

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO A
BATATA À COINOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO**

LUCAS VARZIM MESQUITA

Jaboticabal-SP

1º semestre/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO A
BATATA À COINOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO**

LUCAS VARZIM MESQUITA

Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal-SP

1º semestre/2021

M582r

Mesquita, Lucas Varzim

Resposta da cultura da soja em sucessão a batata à coinoculação e adubação / Lucas Varzim Mesquita. -- Jaboticabal, 2021

21 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz

1. Brasil. 2. Soja Produtos. 3. Batata. 4. Adubos e fertilizantes. 5. Coinoculação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a). Essa ficha não pode ser modificada



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA EM SUCESSÃO A BATATA À
COINOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO




ACADÊMICO: Lucas Varzim Mesquita

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): Profª. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Profª. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz	
Membro	Dra. Roberta Souto Carlos	
Membro	Dra. Denise de Lima Dias Delarica	

Jaboticabal 05 / 08 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 11 / 08 / 2021 "Ad referendum"



Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de acordar todos os dias e fazer o que amo.

À toda minha família, meus pais, meu irmão, minha namorada, tios, avós e primos, por fazerem eu me manter sempre com foco no objetivo mesmo em momentos de ansiedade e me ajudarem em todas as decisões, e por toda ajuda na execução desse trabalho.

À minha orientadora, Professora Mara Cristina Pessôa da Cruz, por dedicar seu tempo para me ensinar sobre fertilidade do solo e principalmente, a trabalhar com objetivo. Vou levar seu exemplo de trabalho e paixão à profissão para o resto da vida. Muito obrigado pela oportunidade.

Aos meus amigos/irmãos da República Rancho Fundo, e os meus amigos João, Guilherme, José, Luís, Pedro, Matheus, que não só me ajudaram durante a graduação, mas também na execução desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A cultura da soja	4
2.2 Fixação biológica de N e adubação para a cultura da soja ..	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESPOSTA DA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO A BATATA À COINOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO

RESUMO

A coinoculação é um fator de ganho de produtividade da soja, bem como a adubação. Dessa forma, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar a resposta de produtividade da soja, quando cultivada após a batata, à coinoculação e à adubação. O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Rita, no município de Mogi Guaçu-SP, na safra 2020/2021, em Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na presença e ausência de adubação com P e K, adubação com P e K na dose recomendada em função da análise de solo, mais um controle (sem adubação). A semeadura da cultivar Monsoy 6410® foi feita em 7 de novembro de 2020 e a colheita em 12 de março de 2021. A medida de altura foi feita em todas as plantas da área útil das parcelas e a contagem do número de vagens por planta foi avaliado em dez plantas coletadas ao acaso dentro da área útil. A produtividade foi avaliada em todas as plantas da área útil das parcelas. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados segundo delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições empregando análise de variância (teste F) e, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A coinoculação na cultura da soja, realizada com *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasiliense*, favorece a expressão da genética da cultivar Monsoy 6410®, dispensando o uso da adubação em áreas cultivadas anteriormente com batata.

Palavras chave: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasiliense*, fixação biológica de nitrogênio, bactérias promotoras de crescimento de plantas

RESPONSE OF THE CULTURE OF SOYBEAN CULTIVATED AFTER POTATO TO COINOCULATION AND FERTILIZATION

ABSTRACT

Co-inoculation is a factor in soybean productivity gains, as well as fertilization. Thus, the objective of this study was to evaluate the soybean yield, when grown after potato, to co-inoculation and fertilization. The experiment was carried out at Fazenda Santa Rita, in the municipality of Mogi Guaçu-SP, in the 2020/2021 harvest, in a Ultisol. The experimental design was randomized blocks with four treatments and five replications. The treatments were: coinoculation with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in the presence and absence of fertilization with P and K, fertilization with P and K at the recommended dose depending on the soil analysis, plus a control (without fertilization). Cultivar Monsoy 6410® was sowed on November 7, 2020 and harvested on March 12, 2021. The height measurement was made in all plants in the useful area of the plots and the count of the number of pods per plant was evaluated in ten plants randomly collected within the useful area. Productivity was evaluated in all plants in the useful area of the plots. The effects of the treatments were evaluated according to a randomized block design with five replications using analysis of variance (F test) and, in case of significance, the means were compared by Tukey test at 5% probability. Co-inoculation in soybean culture, carried out with *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasiliense*, favors the total expression of the genetics of the cultivar Monsoy 6410®, dispensing with the use of fertilization in cultivated areas after the cultivation of potato culture.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasiliense*, biological nitrogen fixation, plant-growth promoting bacteria

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é, atualmente, o maior produtor mundial de soja, e a produtividade tende a aumentar devido à melhora do manejo nas áreas de produção. Para que o objetivo de aumentar a produtividade seja alcançado deve-se ter o entendimento dos componentes do sistema de produção e trabalhar em função deles. Dessa forma, atinge-se o “potencial de rendimento da cultura que é determinado geneticamente, e o quanto desse potencial será aproveitado só depende dos fatores limitantes que ocorrerem durante o ciclo” (THOMAS et al., 2010). Isso define a produtividade, que é atingida a partir da interação de vários fatores, como planta, ambiente de produção e manejo, e quando bem trabalhados, resultam em melhor aproveitamento dos recursos do ambiente pela planta. Além dos fatores mencionados há também o espaçamento entrelinhas, o espaçamento entre plantas e a população de plantas, que são primordiais para a expressão genética de qualidade da cultivar.

Com o avanço da tecnologia foi possível aumentar a produtividade da soja sem utilizar mais fertilizantes nitrogenados, adotando somente a inoculação, inicialmente com *Bradyrhizobium*, e posteriormente com *Azospirillum* combinado

ao *Bradyrhizobium*, o que é denominado coinoculação. A coinoculação proporciona melhora no ambiente da rizosfera, fornecendo condições mais favoráveis e aumento de eficiência às bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que são fundamentais para a fixação biológica de nitrogênio (FBN). A FBN é o processo que permite reduzir ou dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura da soja.

O Brasil tem sido considerado modelo na aplicação dos benefícios da FBN, com ênfase na soja, que em simbiose com as estirpes selecionadas pela pesquisa consegue suprir as necessidades de N da planta, inclusive de cultivares com altos rendimentos (HUNGRIA; MENDES, 2015). Outro grupo de microrganismos benéficos é composto pelas bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), que atuam via vários processos biológicos, como a produção de fitormônios e a própria FBN. As BPCPs pertencentes ao gênero *Azospirillum* são as mais estudadas e utilizadas mundialmente como inoculantes, inclusive no Brasil (HUNGRIA et al., 2010).

Outro fator que permite aumentar a produtividade e intensificar a agricultura com diversas safras ao ano é a adoção da irrigação, que permite que um dos fatores de maior peso no processo produtivo possa ser minimizado, a chuva. Nestes ambientes, em que a soja é cultivada todo ano, persiste a dúvida sobre a necessidade de repetir anualmente a inoculação. Também nestas áreas, várias culturas podem rotacionar com soja, entre elas a batata, que recebe quantidades de fertilizantes muito altas e deixa no solo uma quantidade residual significativa de nutrientes. Nestes sistemas, há necessidade de definir se precisa ou não adubar a soja.

Tendo em vista: (i) que as cultivares mais produtivas de soja demandam cada vez mais nitrogênio e que a coinoculação pode suprir essa demanda; (ii) que o preço dos fertilizantes nitrogenados está cada vez mais limitante; e (iii) que há necessidade de buscar a sustentabilidade dos sistemas de produção das grandes culturas, pode-se admitir que a coinoculação pode melhorar o desempenho da cultura e, quando cultivada após batata, a soja dispensa adubação. Dessa forma, teve-se como objetivo avaliar a resposta de produtividade da soja, quando cultivada após a batata, à coinoculação e à adubação.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria na produção de óleo vegetal e de rações para alimentação animal, na indústria química e de alimentos. Simultaneamente, também vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

No Brasil, na safra 2020/2021, a produtividade média de grãos de soja foi de 3.529 kg ha⁻¹, em uma área plantada de 38.507,6 milhões de hectares (CONAB, 2021).

A soja é um dos principais produtos na cadeia do agronegócio, sendo utilizada como moeda pelos agricultores, cerealistas e corretores, podendo multiplicar ganhos de quem conseguir entender o vasto mercado da soja, que contribui para aumento do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro (EMPRAPA, 2020).

2.2 Fixação biológica de N e adubação para a cultura da soja

O nitrogênio, por ser um constituinte dos ácidos nucleicos e de proteínas, moléculas fundamentais para todos os processos biológicos, é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas. Um nutriente ou elemento essencial é definido como aquele que é componente intrínseco na estrutura ou no metabolismo de uma planta, ou cuja ausência causa anormalidades severas no crescimento, no desenvolvimento ou na reprodução vegetais, ou pode impedir uma planta de completar seu ciclo de vida (PRADO, 2004).

Segundo Hungria et al. (2007), no caso da cultura da soja, particularmente pelo teor elevado de proteínas nos grãos, a demanda em N é elevada, estimada em cerca de 80 kg de N para cada 1.000 kg de grãos produzidos. Apesar da exigência alta, o N não entra na adubação da soja, ou são aplicadas doses pequenas, menores que 15 kg ha⁻¹, porque a planta obtém o nutriente de outras fontes: o solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica; a fixação não-biológica que ocorre na atmosfera a partir das descargas elétricas; e o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂).

Em relação ao solo, o reservatório de N presente na matéria orgânica e com potencial para se tornar disponível é limitado, podendo ser esgotado, rapidamente, após alguns cultivos. Os fertilizantes nitrogenados representam a forma assimilada com maior rapidez pelas plantas, mas a um custo elevado. A cultura da soja, no Brasil, seria inviabilizada economicamente se os produtores tivessem que aplicar todo o nitrogênio necessário para suprir a demanda da

planta. Contudo, bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que se associam ao sistema radicular da soja, estabelecem uma importante simbiose, capaz de suprir a soja em nitrogênio (HUNGRIA et al., 2007).

Fixação biológica é o processo por meio do qual o nitrogênio (N₂) presente na atmosfera é convertido em formas que podem ser utilizadas pelas plantas. A reação é catalisada pela enzima nitrogenase, que é encontrada em todas as bactérias fixadoras. Em termos de agricultura, a simbiose entre as bactérias fixadoras de nitrogênio (denominadas rizóbios) e as leguminosas (família de plantas à qual pertencem a soja, o feijão, a ervilha, entre outras) é a mais importante (EMBRAPA, 2020).

Realiza-se a prática de inoculação das sementes com as bactérias fixadoras como forma de diminuir gastos com fertilizantes nitrogenados para a produção da soja. O processo de simbiose é estabelecido no sistema radicular da planta, captando o nutriente do ar e fixando o mesmo no nódulo, sendo essa a maior fonte do nutriente para a cultura. O gênero de bactérias que se associa com a soja e resulta em maior eficiência na fixação é o *Bradyrhizobium* (TOLEDO, 2016).

A concentração mínima prescrita para inoculantes na legislação brasileira, de acordo com a Instrução Normativa SDA N° 13, de 24 de março de 2011, é de 1×10^9 células viáveis por grama ou mL do produto, o que deve fornecer 1,2 milhões de células viáveis por semente. Esses inoculantes podem ser turfosos, líquidos ou apresentar outras formulações, sendo aplicados em sulco de plantio

ou sobre as sementes. O volume mínimo a ser aplicado de inoculante líquido é de 100 mL para cada 50 kg de sementes.

A técnica alternativa de coinoculação, também denominada de inoculação mista, consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, os quais produzem um efeito sinérgico, em que se superam os resultados produtivos obtidos com os mesmos quando utilizados na forma isolada (FERLINI, 2006; BÁRBARO et al., 2008). Deste modo, produtos à base de *Azospirillum brasilense* têm sido preconizados para coinoculação de soja, juntamente com *Bradyrhizobium*, tanto na Argentina como na África do Sul (REIS, 2007). De modo geral, ocorre a potencialização da nodulação e maior crescimento radicular, em resposta à interação positiva entre as bactérias simbióticas e as bactérias promotoras de crescimento, em especial às pertencentes ao gênero *Azospirillum* (FERLINI, 2006).

Quando é feita a coinoculação, os fitormônios produzidos pelo *A. brasilense* proporcionam melhor desenvolvimento radicular, conseqüentemente resultam em maior nodulação por meio do *B. japonicum*. Isso vai acarretar aumento na fixação biológica de nitrogênio. Com o sistema radicular mais desenvolvido há melhor aproveitamento dos nutrientes e maior absorção da água disponível no solo, ou seja, há menor susceptibilidade aos estresses hídricos (HUNGRIA, 2014). Segundo Oliveira (2019), a cultura da soja necessita de 450 mm a 800 mm de água bem distribuídos durante seu ciclo. A umidade é fundamental durante todo o ciclo da planta. A partir do estabelecimento, o consumo diário inicia com pouco mais de 2 mm e atinge a exigência máxima, 8 mm, entre o início do florescimento e o final do enchimento de grãos, quando

declina. Considerando que a FBN é muito suscetível aos estresses hídricos, o ganho de crescimento do sistema radicular propiciado pelo *Azospirillum* pode ser o fator definidor da produtividade.

Quando realizada a coinoculação, ganhos expressivos de rendimento de grãos da soja (em média 16%) foram obtidos na combinação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum* (HUNGRIA et al., 2013, 2015b; NOGUEIRA et al., 2018). Este resultado foi confirmado por Oliveira et al. (2019), que relataram produtividade média de 3.362 kg ha⁻¹ em tratamentos nos quais foi realizada a coinoculação, enquanto sem a coinoculação foi obtida produtividade média de 3.103 kg ha⁻¹.

Se a fixação biológica de nitrogênio supre as necessidades da cultura da soja, os dois outros macronutrientes primários, fósforo e potássio, precisam ser fornecidos via fertilizantes e, segundo Mascarenhas e Tanaka (1996), para o Estado de São Paulo, a adubação com ambos deve ser feita de acordo com a análise de solo e com a produtividade esperada, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Recomendação de doses de P e K para a cultura da soja no Estado de São Paulo, em função dos teores do solo e da meta de produtividade.

Produtividade esperada t ha ⁻¹	P resina, mg dm ⁻³				K ⁺ trocável, mmol _c dm ⁻³			
	<7	7-16	16-40	>40	<0,8	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
	----- P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹ -----				----- K ₂ O, kg ha ⁻¹ -----			
<2,0	50	40	30	20	60	40	20	0
2,0 a 2,5	60	50	40	20	70	50	30	20
2,5 a 3,0	80	60	40	20	70	50	50	20
3,0 a 3,5	90	70	50	30	80	60	50	30
>3,5	-	80	50	40	80	60	60	40

Fonte: Mascarenhas e Tanaka (1996).

Muitas vezes o efeito residual da adubação feita na cultura anterior limita a resposta da soja a adubação com P e K, particularmente quando a cultura

antecessora é muito adubada. O efeito residual da adubação em culturas de elevada demanda nutricional refere-se às quantidades de nutrientes que ficam no solo após cada ciclo cultural e como os mesmos se comportam no solo, bem como, nos resíduos vegetais oriundos da rotação de culturas (COSTA et al., 2012; CAETANO et al., 2013; BORGES et al., 2014).

Em áreas cultivadas com batata, Silva et al. (2000) verificaram a persistência de resíduos de fertilizantes, os quais influenciaram positivamente as características químicas do solo (aumento nos teores de P disponível e K e Ca trocáveis) e também proporcionaram maior produção de milho verde quando cultivado em sucessão. Deste modo, é preciso levar em consideração a cultura antecessora, particularmente em sistemas irrigados, para ajustar a recomendação de adubação para a cultura da soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Rita, no município de Mogi Guaçu-SP, na safra 2020/2021, em Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico.

A área em que foi instalado o experimento foi cultivada com a cultura da laranja entre os anos de 2000 a 2015. A laranja foi então retirada e foi instalado sistema de irrigação por pivô central e foi iniciado o cultivo de soja. A partir de 2017 iniciou-se o cultivo de batata, utilizando na adubação 800 kg ha^{-1} da fórmula 4-14-8 por ciclo, parcelada em duas aplicações, antecedendo a cultura da soja, na qual a adubação foi feita anualmente com 300 kg ha^{-1} de 8-15-20.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com cinco repetições, e os tratamentos foram: 1. Coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasiliense*, com adubação; 2. Coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasiliense*, sem adubação; 3. Sem coinoculação com adubação, 4. Sem coinoculação, sem adubação (controle). As parcelas foram constituídas de quatro linhas de soja espaçadas de 0,5 m e com 6 m de comprimento, totalizando 12 m^2 de área total. Foram consideradas bordaduras

as duas linhas externas e 1m de linha em cada extremidade da parcela, resultando em 4 m². Entre as parcelas e entre os blocos foi deixado 1m.

Em setembro de 2020 foi feita coleta de amostra de solo na área do experimento para caracterização química segundo Raji et al. (2001), e os resultados obtidos foram: P resina, 393 mg dm⁻³, matéria orgânica, 18 g dm⁻³, pH em CaCl₂, 5,1, K, 5,4 mmol_c dm³, Ca, 60 mmol_c dm⁻³, Mg, 12 mmol_c dm⁻³, SB, 77 mmol_c dm⁻³, CTC, 104 mmol_c dm⁻³ e V igual a 74%. Após a coleta da amostra foi feito o preparo de solo, com as práticas de subsolagem e gradagem.

Em novembro de 2020, os sulcos foram abertos com semeadora/adubadora, e logo após foi realizado o estaqueamento da área para delimitar as 20 parcelas resultantes dos quatro tratamentos com cinco repetições. A distribuição do adubo foi feita manualmente no fundo do sulco. O adubo foi coberto com solo e a semeadura também foi feita manualmente, com 12 sementes por metro. As sementes foram coinoculadas uma hora antes da distribuição nos sulcos.

A adubação, de acordo com a análise de solo, foi realizada tendo como meta a produtividade de 4.000 kg ha⁻¹ de grãos de soja. Dessa forma, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. A fórmula utilizada foi a 8-15-20, na dose de 266 kg ha⁻¹ (320 g de fertilizante em cada parcela).

O tratamento de sementes foi realizado seguindo as instruções disponibilizadas nos rótulos dos produtos utilizados. No caso, os produtos foram AzzoFiz® (*Azospirillum brasiliense*) na dose de 100 mL a cada 50 kg de sementes de soja, Atmo® (*Bradyrhizobium japonicum*) na dose de 100 mL a cada

50 kg de sementes de soja, e SynFlex® (Fertilizante mineral misto – 0,5% de P₂O₅, 0,001% de Co, 0,01% de Mo) na dose de 100 mL a cada 50 kg de semente.

A variedade escolhida para ser utilizada foi obtida via compra direta com a empresa agrícola Monsoy®, estando dentro de todas as certificações e índices de qualidade.

A cultivar Monsoy® 6410 IPRO® foi escolhida pelo fato de que ao longo dos anos na propriedade na qual foi conduzido o experimento ela apresentou boa sanidade e alto teto produtivo, aliada a resistência a períodos com baixa umidade. Além de ser uma planta de crescimento indeterminado, alta performance em diferentes ambientes de produção, grupo de maturação 6.4, apresenta tolerância ao estresse hídrico, boa arquitetura de planta, propicia o plantio da safrinha e apresenta ampla janela de semeadura.

Para facilitar a emergência das plantas, devido à escassez de chuvas, foi feita irrigação por pivô central, que foi usado apenas cinco vezes ao longo do ciclo, aplicando lâminas de 6, 12 e 4 milímetros, entre o primeiro e o décimo oitavo dia após a semeadura.

A partir da data de semeadura, que ocorreu dia 7 de novembro de 2020, até a colheita, que ocorreu dia 12 de março de 2021, foram feitas as coletas de dados de precipitação pluvial (Figura 2) e de quantidades de água aplicada via irrigação (destacadas em vermelho na Figura 2), totalizando 554 milímetros. Desses, apenas 34 milímetros foram provenientes de irrigação.

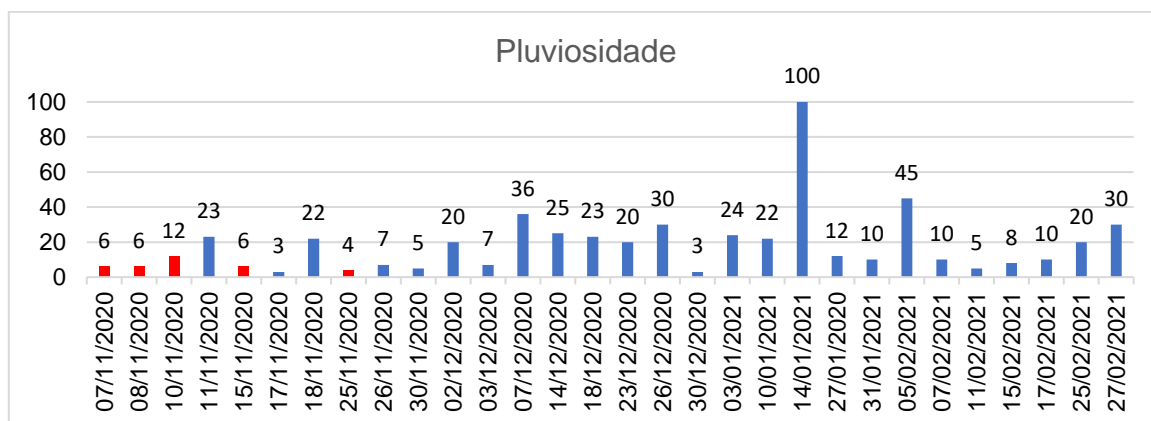


Figura 2. Lâmina de irrigação (barras em vermelho) e precipitação pluvial (barras em azul) durante o ciclo da cultura da soja.

As pulverizações de herbicidas foram realizadas 16 dias e 33 dias após a semeadura, tendo como função o controle de plantas tigueras e daninhas. Foram utilizados 2,5 litros de Xequê Mate® (Glifosato - 620g L⁻¹), 0,3 litros de Freno® (Cletodim – 240 g L⁻¹), 0,3 litro de óleo e 0,03 litro de redutor de pH, todas as doses equivalentes para um hectare.

As pulverizações de fungicida foram realizadas no fim de dezembro de 2020, a primeira quando as plantas estavam em estágio vegetativo próximo da floração, utilizando 0,3 litro de Opera® (Piraclostrobina – 133 g L⁻¹ e Epoxiconazol – 50 g L⁻¹), 0,3 litro de cobre, 0,4 litro de óleo e 0,03 litro de redutor de pH, todas as doses para um hectare. A segunda aplicação foi feita no início de janeiro, 15 dias após a primeira aplicação, porém combinando o inseticida para controle de percevejos [0,4 L ha⁻¹ de Akito® (Beta-Cipermetrina – 100 g L⁻¹), tendo em vista que as plantas estavam em estágio vegetativo R2 para R3. A terceira e quarta aplicações de fungicida seguiram o mesmo método da segunda aplicação, porém na terceira aplicação as plantas se encontravam em estágio vegetativo R4 e na quarta aplicação as plantas se encontravam em estágio vegetativo R6. Durante a realização do trabalho, não houve incidência de pragas

ou doenças na área do experimento, todas as pulverizações foram feitas de forma a prevenir o ataque de pragas e de agentes causadores de doenças vindos de outras áreas, já que era o cultivo mais novo da propriedade.

Todas as pulverizações foram feitas com pulverizador de arrasto de 3 mil litros, aplicando volume de calda de 200 litros por hectare, que resultou em 0,24 litro de calda por parcela.

No final do ciclo, todas as avaliações, bem como a colheita, foram realizadas de forma manual. A avaliação de altura foi feita em todas as plantas da área útil das parcelas e, em dez plantas, foi feita a contagem do número de vagens. A avaliação da produção foi feita colhendo todas as plantas da área útil. A produção foi pesada e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

Os efeitos dos tratamentos nas variáveis altura de plantas, número de vagens por planta e produtividade de grãos de soja foram avaliados segundo delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições empregando análise de variância (teste F) e, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para tais análises, foi utilizado o software Agro Estat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura, o número de vagens por planta e a produção de soja em função de coinoculação e adubação, quando cultivada após batata em sistema de irrigação com pivô central, estão na Tabela 2.

Tabela 2. Altura de planta (cm), número de vagens por planta e produção (kg/ha) de soja em função de coinoculação e adubação.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Nº de vagens por planta	Produtividade (kg ha⁻¹)
Coinoculado e Adubado	85,24 a	108,96 a	3.511,5 b
Coinoculado sem adubação	94,28 a	120,84 a	4.481,5 a
Sem Coinoculação + Adubação	85,84 a	93,78 a	2.690,0 c
Sem Coinoculação sem adubação	96,49 a	96,50 a	2.626,5 c
F	2,90NS	2,38NS	102,71**
DMS (5%)	14,2057	33,8697	0,3811
CV%	8,3632	17,1756	5,1897

NSe **: não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

CV: coeficiente de variação, em %

Não houve efeito dos tratamentos na altura das plantas de soja. Segundo Maurício Filho et al. (2018), a altura de plantas comparada entre tratamentos coinoculados e sem coinoculação não apresentou diferença, conforme ocorreu neste trabalho. Este resultado pode ser devido a presença de nutrientes de forma residual em alta disponibilidade deixados pela cultura anterior, no caso a batata,

conforme justificado por Costa et al. (2012), Caetano et al. (2013) e Borges et al. (2014)

Assim como observado para altura, o número de vagens por planta também não variou segundo os tratamentos (Tabela 2).

A coinoculação sem adubação resultou na maior produtividade e, a adubação, nos tratamentos com coinoculação, causou diminuição na produtividade (Tabela 2). Neste caso, não adubar levou a um ganho de 970 kg ha⁻¹ de grãos. A coinoculação proporcionou, ainda, acréscimo de produtividade de 1.338 kg ha⁻¹ (50%) na média dos tratamentos sem e com coinoculação e, comparando o tratamento com inoculação e sem adubação com o tratamento controle, o aumento foi de 1.855 kg ha⁻¹ (70%). Em outros trabalhos a coinoculação também resultou em aumento de produtividade, mas não tão expressivos quanto os obtidos no presente caso (HUNGRIA et al., 2013, 2015b; NOGUEIRA et al., 2018). O ganho de produtividade obtido está associado ao fato da coinoculação ter proporcionado maior número de vagens, que explica a maior produtividade final. Vale ressaltar que a coinoculação permitiu um melhor aproveitamento do residual de nutrientes do solo quando a planta não foi adubada, dessa forma o maior número de vagens resultou em maior produtividade.

A produtividade nos tratamentos coinoculados superaram a média nacional de 3.529 kg ha⁻¹, apresentada pela Conab (2021), e também superou a média apresentada por Oliveira et al. (2019). Os tratamentos sem coinoculação, sem adubação e sem coinoculação, e com adubação, ficaram abaixo da média nacional, fato que pode ser explicado pela baixa pluviosidade ocorrida, aliada a

chuvas espaçadas, não fornecendo a quantidade necessária de 2 mm diários nos períodos iniciais e 8 mm no enchimento de grão, considerados como necessários por Oliveira (2019), fato este que pode ter diminuído a produtividade de todos os tratamentos. Isso evidencia o efeito da coinoculação na formação do sistema radicular.

5- CONCLUSÕES

A coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* gerou condições que promoveram a expressão genética da cultivar, resultando em maior produtividade de grãos, tanto na presença quanto na ausência de adubação com P e K.

A adubação com P e K para soja cultivada após batata não resulta em ganho de produtividade.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARNOLD BARBOSA DE OLIVEIRA et al, editores técnicos. **Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde** / - Brasília, DF: Embrapa, 2019. 274 p.42. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas)

BÁRBARO, I. M.et al. **Técnica alternativa: co-inoculação com Azospirillum e Bradyrhizobium visando incremento de produtividade da cultura da soja no Norte do Estado de São Paulo**. Informações Tecnológicas, Campinas, 2008.Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br>. Acesso em: 21 março. 2021.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Experimentação Agronômica & Agro Estat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos**. 1. ed. Jaboticabal: Gráfica Multipressão Ltda., v. 1, 396 p., 2015.

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.

BONETTI, L. P. **Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição**. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.

CAETANO, J. O. et al. (2013). **Dinâmica da matéria orgânica de um neossoloquartzarênico de cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho**. Revista Brasileira Ciência do Solo, 37: 1245-1255.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura**. Química Nova, v.23, p. 4, 2000.

CONAB,2021. **10º Levantamento – Safra 2020/2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaeros/boletim-da-safra-de-gaeros>. Acesso dia 01 de agosto de 2021.

COSTA, N. L. DA, SILVA, A. R. DA C., & GRANGEIRO, L. C. (2012). **Efeito residual da adubação da cebola no rendimento de cenoura**. ACSC, v.8, n.1, p. 07

EMBRAPA. **Fixação biológica de nitrogênio - perguntas e respostas**. Embrapa, Brasília, 2020. Acessado em 8 jul. 2020. Online. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/perguntas>

FERLINI, H. A. **Co-Inoculación en Soja (Glicyne max) con Bradyrhizobium japonicum y Azospirillum brasilense**. Artículos Técnicos – Agricultura. 2006. https://www.faq.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/564c636bdb0ff.pdf;

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

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. **Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil**. Plant and Soil, v.331, n.1-2, p.413-425, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. **Soybean seed co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: A new biotechnological tool to improve yield and sustainability**. American Journal of Plant Sciences, v.6, p.811-817, 2015.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: IAC, 1996. p. 202. (Boletim Técnico, 100).

MAURÍCIO FILHO et al - **Ipê Agronomic Journal** –V.2N.2– (2018) 48–59. <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/ipeagronicjournal/article/view/2620/928>; Acessado em 22 de junho de 2021.

OLIVEIRA, et al; 2019; **“Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2018/2019 no Paraná**; Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207544/1/Circ-tec-156.pdf>;

PRADO, M, R; 2004; **“Funções – texto básico”**. Disponível em: <http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/funcoes.php>. Acessado em 22 de maio de 2021.

RAIJ et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** IAC– Campinas, 2001.

SILVA et al. (2000). **Efeito residual da adubação da batata sobre a produção do milho verde em cultivo sucessivo.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/HKHrww9dh4Vr7bhXYgjMMbH/?lang=pt>. Acesso em 25 de junho de 2021.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; LANTMANN, A.F.; MEYER, M.C.; MANDARINO, J.M.G.; OLIVEIRA, M.C. N. DE. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 18p. (CNPSO. Circular Técnica, 16).

SFREDO, GEDI JORGE; **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral** / Gedi Jorge Sfredo - Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148 p. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.305)

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. **Estabelecimento da lavoura de soja: distribuição espacial das plantas da lavoura.** In: THOMAS, A. L.; COSTA, A. C. (Ed.). Soja: manejo para alta produtividade de grãos.

TOLEDO, L. R. **Conheça as boas práticas de inoculação da soja, 2016.** <http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2016/11/04/conheca-as-boas-praticasde-inoculacao-da-soja/>. Acessado em 18 de fevereiro de 2021.