INSERÇÃO DE *Bacillus subtillis* E ADUBAÇÃO COM COBRE NO MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DA SOJA NO MARANHÃO

ANTONIO DE OLIVEIRA LOURO[1], RAIMUNDO RODRIGUES DOS SANTOS[2], RODRIGO BERNARDO GALDINO DA SILVA[3], THATYANE PEREIRA DE SOUSA[4]

AFILIAÇÃO

[1]UEMASUL- CCA- Av. agrária,100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900 – 001 – Bolsista PIBITI/UEMASUL, Graduando em Engenharia Agronômica; [2]UEMASUL- CCA- Av. agrária,100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900 – 001 – Voluntário, Graduando em Engenharia Agronômica; [3]UEMASUL- CCA- Av. agrária,100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900 – 001 – Voluntário, Graduando em Engenharia Agronômica; [4]UEMASUL- CCA- Av. agrária,100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900 – 001 – Orientadora do PIBITI/UEMASUL

RESUMO

A soja é uma importante cultura com relevância no âmbito mundial, a partir do seu cultivo tem-se possibilidade de gerar empregos diretos e indiretos, no entanto é sujeita a inúmeras patologias de importância econômica, que incide principalmente suas folhas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a inserção de *Bacillus subtilis* e fertilização foliar com cobre, no manejo integrado de doenças da soja no estado do Maranhão. O experimento foi realizado na safra agrícola 2022/2023, em Açailândia-Ma. Utilizou-se delineamentos de blocos ao acaso com 4 repetições. os tratamentos foram: 1 – CONTROLE; **2** – *Bacillus subtillis* (5 aplicações); **3**- Adubação com Cobre (Metis nutri) (4 aplicações); **4** – Químico (Priori - 4 aplicações); **5** - *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri) (4 aplicações); **6** – Químico (Priori) + *Bacillus subtillis* (4 aplicações); **7** – Químico (Priori) + Adubação com Cobre (4 aplicações); **8** – Químico (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri) (4 aplicações). Foram avaliadas: altura das plantas, quantidade de entrenós, número de vagens, número de grãos por vargens, massa de cem grão, peso da biomassa e índice SPAD. resultados de altura da planta, quantidade de entrenós e número de vagens, apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O maior parâmetro quanto a altura das plantas foi observada no tratamento 8, esse mesmo tratamento obteve maior acúmulo de massa seca que os demais tratamentos, em relação ao índice de clorofila teve influência do manejo utilizado, sendo o tratamento 8, o de valores mais elevados. Conclui-se que os diferentes tipos de tratamentos provocam mudanças nos atributos de produtividade, no índice SPAD e na quantidade de biomassa na cultura da soja.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; Controle integrado; Produtividade.

INTRODUÇÃO

A soja é uma importante cultura, com relevância no âmbito mundial, e o Brasil figura como maior produtor do grão, responsável por 154 milhões das 369 milhões de toneladas produzidas na safra 2022/2023. Há tendências de crescimento expressivo na demanda do grão para os próximos anos e, nesse contexto, enfatiza-se a importância de produzir mais e com mais eficiência, superando os entraves de doenças parasitarias de plantas, que podem ser de origem bacteriana, fúngica, viral ou causada por nematoides (EMBRAPA SOJA, 2023).

Para atingir rendimentos cada vez maiores é necessário oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas o qual depende da interação entre ambiente, genótipo e o manejo implementado (CARDOSO et al., 2018) sendo, uma das formas de condicionar esse equilíbrio, a realização do controle fitossanitário da cultura. O Manejo integrado de doenças é um sistema de manejo que associa o ambiente e a dinâmica populacional da praga a estratégias e táticas de controle, como: o **biológico,** o **químico,** o **genético,** o **cultural** e o **físico**.

No controle biológico são buscados agentes antagonistas para combater o patógeno, possibilitando uma diminuição no uso de produtos químicos. As bactérias do gênero Bacillus, principalmente *B. subtilis*, além de componentes da população microbiana do solo, rizoplano e filoplano, também apresentam características atrativas para os estudos de controle biológico de doenças de plantas (NORONHA et al., 1995).

A aplicação de fertilizantes via foliar vem sendo cada vez mais utilizada pelos produtores, principalmente com produtos alternativos como os biofertilizantes. (MEDEIROS et al., 2007). O cobre (Cu^{2+}) é um micronutriente que, apesar de exigido em pequenas quantidades pelas plantas, é essencial para seu pleno desenvolvimento. (BARBOSA et al., 2013; CARMO et al., 2012).

O objetivo foi avaliar a inserção de *Bacillus subtilis* e fertilização foliar com cobre, no manejo integrado de doenças e aumento de produtividade da soja no estado do Maranhão.

METODOLOGIA

O experimento foi instalado e conduzido na cidade de Açailândia (MA), localizado nas coordenadas geográficas 47°00'06" Oeste, 4°40'26" Sul. De acordo com Climate-Data o clima é tropical, caracterizado por ter menos pluviosidade no inverno que no verão.

O ensaio foi realizado em delineamentos de blocos ao acaso com 4 repetições (Cada parcela 5m x 2m) e foram utilizados 8 tratamentos: 1 – CONTROLE; 2 – *Bacillus subtillis* (5

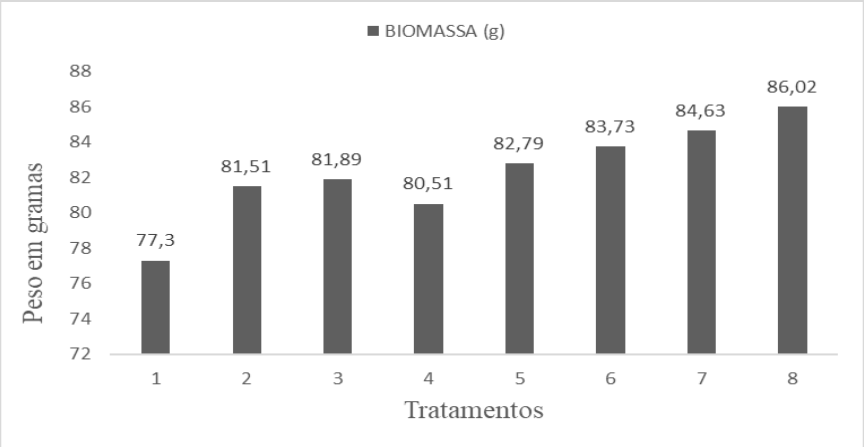
aplicações); 3- Adubação com Cobre Cobre (Metis nutri) (4 aplicações); 4 – Químico (Priori - 4 aplicações); 5 - *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri) (4 aplicações); 6 – Químico (Priori) + *Bacillus subtillis* (4 aplicações); 7 – Químico (Priori) + Adubação com Cobre (4 aplicações); 8 – Químico (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri) (4 aplicações). As aplicações foram realizadas de acordo com a recomendação do fabricante. Os parâmetros avaliados foram: acúmulo de biomassa, altura da planta, número de entrenós, índice de clorofila, incidência de doenças, produção de grãos.

Altura da planta (AP) foi obtida medindo da base do solo até o ponto mais alto do caule, com auxílio de régua milimetrada, quantidade de entrenós (QETR), quantidade de vagens (NV) e quantidade de grãos por vagem (NGV) e massa de 100 grãos (M100) foram determinados no estádio R8, 125 dias após a semeadura, nas linhas próximo à área útil das parcelas experimentais, utilizando 10 plantas por parcela experimental, totalizando 40 plantas por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o auxílio do programa estatístico SPSS. As médias foram comparadas pelo Teste Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os valores médios referente a massa seca das plantas de soja (Figura 1), verificou-se que o tratamento 8 fungicida (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri), obtiverem valores maiores de acumulo de massa seca que os demais tratamentos.

Figura 1 – Avaliação da biomassa, em função do estágio fenológico da planta de soja e do manejo integrado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A avaliação da biomassa é um importante mecanismo para conhecer o comportamento das diversas cultivares que existem nos dias atuais, considerando que muitos processos fisiológicos que prejudica o desenvolvimento da planta estão inteiramente relacionados com esse parâmetro (BRANDELERO et al., 2002).

O acúmulo de biomassa, é um fator essencial para produtividade das culturas, a quantidade de matéria seca é dependente da assimilação de nutrientes pelas plantas ao longo de seu ciclo produtivo, sendo crescente até o estágio final de produção e decresce após o enchimento de grãos (GONÇALVES et al., 2011).

As análises de variância dos resultados de AP, QRT, NV e NGV, apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, para todos os parâmetros avaliados. Isso demostra que o tipo de manejo implica diretamente no crescimento, desenvolvimento, arquitetura e produtividade das plantas.

Tabela 1 – atributos para avaliação da produtividade na cultura da soja. Valores médios de quatro repetições.

TRATAMENTOS	AP (cm)	QRT	NV	NGV
1 -Controle	59,75 c	14,05 c	73,90 c	2,12 d
2 - *Bacillus subtillis*	63,67 b	14,87 b	103,85 ab	2,27 c
3 - Adubação com cobre	65,35 ab	15,10 b	118,00 a	2,36 bc
4 - Químico (Priori)	62,92 b	15,50 b	112,00 ab	2,39 ab
5 - *Bacillus subtillis* + adubação com cobre	63,00 b	15,02 b	95,40 b	2,40 ab
6 - Químico (Priori) + *Bacillus subtillis*	63,60 b	15,00 ab	94,90 b	2,36 ab
7 – Químico (Priori) + adubação de cobre	64,02 ab	14,87 b	103,67 ab	2,40 ab
8 – Químico (Priori) + Adubação com cobre + *Bacillus subtillis*	66,10 a	15,95 a	121,82 a	2,47 a
CV (%)	6,2	8,1	29	7,1

AP: Altura da planta; QRT: Quantidade de entrenós; NV: Numero de vagens; NGV: Numero de grão por vagem. Valores na mesma coluna, comparando as diferentes formas de controle, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de (Tukey $p<0,05$).

Os resultados demostrados na (tabela 1) apontam que os maiores parâmetros quanto a altura das plantas foi observada no tratamento 8 com uma média de 66,10 cm, onde foi utilizado o manejo integrado, não diferindo estatisticamente do tratamento 7- (químico + adubação de

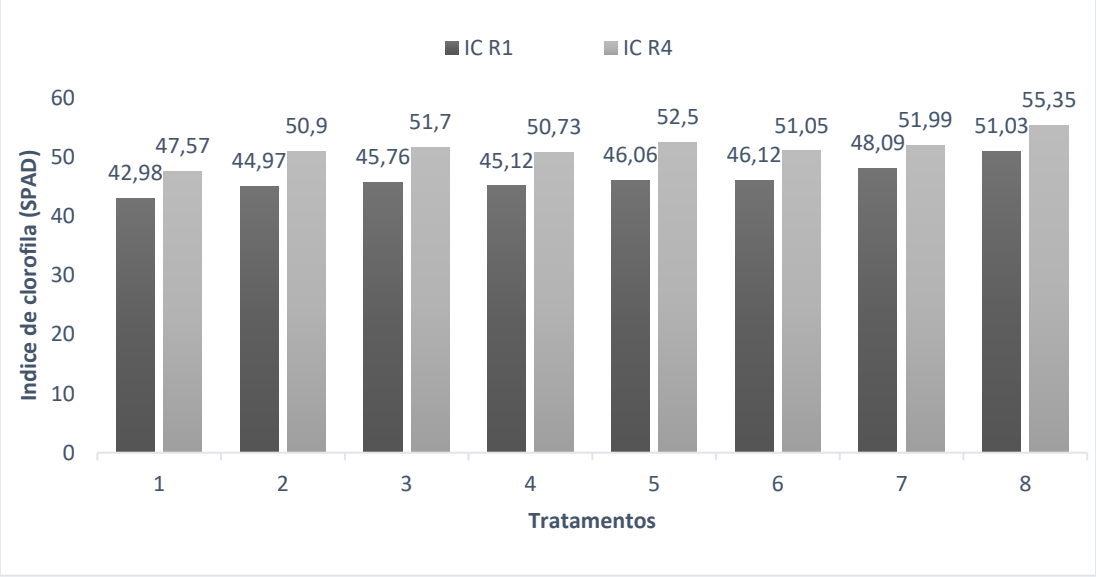
cobre) e tratamento 3 – (adubação com cobre - Metis nutri). Segundo KERBAUY (2004) O cobre é um micronutriente de suma importância, pois está relacionado com o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Quanto a quantidades de entrenós, os maiores valores foram encontrados no tratamento 8, onde foram aplicadas 3 formas de manejo, o Biológico (*Bacillus Subtillis*), adubação de cobre (Metis nutri) e químico (Priori) com um intervalo de aplicação de 15 dias.

A aplicação do fertilizante de cobre nas fases vegetativa e reprodutiva da soja influenciaram significativamente o número de vargens, e quando associada com outros tipos de manejo essa influência pode ser ainda maior. MENINO (2022) Propôs que a aplicação do cobre pode causar efeitos satisfatórios, pois esse mineral permite que uma maior proporção de fotoassimilados sejam alocados para as estruturas reprodutivas e quando associado a outros tipos de manejo esse incremento de grãos pode ser ainda maior.

A aplicação integrada de fungicida (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri), aumentou significativamente a quantidade de grão por vargens, o que resulta em uma maior produtividade.

Figura 2 – Índice SPAD das folhas de soja, em função da aplicação de diferentes formas de manejo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na figura 2 é possível notar que o índice de clorofila foi influenciado pelo tipo de manejo empregado, sendo o tratamento 8 (fungicida (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre

(Metis nutri) os maiores valores, sendo observado diferença significativa com os demais tratamentos pelo teste de (Tukey p<0,05) tanto em relação ao estágio fenológico como em função do manejo, corroborando com o trabalho de Yokoyama (2018), onde ocorreu um aumento do índice SPAD do estágio V4 até R5.4, apresentando evolução dos teores de clorofila mediante ao aumento da capacidade da planta de absorver nitrogênio inorgânico do solo e, por seguinte, tem-se um aumento da fixação biologica de nitrogênio

A tabela 2 mostra os resultados encontrados na avaliação da massa de cem grãos, na qual houve incremento nos valores obtidos em função das diferentes formas de controle, com média de 19,05 g o tratamento 8, foi o que obteve o maior incremento, porém diferindo apenas do tratamento controle. Esses resultados fundamentam que os tratamentos interferiram no carreamento de fotoassimilados para as sementes.

Tabela 2 – Massa de 100 grãos de soja,em função do manejo integrado com inserção de *Bacillus* subtillis e Adubação com cobre na safra 2022/2023, Açailândia-MA, 2023.

Tratamentos	**Massa de 100 grãos (g)**
1 -Controle	16,68 b
2 - *Bacillus subtillis*	17,96 a
3 - Adubação com cobre	18,51 a
4 - Químico (Priori)	18,28 a
5 - *Bacillus subtillis* + adubação com cobre	18,21 a
6 - Químico (Priori) + *Bacillus subtillis*	18,17 a
7 – Químico (Priori) + adubação de cobre	18,22 a
8 – Químico (Priori) + Adubação com cobre + *Bacillus subtillis*	19,05 a
CV (%)	5,7

Tratamento 1 (Controle); Tratamento 2 (*Bacillus subtillis)*; Tratamento 3 (Adubação de cobre); Tratamento 4 (Químico – Priori); Tratamento 5 *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri); Tratamento 6 (Químico (Priori) + *Bacillus subtillis*); Tratamento 7 (Químico (Priori) + Adubação com Cobre (Metis); Tratamento 8 (Químico (Priori) + *Bacillus subtillis* + Adubação com Cobre (Metis nutri)). Valores na mesma coluna, comparando as diferentes formas de controle, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de (Tukey p<0,05).

CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de tratamentos com adubação de cobre e *Bacillus subtillis* provocam mudanças nos atributos de produtividade na cultura da soja.

APOIO FINANCEIRO

Uemasul, Vittia e TDAGRO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R.H.; TABALDI, L.A..; MIYAZAKI, F.R.; PILECCO, M.; KASSAB, S.O.; BIGATON, D.L. Foliar cooper uptake by maize plants: effects on growth and yield. ***Ciência Rural***, [S.l.], 2013. p.43-49.

BRANDELERO E.; PEIXOTO, C. P.; M SANTOS, J. M. B.; MORAES, J. C. C; PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, p.77-88, 2002.

CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q.; MELO, F.B.; SOBRINHO, C.A. Manejo do arranjo de plantas para aumento da produtividade de grãos de feijão-caupi no Meio-Norte brasileiro. **Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2018.

CARMO, D.L.do.; NANNETTI, D.C.; LACERDA, T.M.; NANNETI, A.N.; ESPIRITO SANTO, D.J.do. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no sul de Minas Gerais. ***Coffe Sciense***, [*S.l.*], p.76-83, 2012.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: Açailândia. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/acailandia-29550/>. Acesso em: 25 ago. 2022.

Embrapa Soja. 2023**. Soja em números (safra 2022/2023)**. Disponível em:< https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 08 out. 2023

Gonçalves, J. M. ; SOUZA, Eli Regina Barboza de ; FERNANDES, Eliana Paula ; LEANDRO, Wilson Mozena ; PELOSI, A. P. . **Produção de matéria seca e produtividade em soja**. In: 63ª Reunião Anual da SBPC, 2011, Goiânia. Anais da 63ª Reunião Anual da SBPC, 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 451, 2004.

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; MARQUES, L.F. Producao de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. *Horticultura Brasileira.* [S.l.], p.433-436, ago. 2007.

MENINO, G. C. **Aplicação foliar suplementar com cobre tem efeito na redução da severidade da ferrugem asiática na soja**. CAMPINAS: INSTITUTO AGRONOMICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2022. p. 22.

NORONHA, M.A., MICHEREFF, S.J., MARIANO, R.L.R. Efeito do tratamento de sementes de caupi com Bacillus subtilis no controle de Rhizoctonia solani. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, n.2, p.174-178, 1995.

YOKOYAMA, Anderson Hideo et al. Índice de área foliar e SPAD durante o ciclo da soja em função da densidade de plantas e sua relação com a produtividade de grãos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, p. 531-538, 2018.