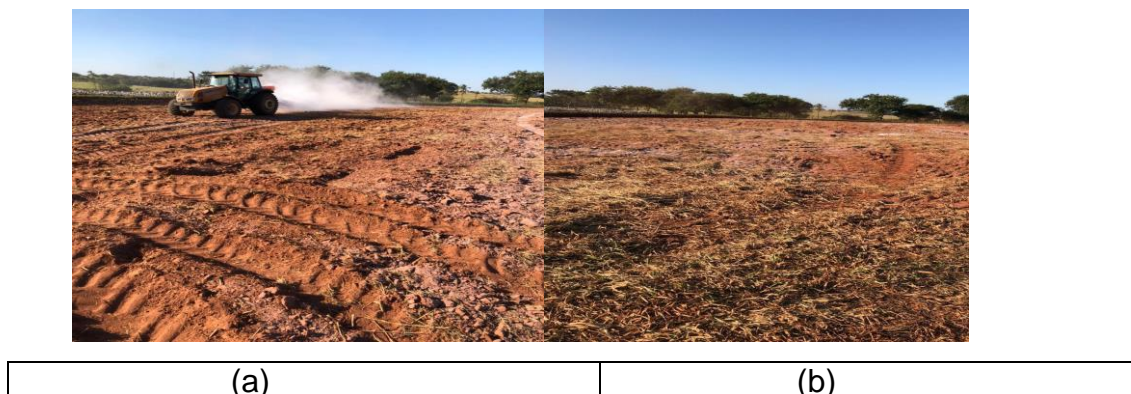
Figura 3 – Preparo de Solo da Área Experimental após roçagem do arroz (a). Área preparada após grade aradora e niveladora (b).



Fonte: Próprio autor.

Em seguida foi realizada a aplicação do calcário na área experimental como forma de corrigir a acidez do solo e fornecer cálcio e magnésio para o solo, conforme necessidade vista através da análise de solo. A aplicação foi feita a lanço com Aplicador a lanço Sembra 600P Ideal para aplicação à lanço de fertilizantes, sementes e calcário em pequenas e médias propriedades, sendo uma máquina leve, resistente, com regulagem simples e precisa, possui sistema monodisco de distribuição com pás reguláveis que garantem uniformidade ao longo de toda a faixa de aplicação, conforme Figura 4.

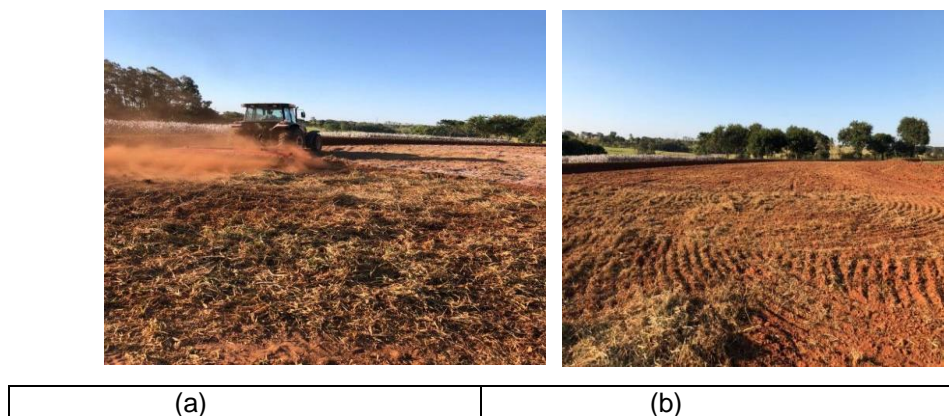
Figura 4 – Momento da aplicação do calcário (a). Área pronta após a calagem (b).



Fonte: Próprio autor

Foi realizada a incorporação do calcário como na Figura 5, pois esse elemento é fundamental na eliminação de barreiras químicas que impedem o desenvolvimento do sistema radicular e, com isso, proporciona maior capacidade da raiz captar água a uma profundidade maior, como também esta prática diminui o tempo de reação do calcário.

Figura 5 – Incorporação do Calcário na Área Experimental (a). Área pronta para semeadura da planta de cobertura (b).



Fonte: Próprio autor.

A semeadura da *Brachiaria brizantha*-BRS Paiaguás foi realizada a lanço com Aplicador a lanço Sembra 600P na quantidade de 10 kg/ha⁻¹ de sementes. Em seguida foi passado a grade niveladora fechada para incorporar levemente as sementes que precisam de uma profundidade de plantio de 2 a 3 cm, conforme Figura 6.

Figura 6 – Semeadura *Urochloa brizantha* a lanço (a). *Urochloa* com 130 dias de plantio (b).



Fonte: Próprio autor.

A dessecação da *Urochloa* ocorreu após 171 dias do seu plantio, no dia 22 de outubro de 2021. Foi utilizado na calda de pulverização o ingrediente ativo glifosato + 2,4-D, na dose de 250 l/ha⁻¹ conforme Figura 7.

Figura 7 – Dessecação *Urochloa brizantha* (a). Área experimental após 15 dias de aplicação (b).



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor.

Após a morte das plantas através da dessecação realizada e com boa uniformidade da palhada, foi realizada a adubação de semeadura com o Superfosfato Triplo como forma de disponibilização de Fósforo conforme os tratamentos estipulados conforme Figura 8, sendo aplicado as doses (0,50,100,150 e 200 kg/ha⁻¹).

Figura 8 – Abertura do sulco onde foi depositado o adubo. Momento da adubação das parcelas experimentais.



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor.

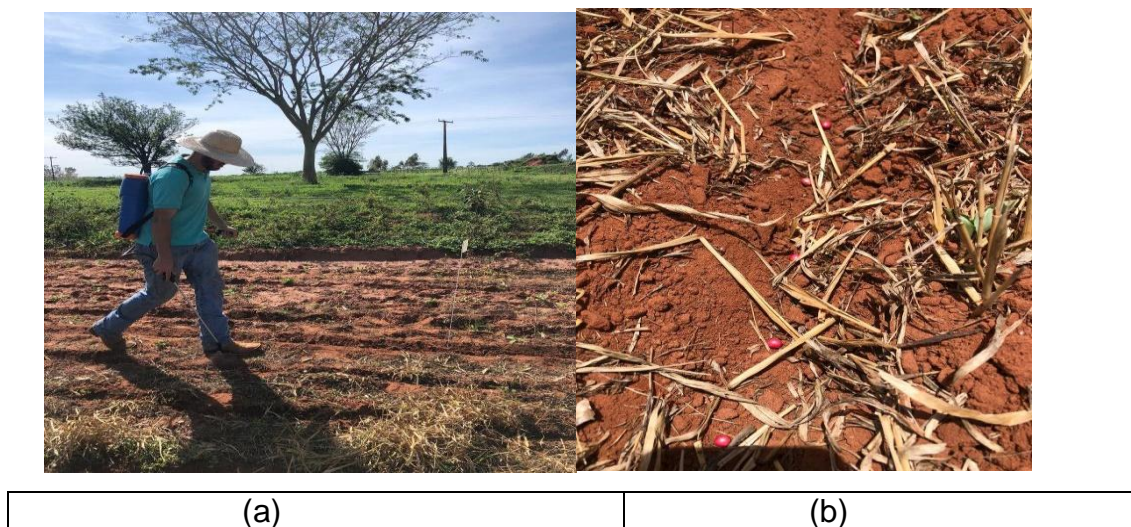
Após a adubação, foi realizado a semeadura da soja dividida em duas etapas, mecanicamente com a ajuda da semeadora (Figura 9) e fisicamente no dia 14 de dezembro de 2021, tendo que ser abertos os sulcos manualmente e semeadas as sementes na mão com ajuda de gabarito (Figura 10). As sementes já vieram tratadas com o produto Fortenza® Duo na dose de (200 ml, do produto comercial /100 kg sementes). Este contém combinação de dois ativos inseticidas: Ciantraniliprole e Tiametoxam. O primeiro protege as sementes contra corós e lagartas, enquanto o segundo impede a ação de percevejos e cigarrinhas. Desenvolvendo uma tecnologia que proporciona maior espectro de controle de pragas e efeito residual prolongado (SYNGENTA, 2021), conforme Figura 10. Foram realizados o tratamento com micronutrientes, inoculação do BiomaPhos em seus respectivos tratamentos e coinoculação do *Bradyrhizobium japonicum*, desta maneira, foi realizada a semeadura. Para a aplicação do BiomaPhos via sulco, foi utilizado uma máquina costal da Jacto de 20 Litros de Jato dirigido.

Figura 9 – Semeadura das parcelas que não haveriam inoculação com ajuda da semeadora.



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 – Inoculação via sulco do BiomaPhos (a). Sementes dispostas no sulco de semeadura (b)



Fonte: Próprio autor.

Após o primeiro e o terceiro dia da semeadura o experimento foi irrigado por quatro horas para uma melhor germinação. Aos 4 DAS (dias após a semeadura), foi realizado a aplicação de gesso (sulfato de cálcio) com composição de: 15% de S e 18% de Ca, na dose de 1 tonelada por hectare, visando fornecer enxofre e cálcio para a cultura da soja, melhorando o ambiente radicular em profundidade para as plantas. Conforme Figura 11.

Figura 11 – Aplicação de Gesso. Área total após aplicação do Gesso Agrícola



Fonte: Próprio autor.

A emergência da soja ocorreu 6 DAS (dias após sementeira) no dia 20 de dezembro de 2021 (Figura 12).

Figura 12 – Emergência da Soja após seis dias da sementeira. Soja com oito dias após sementeira já com seu primeiro par de folhas.



Fonte: Próprio autor.

Foi realizado após 6 DAE (dias após a emergência), adubação de 50 kg de K₂O na forma de cloreto de potássio (58% de K₂O), juntamente com micronutrientes com o adubo AGRAMIX BR 12 que possui em sua formulação: 9% Zn; 2% Mn; 1,8% B; 0,8% Cu e 0,1% Mo, na dose de 30 kg/ha⁻¹, conforme a Figura 11. Foi realizado após 27 DAE (dias após a emergência), a segunda adubação de 50 kg de K₂O na forma de cloreto de potássio (58% de K₂O), no dia 17 de janeiro, totalizando 100 kg/ha⁻¹, conforme Figura 13.

Figura 13 – Aplicação de cloreto de potássio e micronutrientes.



Fonte: Próprio autor.

Após a aplicação do adubo, foi colocado sobre a soja, sombrite de grau 30%. Há um histórico de outras safras na área experimental de ataque de pombas e lebres, devastando experimentos por completo. Desta maneira foi inserido este, como forma de proteção durante 15 dias, conforme Figura 14. Após decorridos os 15 dias, foi instalado o sombrite lateralmente, apoiado em diversas estacas colocadas ao redor do experimento presas com arame, como forma de proteção contra as lebres. Com a aplicação deste, houve uma diminuição da temperatura para a cultura favorecendo o microclima e aumentando umidade, além de aumentar a atividade microbiana desse solo, podendo influenciar nesse desenvolvimento inicial da cultura.

Figura 14 – Sombrite cobrindo a soja como forma de proteção contra pombas e lebres.



Fonte: Próprio autor.

No dia 07 de janeiro de 2022 (17 DAE), foi realizada a primeira aplicação na cultura da soja visando controlar as plantas daninhas existentes que estavam competindo nutrientes com a cultura (Figura 15). Foi aplicado o produto Poquer (ingrediente ativo CLETODIM) $1,1 \text{ L/ha}^{-1}$ juntamente com o Stinger Wg (ingrediente ativo GLIFOSATO) na dose de $2,8 \text{ Kg/ha}^{-1}$. Foi aplicado também o produto CoMo Platinum como forma de fornecer cobalto e molibdênio na dose de 60ml/ha^{-1} . Foi aplicado como forma preventiva 500ml/ha^{-1} o inseticida Pirate (ingrediente ativo CLORFENAPIR) para o controle de percevejos. Com a aplicação foi obtido um ótimo resultado (Figura 16).

Figura 15 – Primeira aplicação na cultura da soja.



Fonte: Próprio autor.

Figura 16 – Soja com 24 DAE após aplicação no dia 13 de janeiro de 2022.



Fonte: Próprio autor.

Após o estabelecimento das plântulas, no dia 15 de janeiro (26 DAE) foi feito o desbaste, deixando-se 15 plantas por m^{-1} , com uma população de 333.333/ha⁻¹.

Durante acompanhamento na área experimental, com a soja em estágio R.5 (enchimento de grãos) no dia 7 de março aos 78 DAE, conforme Figura 17, 18 e 19. Foi notado a presença de algumas pragas. Dentre elas a Lagarta-falsa-

medideira (*Chrysodeixis includens*), Percevejo-marrom (*Dichelops Furcatus*) e o Percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*).

Figura 17 – Soja em estágio R.5 (enchimento de grãos).



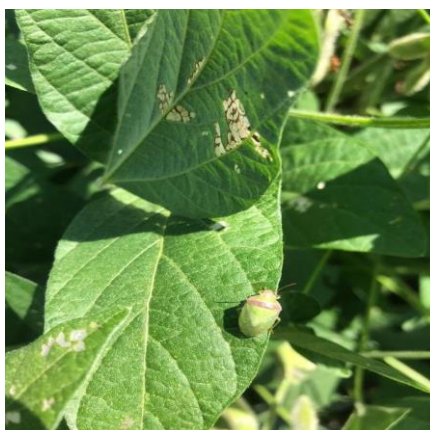
Fonte: Próprio autor.

Figura 18 – *Dichelops furcatus* (percevejo-barriga-verde) na folha de soja



Fonte: Próprio autor.

Figura 19 – Percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*).



Fonte: Próprio autor.

Foi realizado no dia 8 de março aos 79 DAE, a aplicação de três produtos: Green Cash 70, que é um fertilizante foliar sólido que contém os macronutrientes primários, além de enxofre, boro, cobre e ferro de alta solubilidade. O Green Cash 70 é um produto chave no estímulo do florescimento, pegamento da florada e fixação dos frutos, além de reduzir a senescência das plantas (NUTRILPANT, 2022). Além do Fastac Duo (Acetamiprido; Alfa-Cipermetrina) na dose de 500 ml/ha⁻¹ visando o controle de percevejos. E foi realizada aplicação conjunta com o herbicida Maxizato (GLIFOSATO, Sal de Amônio), para o controle de plantas daninhas persistentes ainda na área, conforme Figura 20.

Figura 20 – Aplicação para controle de percevejos e plantas daninhas
(a). Green Cash 70 (b).



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor.

Como observado no dia 8 de março, a ocorrência da desfolha e presença da Lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*). Foi realizado no dia 9 de março aos 80 DAE a aplicação do produto Pirate que é um inseticida/acaricida, de ação de contato e ingestão, do grupo químico Clorfenapir: análogo de pirazol. Seu tipo de formulação é Suspensão Concentrada (SC), e sua dose foi de 1 litro/ha⁻¹.

Figura 21 – Soja atacada pela Lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*).



Fonte: Próprio autor

No pleno florescimento da soja (estágio fenológico R2, aos 85 dias após a emergência das plantas no dia 15 de março de 2022), (FEHR; CAVINESS, 1977). Foram realizadas medições indiretas do teor de clorofila na quinta folha desenvolvida do ápice para a base em 10 plantas por parcela com o clorofilômetro Falker CFL 1030, conforme (Figura 22).

Figura 22 – Medições indiretas do teor de clorofila.



Fonte: Próprio autor.

No pleno florescimento da soja (estágio fenológico R2, aos 88 dias após a emergência das plantas no dia 18 de março de 2022), (FEHR; CAVINESS, 1977). Foi realizada a coleta de 1 metro linear por parcela de soja, ensacadas conforme Figura 23, identificadas e posteriormente pesadas, para realização da avaliação de massa fresca. Após pesagem as amostras foram colocadas na câmara de circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas, retiradas e pesadas para ser analisada a matéria seca.

Figura 23 – Marcação da trena para arranquio da soja. Soja sendo ensacada para posteriormente avaliações.



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor.

Soja no estágio fenológico R.7, conforme Figura 24, com 100 DAE no dia 30 de março de 2022, onde se inicia o processo de amarelecimento das folhas e posteriormente maturação.

Figura 24 – soja no estágio fenológico R.7 no campus experimental da UNESP – dracena.



Fonte: Próprio autor.

Soja no estágio fenológico R.7 em transição ao R.8 com 111 DAE no dia 10 de abril de 2022, onde aproximadamente 60% das folhas já caíram, passando ao estágio de maturação, Figura 25.

Figura 25 – Soja no estágio fenológico R.7 no campus experimental da Unesp – Dracena.



Fonte: Próprio autor.

Aos 115 DAE, no dia 14 de abril foi realizada a aplicação do dessecante para uniformidade do experimento e completa desfolha. Foi utilizado o produto Heat na dose de 140 gramas por hectare junto com 250 litros por hectare de óleo adjuvante. Após 4 dias de aplicado, o experimento estava pronto para ser colhido. Conforme Figura 26, aos 118 DAE, no dia 18 de abril de 2022.

Figura 26 – Soja no estágio fenológico R.8 no campus experimental da Unesp – Dracena, pronta para ser colhida.



Fonte: Próprio autor.

Aos 121 DAE, no dia 20 de abril foi realizada a colheita de 10 plantas por parcela para ser realizada as análises de componentes de produtividade. Essa coleta foi realizada na segunda linha de cada parcela, conforme Figura 27.

Figura 27 – Soja no estágio fenológico R.8 no campus experimental da Unesp – Dracena, com as amostras colhidas de cada parcela.



Fonte: Próprio autor.

Aos 122 DAE, no dia 21 de abril foi realizada a colheita de 4 metros por parcela para serem realizadas as análises de produtividade. Essa coleta foi realizada na terceira e quarta linha de cada parcela. Essas amostras foram armazenadas em laboratório para posteriormente serem trilhadas conforme Figura 28.

Figura 28 – Amostras colhidas para dados de produtividade no campus experimental da Unesp – Dracena, com as amostras colhidas de cada parcela (a). Amostras no Laboratório de Pesquisa (b).



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor.

No dia 03 de maio foi realizada a trilhagem das amostras para as análises de produtividade. Essa trilhagem foi realizada no galpão de máquinas da universidade. As sementes foram corrigidas para o valor de 13% de umidade e cada amostra de parcela foi trilhada separadamente e colocada em sacos de papel e posteriormente foi realizada a pesagem destes para definição de produtividade. Conforme Figura 29.

Figura 29 – Trilhagem das amostras colhidas para dados de produtividade no galpão de máquinas da FCAT.



Fonte: Próprio autor.

4.5 Linha do tempo (Cronograma de atividades)

Figura 30 – Todas as atividades desenvolvidas durante o experimento.

TAREFAS	DATAS	ANO 2021												ANO 2022				
		FEV	MA R	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	
AMOSTRAGEM DE SOLO	10/02	■																
GRADE ARADORA NA CULTURA DO ARROZ	20/04			■														
APLICAÇÃO DE CALCÁRIO	03/05				■													
SEMEADURA UROCHLOA UROCHLOA EM CAMPO	04/05				■	■	■	■	■	■	■	■						
DESSECAÇÃO UROCHLOA	22/10									■								
SEMEADURA SOJA	14/12										■							
APLICAÇÃO DE GESSO	18/12											■						
EMERGÊNCIA DA SOJA	20/12											■						
APLICAÇÃO DE CLORETO DE POTÁSSIO E MICRONUTRIENTES	22/12											■						
APLICAÇÃO SOMBRITE	23/12											■						
1ª APLICAÇÃO	07/01												■					
DESBASTE PLANTAS	15/01												■					
APLICAÇÃO DE CLORETO DE POTÁSSIO	17/01												■					
2ª APLICAÇÃO	08/03													■				
3ª APLICAÇÃO	09/03													■				
AVALIAÇÃO CLOROFILA	15/03													■				
AVALIAÇÃO MS E MF	18/03													■				
DESSECAÇÃO SOJA	14/04														■			
AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE	20/04															■		
AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE	21/04															■		
TRILHAGEM SOJA	03/05																■	
ANÁLISE DE DADOS	15/05																	■
RESULTADOS	20/05																	■

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Forma de análise de dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente à análise de regressão polinomial para o fator quantitativo e teste de Tukey para o fator qualitativo, a 5% de significância, empregando a metodologia descrita por (BANZATTO; KRONKA, 2013) utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Altura da inserção da primeira vagem da soja

Na Tabela 3, observa-se que os níveis de fósforo aplicados no solo não promoveram incremento significativo na altura de inserção da primeira vagem para os diferentes modos de inoculação. Não houve regressão significativa ao nível de 5% de probabilidade, indicando que a inclinação da reta não difere de zero e que não houve aumento dessa característica com o aumento das doses de P aplicadas no solo.

Foi observado que nas doses 0, 100 e 200 kg/ha⁻¹ os diferentes modos de inoculação das bactérias não obtiveram diferenças estatisticamente. Observou-se que na dose 50 kg/ha⁻¹ a inoculação via semente obteve um melhor resultado diferindo estatisticamente dos outros modos de inoculação. Ocorreu do mesmo modo para a dose de 150 kg/ha⁻¹ onde sem a inoculação foi mais eficiente que aplicação via sulco, porém não diferiu estatisticamente da aplicação via semente.

Tabela 3 - Altura da inserção da primeira vagem da soja.

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Modos de inoculação (MI)		
	Sem Inoculação	Via Semente	Via Sulco
0	13,6 a	16,1 a	15,4 a
50	17,6 b	27,9 a	19,0 b
100	15,4 a	13,8 a	17,7 a
150	25,0 a	20,0 ab	16,9 b
200	15,6 a	16,6 a	15,2 a
Y=	17,4 ^{ns}	18,9 ^{ns}	16,9 ^{ns}
CV%		23,7	

Médias seguidas por letras minúsculas na linha horizontal não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação em porcentagem. Dracena-SP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tais resultados encontram-se dentro do recomendado por Sedyama et al. (2005), para terrenos planos, que segundo os autores varia de 10 a 11 cm acima da superfície do solo. Este resultado também é concordante com aqueles encontrados por Valadão Júnior et al. (2008), os quais não observaram influência dos níveis de fósforo sobre a altura de inserção da primeira vagem.

De acordo com Rezende et al. (2005), apesar de o fósforo ser exigido durante todo o ciclo da cultura, apenas 60% do total é absorvido após o florescimento (estádio R1); dessa forma a altura de inserção da primeira vagem

já foi definida, não tendo, portanto, influência dos níveis de fósforo sobre a altura de inserção da primeira vagem.

A altura de inserção da primeira vagem é uma característica importante por estar relacionada à colheita mecanizada (LANA et al., 2003). Essa variável deve ser de no mínimo 13 cm, para que se reduza as perdas durante a colheita (QUEIROZ et al., 1981).

5.2 Leitura SPAD de clorofila, Matéria fresca e seca

Tabela 4 - Índice SPAD no pleno florescimento; matéria seca (MS) e matéria fresca (MF) no momento da colheita da soja.

Modos de Inoculação	MS (kg ha⁻¹)	MF (kg ha⁻¹)	SPAD
Sem inoculação	9029,5 a	26491,5 a	31,7 a
Via semente	9981,9 a	29528,4 a	31,2 a
Via sulco	7959,8 a	22864,9 a	33,3 a
Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹)			
1)			
0	9717,8	28954,5	32,6
50	9358,0	27367,9	30,4
100	9289,0	26709,9	32,9
150	7715,3	22869,8	30,5
200	8871,4	25572,6	34,0
Y=	8990,3 ^{ns}	26294,9 ^{ns}	32,08 ^{ns}
Valor de p			
MI	0,1480	0,1011	0,2934
DP	0,5952 ^{ns}	0,6752 ^{ns}	0,1961 ^{ns}
MI*DP	0,8031	0,2289	0,4453
CV%	35,6	36,5	13,6

Médias seguidas por letras minúsculas na linha vertical não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação em porcentagem; MI= modos de inoculação; DP= doses de P₂O₅. Dracena-SP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto a leitura do SPAD, objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo da soja, no pleno florescimento da cultura (estágio fenológico R.2), por efeito da inoculação via semente, via sulco e sem inoculação das bactérias solubilizadoras de fósforo. No entanto, não apresentaram diferenças significativas em ambos os diferentes tratamentos. Porém obteve valores significativos para o valor de p entre modos de inoculação e doses de P₂O₅, no entanto ao realizar o desdobramento, não se obtém resultados significativos. O mesmo seguiu para as diferentes doses de P₂O₅. Quanto à matéria seca da parte

aérea da soja e matéria fresca, não apresentaram diferenças significativas entre si quando avaliado os tipos de inoculação. Da mesma forma ocorreu em função das doses de P_2O_5 . Podendo afirmar através destes dados que se pode obter um mesmo número de massa seca e matéria fresca, utilizando o tratamento sem a inoculação com a dose (0 kg/ha^{-1}), por ser a forma mais rentável na implantação da lavoura.

5.3 Altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós.

Observamos na (tabela 5) que as variáveis altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós não deram resultados significativos pelo método de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós.

Modos de Inoculação	Altura (cm)	Nº de ramos/planta	Nº de vagens/planta	Nº de grãos/planta	PMG (g)	Nº de nós
Sem inoculação	69,2 a	2,99 a	42,7 a	74,6 a	151,5 a	20,1 a
Via semente	69,8 a	2,85 a	37,0 a	68,4 a	169,3 a	19,4 a
Via sulco	70,8 a	2,82 a	42,6 a	81,8 a	151,0 a	20,8 a
Doses de P_2O_5 (kg ha^{-1})						
0	71,5	3,23	44,1	83,9	164,3	20,0
50	63,6	2,63	40,1	72,2	146,9	19,3
100	73,9	2,67	41,8	69,7	177,6	19,0
150	73,1	3,05	34,5	69,2	150,3	19,1
200	67,5	2,84	43,1	79,8	147,3	23,1
Y=	69,9 ^{ns}	2,88 ^{ns}	40,7 ^{ns}	75,0 ^{ns}	157,3 ^{ns}	20,1 ^{ns}
Valor de p						
MI	0,8884	0,7316	0,2657	0,2143	0,1217	0,6804
DP	0,1270	0,1972	0,3730	0,4554	0,0869	0,2723
MI*DP	0,4087	0,5571	0,2042	0,2347	0,2532	0,0473
CV%	15,5	24,5	30,8	31,5	19,9	25,3

Médias seguidas por letras minúsculas na linha vertical não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação em porcentagem; MI= modos de inoculação; DP= doses de P_2O_5 . Dracena-SP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à altura média das plantas, é ela quem irá definir alguns aspectos importantes, tais como, a capacidade de controlar plantas invasoras, a produtividade dos grãos e a diminuição de perdas pela colheita mecanizada

(ZANON et al., 2018). Jaybhay; Taware; Varghese (2017), do mesmo modo, não constataram diferenças significativas ao avaliar a inoculação com alguns gêneros de bactérias.

O número de vagens por planta, é o principal componente que conduz a produção das plantas, sendo indispensável um alto valor médio de vagens por planta para que se obtenha altas produções (GIBBERT et al., 2018). A variável número total de vagens por planta não diferiu estatisticamente entre os modos de inoculação e doses de P_2O_5 , (Tabela 5).

Para o número médio de vagens por planta, resultados parecidos foram constatados por alguns autores. Htwe et al. (2018), ao analisarem a eficácia da coinoculação na cultura da soja, quanto aos parâmetros de nodulação e produtividade, não houveram diferenciações significativas entre os tratamentos. Adamcheski et al. (2019), ao testarem o efeito da inoculação da soja com diferentes microrganismos, não observaram diferenças significativas para o número médio de vagens por planta.

Sobre a análise da massa de mil grãos, Tavanti et al. (2020), ao testarem diferentes cepas de *Bacillus* em diferentes cultivares de soja, também não observaram diferenças estatísticas para esta variável. Com isso, percebe-se que as plantas apresentam características específicas, pois reagem de diferentes formas quando associadas a microrganismos inoculados, podendo assim apresentar uma maior ou menor eficiência simbiótica, resultando posteriormente em um incremento ou redução em algumas variáveis analisadas, como a massa de mil grão.

5.4 Produtividade da soja

Na (tabela 6) pode-se observar os dados obtidos para a produtividade da soja. Para o tratamento sem inoculação se observa através da fórmula de regressão, que houve incremento de produtividade até o ponto máximo com a dose de 98 kg/ha^{-1} de P_2O_5 , conseguindo atingir uma produção de $3377,9 \text{ kg/ha}^{-1}$ de soja ($56,29 \text{ sacas/ha}^{-1}$). Indicando que embora não seja a dose que proporciona a maior produtividade, é a que se obtém melhor eficiência da adubação fosfatada. No entanto levando em consideração o valor dos fertilizantes minerais, pode se recomendar ao produtor, realizar a inoculação (meio mais barato) das bactérias solubilizadoras de fósforo via sulco de

semeadura, com uma dose de 0 kg/ha de P₂O₅, pois quando inoculadas em solo de teor médio de fósforo (8 mg dm³) a adubação fosfatada pode ser dispensada. Obtendo uma produtividade de 3233,9 kg/ha⁻¹ de soja (53,89 sacas/ha⁻¹).

Tabela 6 - Produtividade da soja kg/ ha⁻¹.

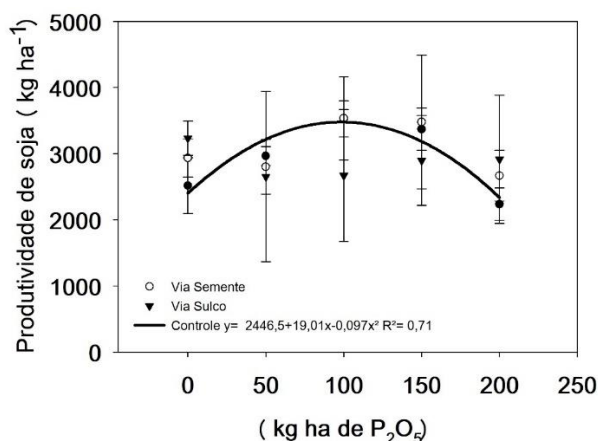
Doses de P ₂ O ₅	Sem Inoculação	Tratamento de semente	Sulco de semeadura
0	2642,1 a	2935,3 a	3233,9 a
50	2715,8 a	2802,7 a	2652,8 a
100	3527,4 a	3534,5 a	2670,7 a
150	3369,4 a	3479,3 a	2897,7 a
200	2236,8 a	2666,5 a	2915,1 a
Y=	2446,5+19,01x- 0,097x ² R ² = 0,71	3083,7 ^{ns}	2874,0 ^{ns}
CV%		25,5	

Médias seguidas por letras minúsculas na linha horizontal não se diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação em porcentagem. Dracena-SP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Guareschi et al. (2008), Valadão Júnior et al. (2008) e Alcântara Neto et al. (2010) também relataram incrementos na produtividade de soja em relação às doses crescentes de P₂O₅. Dados divergentes de Araújo et al. (1999) que avaliando a utilização por meio de inoculação de bactérias do gênero *Bacillus* sp. em soja, verificaram que houve aumento na produtividade de grãos, com a utilização dos microrganismos em conjunto. Braccini et al. (2016) também ressaltam a capacidade das bactérias em promover maior desenvolvimento das plantas de soja, com impacto positivo no rendimento de grãos.

Gráfico 1 – Curva dose resposta da produtividade da soja kg/ ha⁻¹ em função dos modos de inoculação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através do Gráfico 1, pode-se observar a curva dose resposta da produtividade da soja kg/ha^{-1} em função dos modos de inoculação, onde se alcança o topo máximo com dose de 98 kg/ha^{-1} de P_2O_5 , conseguindo atingir uma produção de $3377,9 \text{ kg/ha}^{-1}$ de soja ($56,29 \text{ sacas/ha}^{-1}$), encontrando resposta quadrática ao meio sem inoculação.

Schindwein; Giannello, (2005) também encontraram resposta quadrática quanto ao rendimento de grãos de soja à aplicação de doses de P, em solos de cerrado. Respostas a doses muito altas de P são comuns em solos com baixos teores de fósforo disponível. Esses valores podem ser explicados pelo fato de a resposta da cultura ao uso de fertilizantes dependerem do estado de fertilidade do solo. Logicamente, solos de baixa fertilidade apresentam alta probabilidade de resposta ao uso de nutrientes.

Segundo Oliveira et al. (2020), que conduziram 181 unidades de observação com inoculação do BiomaPhos em soja nas safras 2018/2019 e 2019/2020, destaca-se que, em todas as lavouras, a produção foi maior nas áreas inoculadas. Considerando todos os locais de avaliação, o ganho médio variou de 0,3 a 18,5%, com média de 6,3%. Os ganhos variaram de 0,1 a 11,5 sacas por hectare, com média de 4,3 sacas por hectare, no qual o maior ganho médio foi registrado no estado de Goiás (10%).

Braga et al. (2018), em experimento conduzido na safra 2015/2016, constataram que as plantas coinoculadas com bactérias no gênero *Bradyrhizobium* nas sementes e *B. subtilis* no sulco de semeadura, apresentaram um rendimento de grãos de 3.000 kg/ha^{-1} , já as plantas inoculadas somente com *Bradyrhizobium* o valor médio produzido foi de 2.500 Kg/ha^{-1}

É necessário trabalhar com o equilíbrio dos nutrientes, pois tanto o excesso quanto a deficiência limitam a produtividade da cultura da soja.

Se faz necessário estudos com mais trabalhos científicos, cultivares diferentes, meios de inoculações, doses e outro elementos para um melhor esclarecimento do assunto.

6 CONCLUSÃO

Observou-se que na (dose 50 kg/ha⁻¹) de P₂O₅ a inoculação via semente obteve um melhor resultado diferindo estatisticamente dos outros modos de inoculação na altura de inserção da primeira vagem de soja.

Nota-se que as maneiras de inoculação e doses de fósforo não apresentaram diferença estatística para o Índice SPAD no pleno florescimento; matéria seca (MS) matéria fresca (MF), altura de plantas, número de ramos, vagens e grãos por planta, peso médio de mil grãos (PMG) e número de nós da soja.

As doses de P₂O₅ influenciaram a produtividade da cultura da soja sem a inoculação, sendo que a máxima eficiência agrônômica foi verificada com o fornecimento de 98 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Realizando uma análise econômica destes dados se observa que, utilizando 98 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ sem a inoculação, se encontra uma produtividade de 3377,9 kg/ha⁻¹ de soja (56,29 sacas/ha⁻¹). Utilizando a inoculação via sulco sem utilização de P₂O₅, alcançamos uma produtividade de 3233,9 (53,89 sacas/ha⁻¹). A inoculação via semente utilizando 100 kg/ha de P₂O₅ renderia 3534,5 kg/ha (58,91 sacas/ha⁻¹).

Foi observado que realizando a inoculação das bactérias solubilizadoras de fósforo via sulco de semeadura, com uma dose de 0 kg/ha de P₂O₅, em solo de teor médio de fósforo (8 mg dm³) a adubação fosfatada pode ser dispensada. Além de ser mais rentável em relação ao custo/produtividade para o produtor.

REFERÊNCIAS

ADAMCHESKI, Renan Granemann et al. **Effects of soybean inoculation with different microrganisms on morphological and yield components**. In: IV Simpósio de Microbiologia Agrícola da ESALQ, 2019, USP.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Características da Soja**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html. Acesso em: 17 jun. 2020.

AGENCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Preparo Convencional**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html. Acesso em: 23 jun. 2020

AGROADVANCE. **Reações do fósforo no solo e práticas para minimizar efeitos**. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/reacoes-do-fosforo-no-solo-e-praticas-que-minimizam-estes-efeitos/>. Acesso em: 26 jul. 2022.

AGRO INOVADORES. **Solubilizadores de fósforo: Você sabe o que é?**. Disponível em: https://agro.genica.com.br/2020/08/19/solubilizadores-defosforo/#Como_atuam_os_solubilizadores_de_fosforo. Acesso em: 26 jun. 2022.

ALCÂNTARA NETO, F.; AMARAL GRAVINA, G.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. C. **Adubação fosfata na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 2, p.266-271, 2010.

ALVARENGA, A.P. **Resposta da planta e do solo ao plantio direto e convencional, de sorgo e feijão, em sucessão a milho, soja e crotalária**. 1996. 162p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto**, na região de Jaboticabal-SP. 2004. 78f. Tese (Livre-Docente) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2004.

APDC- Associação de Plantio Direto no Cerrado. **Braquiária mais que pasto II** Brasília, 2001. p.4. (Boletim Informativo, 6)

ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. **Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 36, n. 02, p. 129-134, 2005.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2013.

BRACCINI, Alessandro Lucca et al. **Co-inoculação e modos de aplicação de Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense e adubação**

nitrogeada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. Scientia Agraria Paranaensis, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2016.

BRAGA JUNIOR, Gaspar Moreira et al. **Efficiency of inoculation by Bacillus subtilis on soybean biomass and productivity.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.13, n.4, 2018.

BASF. Disponível em [http:// agriculture.basf.com/br/pt/Proteção-de-Cultivos/Sementes/FiberMax/FM-983GLT.html](http://agriculture.basf.com/br/pt/Proteção-de-Cultivos/Sementes/FiberMax/FM-983GLT.html)>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

BIOMA. BIOMAPHOS. Disponível em: <https://www.bioma.ind.br/product/bioma-phos>. Acesso em: 17 jun. 2020

BONILLA, G. A. E. **Efeito da inoculação de bactérias mobilizadoras de fósforo na compostagem e no desenvolvimento da cana-de-açúcar.** 122 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-29092015164939/publico/German_Andres_Estrada_Bonilla_versao_revisada.pdf> Acesso em: 10.04.2020.

BLACK, R. J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva.** In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.

CAMPOS, B.C.; HUNGRIA, M. & TEDESCO, V.; **Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de Bradyrhizobium na soja em plantio direto.** R. Bras. Ci. Solo, 25:583-592, 2001.

CASAGRANDE, E.C. et al. **Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.13, n.2, p.168-184. 2001.

CASTRO, C.E.F. de (eds). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. p. 11-14. (Boletim Técnico, 200).

CIAFARDINI, G. & BARBIERI, C. **Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation, and yield.** Agron. J., 79:645-648, 1987

Câmara GMS (2006) **Potencial da cultura da soja como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel** In: CAMARA, GMS; HEIFFIG, LS (Coord) Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para Biodiesel Piracicaba: ESALQ p 123-153.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento Agrícola – (2019) **Quarto levantamento de grãos. Safra 2018/19.** Disponível em: Acesso em: 10/01/2019. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.

CONAB. **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS**. Disponível em:
<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.
Acesso em: 17 jun. 2020.

Crusciol, C.A.C.; Mauad, M.; Alvarez, R.C.F.A.; Lima, E.V. e Tiritan, C.S. (2005) – **Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas**. *Bragantia*, vol. 64, n. 4, p. 643-649. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000400014>

CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. **Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas**. In: BERGAMASCHI, H. et al. *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.6, p.85-97.

EIJK, D. Van der. **Phosphate fixation and the response of maize to fertilizer phosphate in Kenyan soils**. 1997. 186p. Dissertation (Master) - Wageningen Agricultural University, Wageningen.

EMBRAPA. Exigências climáticas. In: EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2003**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. Cap.1, p.28-30. (Sistemas de Produção; 2).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil**. Londrina, Embrapa Soja/Embrapa Cerrados/Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Sistema de Produção, 12).

EMBRAPA. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter dependência externa por adubos fosfatados**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45773416/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados>. Acesso em: 17 jun. 2020.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2018/19)**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 17 jun. 2020.

EMBRAPA. **Fixação biológica de nitrogênio**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 18 jun. 2020.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020/21)**. EMBRAPA SOJA, Londrina, PR, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 5 jan. 2021.

FACHOLI SEMENTES E NUTRIÇÃO. SEMENTES. Disponível em:
<http://www.grupofacholi.com.br/produto/decumbens/>. Acesso em: 6 jan. 2021

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report 80).

FERREIRA, D.F. SISVAR: **A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia. v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, J.R.J. **Fixação do nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas**. In: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P., coords. Microbiologia do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.121-140.

FUZATTO, M.G.; CIA, E.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I. Algodão. In: AGUIAR, A.T. da E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2003.

Gazzoni DL (2018) **A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas**. Ciência e Cultura 70:16-18.

GOLDSTEIN, A.; LESTER, T.; BROWN, J. **Research on the metabolic engineering of the direct oxidation pathway for extraction of phosphate from ore has generated preliminary evidence for PQQ biosynthesis in Escherichia coli as well as a possible role for the highly conserved region of quinoprotein dehydrogenases**. Biochemistry et Biophysics Acta, Amsterdam, v. 1647, p. 266-271, 2003.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. **Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture**. Journal of Microbial and Biochemical Technology, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. **Adução fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 4, p.769-774, 2008.

GUILHERME, L.R.; FAQUIN, V.; FURTINNI, A.E. & CARVALHO, J.G., eds. **Soil fertility, soil biology and plant nutrition interrelationships**. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Lavras, 1999. p.597-620.

GREINER, R. **Phytate-degrading enzymes: regulation of synthesis in microorganisms and plants**. In: TURNER, B. L.; RICHARDSON, A. E.; MULLANEY, E. J. (Ed.). Inositol phosphates: linking agriculture and environment. London: CAB International, 2006. p. 78-96.

HTWE, Aung Zaw et al. **Effects of co-inoculation of Bradyrhizobium japonicum SAY3-7 and Streptomyces griseoflavus P4 on plant growth, nodulation, nitrogen fixation, nutrient uptake, and yield of soybean in a field condition**. Soil Science and Plant Nutrition, v. 64, n.2, p.222–229, 2018.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. & CAMPO, R. **A inoculação da soja.** Londrina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997b. 28p. (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, 17; Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 34)

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J. & GALERANI, P.R. **Adubação nitrogenada na soja?** Londrina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997c. p.1-4. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 57)

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; ANDRADE, D.S.; CAMPO, R.J.; CHUEIRE, L.M.O.; FERREIRA, M.C. & MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio em leguminosas de grãos.** In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.; FAQUIN, V.; FURTINNI, A.E. & CARVALHO, J.G., eds. Soil fertility, soil biology and plant nutrition interrelationships. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Lavras, 1999. p.597-620

Hungria, M., R. J. Campo, e I. C. Mendes. 2001. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Embrapa Soja: Circular Técnica. Londrina, BR.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componentes essenciais para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

JAYBHAY, Santosh A.; TAWARE, S. P.; VARGUESE, Philips. **Microbial inoculation of Rhizobium and phosphate-solubilizing bacteria along with inorganic fertilizers for sustainable yield of soybean [Glycine max (L.) Merrill].** Journal of Plant Nutrition, v.40, n.15, p.2209-2216, 2017.

JORGUERA, M. A.; CROWLEY, D. E.; MARSCHNER, P.; GREINER, R.; FERNANDEZ, M. T.; ROMERO, D.; MENEZES-BLACKBURN, D.; MORA, M. L. **Identification of propeller phytase-encoding genes in culturable Paenibacillus and Bacillus spp. from the rhizosphere of pasture plants on volcanic soils.** FEMS Microbiology Ecology, Amsterdam, v. 75, p. 163-172, 2011.

LANA, R. M. Q. et al. **Adubação superficial com fósforo e potássio para a soja em diferentes épocas em pré-semeadura na instalação do sistema de plantio direto.** Scientia Agraria, v. 04, n. 01-02, p. 53-60, 2003.

MANDER, C.; WAKELIN, S.; YOUNG, S.; CONDRON, L.; O'CALLAGHAN, M. **Incidence and diversity of phosphatesolubilizing bacteria are linked to phosphorus status in grassland soils.** Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 44, p. 93-101, 2012.

MASSENSINI, A. M. et al. **Isolamento e caracterização de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de Eucalyptus sp.** Rev. Árvore, vol.40 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2016. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100014>

Mengistu, A.; Ray, J.D.; Smith, J.R.; Arelli, P.R.; Bellaloui, N.; Chen, P.; Shannon, G. & Boykin, D. (2018) - **Effect of charcoal rot on selected putative drought tolerant soybean genotypes and yield.** *Crop Protection*, vol. 105, p. 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.012>

Mercante FM, Hungria M, Mendes IDC, Reis Junior FB (2011) **Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja.** Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E).

MISSÃO, M. R. **Soja, origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado.** Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais, v. 3, n.1. p.7-15, jan./jun. 2006

NIDERA SEMENTES. NS6700IPRO. Disponível em: https://www.niderasementes.com.br/soja_detalhe/ns-6700-ipro-sul/. Acesso em: 20 out. 2021.

NUTRIPLANT. Green Cash 70. Disponível em: <https://nutriplant.com.br/produto/green-cash-70/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

OGBO, F. C. **Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi.** *Bioresource Technology*, Essex, v.101, p. 4120-4124, 2010.

OLIVEIRA, C. A.; ALVES, V. M. C.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SCOTTI, M. R. S. M.; CARNEIRO, N. M.; GUIMARÃES, C. T.; SCHAFFERT, R. E.; SÁ, N. M. A. **Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian cerrado biome.** *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 25, p. 1-6, 2009.

OLIVEIRA, L.A. & VIDOR, C. **Capacidade competitiva de estirpes de *Rhizobium japonicum* em solos com alta população deste *Rhizobium*.** *R. Bras. Ci. Solo*, 8:49-55, 1984a.

OLIVEIRA, L.A. & VIDOR, C. **Seleção de estirpes de *Rhizobium japonicum* em soja. II. Capacidade competitiva por sítios de nódulos.** *R. Bras. Ci. Solo*, 8:43-47, 1984b.

OLIVEIRA, Laura B. G. et al. **Formas e tipos de coinoculação na cultura da soja no Cerrado.** *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, n.4, p. 924-932, 2019.

OWEN, D.; WILLIAMS, A.; GRIFFITH, G.; WITHERS, P. **Use of commercial bioinoculants to increase agricultural production through improved phosphorous acquisition.** *Applied Soil Ecology*, v. 86, p. 41-54, 2015.

PORTALSYNGENTA. **Fortenza® Duo: tratamento de sementes inseticidas na soja e no milho.** Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/produtos/fortenza-duo>. Acesso em: 20 out. 2021.

- QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita mecânica**. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas: ITAL, 1981. p.701-10.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- REZENDE, P. M. et al. **Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 06, p. 1105-1111, 2005
- Ribeiro, M.A.V.; Novais, R.F.; Faquin, V.; Ferreira, M.M.; Furtini Neto, A.E.; Lima, J.M. e Villani, E.M.A. (2010) – **Resposta da soja e do eucalipto ao aumento da densidade do solo e a doses de fósforo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 34, n. 6, p. 1157-1164. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000400015>
- RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M. de; LANA, U. G. de P.; MATTOS, B. B.; PAIVA, C. A. O.; GOMES, E. A. **Endophytic Bacillus strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P**. Brazilian Journal of Microbiology, v. 49S, p. 40-46, 2018.
- RICHARDSON, A. E.; BAREA, J.; MCNEILL, A. M.; PRIGENTCOMBARET, C. **Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms**. Plant and Soil, The Hague, v. 321, p. 305-339, 2009.
- ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; As **Perspectivas de Expansão da Soja**. Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.
- RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. **Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion**. *Biotechnonology Advances*, v.17, p.319-339, 1999.
- ROSA, A.; CAPONI, L. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. **Disponibilidade de fósforo em um Latossolo Vermelho em função do pH do solo**. Acta Iguazu, Cascavel, v.5, Edição Especial "I seminário de Eng. De Energia na Agricultura", p.108-115, 2016.
- SALINET, L.H. **Avaliação fisiológica e agrônômica de soja geneticamente modificada para maior tolerância a seca**. 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, [S. l.], 2009. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/Avalia--o-fisiol-gica-e-agron-micade-soja-geneticamente-modificada-para-maior-toler-ncia---seca---Luana-Held-Salinet-.pdf. Acesso em: 6 jan. 2021.
- SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.

OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 353p. 2013.

Santos, G.A.; Dias Júnior, M.S.; Guimarães, P.T.G. e Furtini Neto, A.E. (2005) – **Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo influenciando no crescimento de plantas de milho (Zea mays) cultivadas em solos distintos**. Ciência e Agrotecnologia, vol. 29, n. 4, p. 740-752. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000400005>

SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. **Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, [s.l.], v. 56, n. 2, p.195-212, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. **Doses de Máxima Eficiência Econômica de fósforo e potássio para culturas cultivadas no sistema de Plantio Direto**. Revista Plantio Direto, n. 85, p. 20-25, 2005

SILVA FILHO, G.N.; NARLOCH, C.; SCHARF, R. **Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de Pinus e Eucalyptus de Santa Catarina**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.847-854, 2002.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação**. In: V ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 2011, Florianópolis, SC. Anais. Florianópolis: UNESC, 2011.

STOCKDALE, E. A.; SHEPARD, M. A.; FORTUNE, S.; CUTTLE, S. P. **Soil fertility in organic farming systems: fundamentally different? Soil Use and Management**, Oxford, v. 18, p. 301-308, 2002.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. **Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.835-841, 2000

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja, nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60 p.

TAVANTI, Tauan Rimaldi et al. **Yield and quality of soybean seeds inoculated with Bacillus subtilis strains**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.24, n.1, p.65-71, 2020.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. **Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura**. Planta Daninha, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.

TORRES, J.L.R. **Estudo de plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG**. 2003.

108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2022)

Disponível em: Acesso em: 23/05/2022

VALADÃO JÚNIOR, D. D. et al. **Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia**. Scientia Agraria, v. 09, n. 03, p. 369-375, 2008.

VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. **Efeitos da inoculação e deficiência hídrica no desenvolvimento da soja**. R. Bras. Ci. Solo, 4:17-21, 1980

VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M. **Fixação biológica do N₂ na cultura da soja**. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., eds. Biologia dos solos de cerrados. Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. p.297-360.

VASSILEVA, M.; SERRANO, M.; BRAVO, V.; JURADO, E.; NIKOLAEV, I.; A.; MARTOS, V.; VASSILEV, N. **Multifunctional properties of phosphate-solubilizing microorganisms grown on agro-industrial wastes in fermentation and soil conditions**. Applied Microbiology Biotechnology, Berlin, v. 85, p. 1287-1299, 2010.

VENTIMIGLIA, L. A. et al. **Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 02, p. 195-199, 1999.

Vidor C et al. 2014 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**.

Wijewardana, C.; Reddy, K.R. & Bellaloui, N. (2019) - **Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress**. Food Chemistry, vol. 278, p. 92-100.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.035>

WHITELAW, M. A. **Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi**. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 69, p. 99-151, 2000.

Zanon, A. J., Silva, M.R., Bexaira, K.P., Richter, G.L., Junior, A.J.D., Rocha, T.S.M., Weber, P.S., Streck, N.A. 2018. **Ecofisiologia da Soja: visando altas produtividades**. Santa Maria, 136p

ZILLI, J. E; MARSON, L. C; MARSON, B. F; GIANLUPPI, V.; RUBENS JOSÉ CAMPO, R. J.; E HUNGRIA, M. **Inoculação de Bradyrhizobium em soja por pulverização em cobertura**. Embrapa Roraima. 2008

ZILLI, J.E.; RIBEIRO, K.G.; CAMPO, R.J. & HUNGRIA, M. **Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield**. R. Bras. Ci. Solo, 33:917-923, 2009.

