

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

EMELY DA SILVA MALAGUTTI

**DOSES DE *Bacillus subtilis* NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBALTO E
MOLIBDÊNIO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
FEIJÃO**

**Ilha Solteira
2022**

EMELY DA SILVA MALAGUTTI

**DOSES DE *Bacillus subtilis* NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBALTO E
MOLIBDÊNIO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
FEIJÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP como parte dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

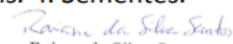
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M237d Malagutti, Emely da Silva.
Doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de cobalto e molibdênio na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão / Emely da Silva Malagutti. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
31 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Marco Eustáquio de Sá
Inclui bibliografia

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Produtividade. 3. *Bacillus subtilis*. 4. Sementes.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: DOSES DE *Bacillus subtilis* NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBALTO E MOLIBDÊNIO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO.

ALUNA: EMELY DA SILVA MALAGUTTI

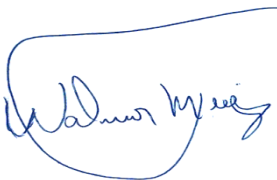
ORIENTADOR: PROF. DR. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ

Aprovado (x) - Reprovado () pela Comissão Examinadora. **Nota: 10,00**

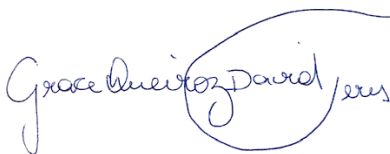
Comissão Examinadora:



PROF. DR. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ
Orientador - UNESP/FEIS



PROF. WALMOR MOYA PERES
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT



PROF^a. GRACE QUEIROZ DAVID PERES
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT



ALUNA: EMELY DA SILVA MALAGUTTI

Ilha Solteira (SP) 09/07/2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora pela proteção durante essa importante etapa da minha vida, por guiar meu caminho e me livrar de todo mal sempre.

À minha família, que me apoiou em todos os momentos. Estávamos distantes fisicamente, mas unidos fortemente pelo coração. Amo incondicionalmente e muito obrigada por me apoiar!

Ao meu professor e orientador Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela orientação e apoio, por todo ensinamento e principalmente pelo exemplo de profissional e pessoa de luz que é. Levarei como exemplo em toda minha vida. Muito obrigada pela oportunidade de aprender com você professor. Sou muito grata ao senhor!

À UNESP - Ilha Solteira, agradeço aos professores pela contribuição a minha formação, e aos técnicos de campo e laboratório, pela contribuição na execução do experimento.

E aos amigos que a Unesp me deu, obrigada pelos momentos de aprendizado e de descontração.

Sou grata a tudo que vivi durante esses anos!

RESUMO

Representando uma das principais culturas agrícolas do país, o feijão é um produto de grande importância nutricional, social e cultural. Produzido por pequenos, médios e grandes produtores e em diversos sistemas de cultivo, tem sido observada baixas produtividades devido à vários fatores como adubação inadequada e o uso de sementes de pouca qualidade, importantíssimos para o sucesso produtivo da lavoura. Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da adubação foliar com produto a base de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de cobalto e molibdênio nos componentes de produção e produtividade e na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro. O trabalho foi conduzido na área experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP e o cultivar de feijão do grupo carioca utilizado foi o IAC 1850. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, envolvendo quatro doses do produto a base de *Bacillus subtilis* (0,5, 1,0, 2,0 e 3,0 L ha⁻¹) mais a testemunha, aplicadas na presença e ausência de cobalto e molibdênio (CoMo), quando a cultura estava no estágio V4. Foram avaliadas as seguintes características, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens cheias por planta, número de grãos por planta, peso de 100 sementes e produtividade, teores foliares de macro e micronutrientes e clorofila nas folhas. Para a verificação da qualidade e vigor de sementes realizou-se os seguintes testes, germinação, comprimento e massa seca das plântulas, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Foi observado níveis de produtividade superiores a 1900 kg ha⁻¹, com efeitos significativos para doses de *B. subtilis* e para presença e ausência de CoMo. A aplicação de 0,5 L ha⁻¹ de *B. subtilis* proporcionou um aumento de 19% na produtividade do feijoeiro quando comparado a testemunha. Para qualidade de sementes, a dose de 1,0 L ha⁻¹ de *B. subtilis* originou sementes com germinação e plântulas normais acima de 90%, significando sementes de excelente vigor.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; Produtividade; *Bacillus subtilis*; Sementes.

ABSTRACT

Representing one of the main agricultural crops in the country, common beans are a product of great nutritional, social and cultural importance. Produced by small, medium and large producers and in different cultivation systems, low productivity has been observed due to several factors such as inadequate fertilization and use of poor quality seeds, which are very important for the productive success of the crop. Thus, the present work aimed to verify the effects of foliar fertilization with a product based on *Bacillus subtilis* in the presence and absence of cobalt and molybdenum in the components of production and productivity and in the physiological quality of common bean seeds. The work was carried out in the experimental area of Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP and the common beans cultivar of the carioca group used was IAC 1850. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 2x5, involving four doses of the product (0.5, 1.0, 2.0 and 3.0 L ha⁻¹) plus the control, applied in the presence and absence of cobalt and molybdenum (CoMo), when the culture was at stage V4. The following characteristics were evaluated, plant height, height of insertion of the first pod, number of full pods per plant, number of grains per plant, weight of 100 seeds and productivity, foliar contents of macro and micronutrients and chlorophyll in the leaves. To verify the quality and vigor of seeds, the following tests were carried out, germination, seedling length and dry mass, electrical conductivity and accelerated aging. Productivity levels above 1900 kg ha⁻¹ were observed, with significant effects for *B. subtilis* doses and for the presence and absence of CoMo. The application of 0.5 L ha⁻¹ of *B. subtilis* provided a 19% increase in common beans productivity when compared to the control. For seed quality, the dose of 1.0 L ha⁻¹ of *B. subtilis* originated seeds with normal germination and seedlings above 90%, meaning seeds of excellent vigor.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; Productivity; *Bacillus subtilis*; Seeds.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 CULTURA DO FEIJÃO	10
2.2 COBALTO E MOLIBDÊNIO	10
2.3 <i>Bacillus subtilis</i>	11
2.4 QUALIDADE DE SEMENTES.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 TRATAMENTO.....	14
3.2 PARÂMETROS AVALIADOS	15
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão, *Phaseolus vulgaris* L., representa uma das principais explorações agrícolas do país sendo produzida nos mais variados sistemas de cultivo. Sua importância extrapola o aspecto econômico por sua relevância enquanto fator de segurança alimentar e nutricional (principal fonte de proteína vegetal da população), e sua importância cultural presente na culinária de diversos países (YOKOYAMA et al. 1996). No seu cultivo são observados baixos níveis de uso de tecnologias, devido ser uma cultura de subsistência e ainda explorada por pequenos produtores, porém atualmente este fato encontra-se mesclado com altíssimas tecnologias, onde médios e grandes produtores utilizam técnicas de grande nível científico.

Por ser uma cultura de ciclo curto, entre 70 e 100 dias, o feijão possibilita o plantio em até três safras, na busca pelo equilíbrio no abastecimento. Os maiores produtores mundiais de feijão no ano de 2020 foram, China, Índia, Myanmar e Brasil (EMBRAPA, 2021). O fato de os grandes produtores mundiais serem também os maiores consumidores, gera poucos excedentes exportáveis, limitando o comércio internacional do produto (CONAB, 2017).

As causas da baixa produtividade da cultura no país são o uso de sementes de baixa qualidade, espaçamentos e densidades inadequados, suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, sendo atribuída como causa principal a adubação inadequada (ALMEIDA et al. 1972). Fato este que vem sendo corrigido com o tempo e que vem sendo aprimorado com pesquisas dentro das várias áreas, envolvendo engenharia genética, plantio direto, irrigação, época de semeadura e aplicação de nutrientes em suplementação.

Para o incremento na produtividade do feijoeiro, se faz necessário um avanço no nível tecnológico, sendo a introdução do uso de sementes de qualidade (BRAGANTINI, 1996; YOKOYAMA et al. 2000). De acordo com Ambrosano et al. (1999) a qualidade de sementes surge da interação de componentes genético, fisiológico, físico e sanitário. Para Vieira et al. (1993), o ambiente em que as sementes se formam podem influenciar no componente fisiológico. Assim, levando em conta a germinação e o vigor, é possível identificar sementes melhores, com maior potencial fisiológico, devido os tratos culturais aplicados, como a adubação mineral (ANDRADE et al. 1999).

A formação do embrião e dos órgãos de reserva bem como a composição química de uma semente é influenciada pela disponibilidade de nutrientes, podendo afetar sua qualidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A qualidade da semente se traduz na viabilidade, no vigor, no teor de água, na maturidade, na danificação mecânica, nas infecções por patógenos, no tamanho, na aparência e na longevidade (POPINIGIS, 1985).

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrição, e dentre os micronutrientes, o cobalto (Co) e molibdênio (Mo) são imprescindíveis para a fixação biológica de nitrogênio (FBN). O Co constitui a cobalamina, importante na síntese de leghemoglobina, responsável por levar o oxigênio até as bactérias fixadoras de N (SANTANA et al. 2011). O Mo é componente da enzima nitrogenase, auxiliando na fixação do N e da enzima redutase do nitrato, que atua na redução do nitrato à amônia na planta (SOMENZI, 2016).

Visando o melhor desempenho e qualidade da cultura, busca-se tecnologias econômicas e sustentáveis de adubação, exemplificado com o uso de bioestimulantes, produtos em que são utilizadas bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), como o *Bacillus subtilis*, aplicado em diversas culturas. As BPCP atuam na promoção direta do crescimento das plantas, na produção de fitormônios, na mineralização de nutrientes, na fixação de nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes, dentre outros.

O *Bacillus subtilis* auxilia na rápida emergência das sementes, o qual diminui o tempo no campo e favorece um menor contato com patógenos presentes no solo e no ambiente externo no início do desenvolvimento da planta (LANNA FILHO; FERRO; DE PINHO, 2010). Assim, buscou-se analisar os efeitos da adubação foliar com produto a base de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de cobalto e molibdênio nos componentes de produção e produtividade e na qualidade fisiológica de sementes originadas de feijoeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO FEIJÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta dicotiledônea, herbácea, anual de ciclo curto, pertencente à família Fabaceae, gênero *Phaseolus*, originado no continente americano. Dentre o vasto gênero *Phaseolus*, destaca-se o *Phaseolus vulgaris*, o feijão, espécie mais antiga e mais utilizada mundialmente (ARF, 2015).

É um dos principais cereais utilizados na alimentação humana, com grande relevância na dieta alimentar por sua quantidade e qualidade uma vez que é fonte de proteína vegetal contendo minerais, ferro, zinco e cálcio e segurador nutricional já que é de fácil acesso, estando presente na mesa da população de baixa renda.

É uma cultura alimentar de fácil adaptação ao ambiente e que pode ser explorada por pequenos, médios e grandes produtores. Na safra de 2020/2021 ocupou 2,9 milhões de hectares brasileiros, sofrendo redução (CONAB, 2021), uma vez que a soja é detentora de mercado certo e possui cadeia produtiva mais organizada, tomando a área do feijão. Sua produção ao redor de 2,8 milhões de toneladas, também reduzida, se deve a perda de áreas cultivadas como também as adversidades climáticas, geadas e principalmente a escassez hídrica, devido a redução da precipitação (CONAB, 2021).

Assim, com estímulo ao seu cultivo uma vez que o preço da saca é atrativo, busca-se alternativas facilitadoras e interessantes para a produção, como o uso de bioestimulantes que auxilia no fornecimento de nutrientes e são mais econômicos que fertilizantes industrializados, mantendo a qualidade da produção.

2.2 COBALTO E MOLIBDÊNIO

Os micronutrientes são requeridos pelas culturas em doses baixas, mas são relevantes. A baixa fertilidade dos solos e ainda o intenso uso de calcário e adubos fosfatados são fatores que limitam a disponibilidade dos micronutrientes para as plantas (BATAGLIA; RAIJ, 1989).

O Co e o Mo são importantes para a FBN e podem promover aumento no acúmulo de N nas plantas. Golo et al. (2009) em estudos com soja, observaram maiores valores para a massa de 100 sementes e produtividade quando aplicado CoMo, e ainda CoMo na presença de inoculantes observou-se melhoria na qualidade fisiológica das sementes, diferente de Hamilton et al. (2020) que tratando sementes de feijão com cobalto e molibdênio não obtiveram resultados significativos na germinação e na qualidade de sementes.

2.3 *Bacillus subtilis*

As BPCP podem agir como biofertilizantes, biocontroladores e fitoestimulantes (BERG; SMALLA, 2009). O crescimento de plantas promovido pelo *Bacillus subtilis* é resultante da fixação de N, solubilização de nutrientes, melhoria nas condições do solo e a produção de metabólitos que favorecem o sistema radicular e a absorção de nutrientes.

Há relatos satisfatórios com seu uso na cultura do feijoeiro mostrando que a síntese de auxina, giberelina e citocinina promovem rápida germinação, emergência e aumento ao redor de 31% no peso seco das plântulas (MANJULA; PODILE, 2005). Ao mais, Araujo (2008) relata que sementes de algodão, milho e soja inoculadas com *Bacillus subtilis* apresentaram incremento na emergência das plântulas.

Benefícios na germinação, emergência de plântulas, crescimento e produtividade de grãos integram as ações do *Bacillus* nas plantas. A concentração de N, se relaciona com a presença de clorofila (que apresenta em seu núcleo quatro moléculas de nitrogênio) a qual as bactérias promotoras de crescimento podem promover seu acréscimo (PINDI, SULTANA e VOOTLA 2014). Assim, espera-se maior produção, pois maior quantidade de clorofila nas folhas, maior produção de fotossíntese e consequentemente fotoassimilados que serão destinados ao enchimento dos grãos.

Segundo relatado por Cerqueira et al. (2015), seu uso pode aumentar o número de sementes do feijoeiro. Relatos positivos também foram encontrados por Sá (2019) com o uso em feijão caupi, onde foi possível observar aumento na germinação de sementes. Em estudos com a cultura da soja, foram observados por Filho (2020) um aumento de 11,6% na produtividade com a sua aplicação.

2.4 QUALIDADE DE SEMENTES

O sucesso de atividades agrícolas na forma de cultivo de vegetais pede a utilização de sementes de qualidade. Sementes que apresentam elevado vigor, livre de patógenos e desenvolvimento uniforme, sendo altamente produtivas. No entanto, a qualidade pode ser alterada por diversos fatores como condições climáticas, fertilidade do solo, armazenamento e transporte.

Em relação a fertilidade do solo, fator delicado, tem se que plantas adubadas de modo equilibrado apresentam condições de produzir maiores quantidades de sementes, aliada a melhor qualidade, haja vista que elas poderão resistir mais facilmente a adversidades que surjam no período de produção (SÁ, 1994).

A qualidade fisiológica reflete o potencial da semente de gerar uma nova planta vigorosa, avaliada pela germinação que define sua viabilidade e pelo vigor. O vigor indica a capacidade da planta em resistir quando exposta as condições desfavoráveis, como estresses ambientais e ainda a capacidade de se manter viável no período de armazenamento (VIEIRA; RAVA, 2000).

É possível encontrar no Brasil, plantio de feijoeiro no decorrer do ano todo e em várias regiões. O hábito de utilizar grãos e ainda sementes de cultivos anteriores no plantio em mais da metade da área cultivada com a cultura, reduz drasticamente o desempenho da cultura em qualquer sistema de produção. Assim, são observadas falhas na germinação ou ainda demora na emergência, raízes e área foliar subdesenvolvidas e presença de plantas doentes no início da lavoura que reflete em aumento de custos e perdas na produção.

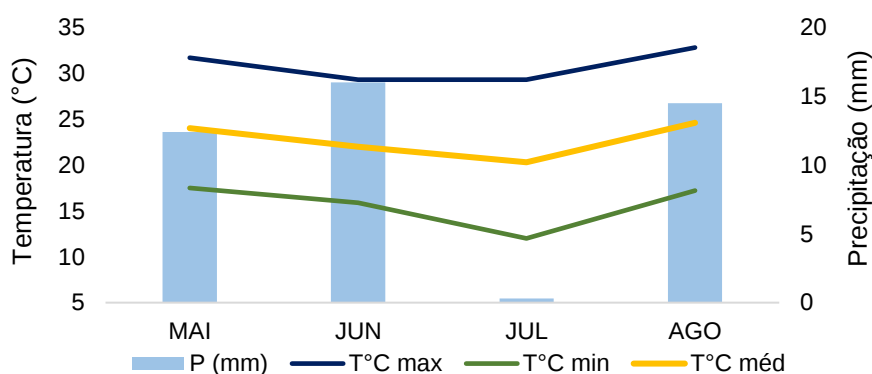
A utilização de sementes com alta qualidade física, fisiológica e sanitária constitui-se num dos importantes requisitos para a obtenção de sucesso na produção de feijão. Todas estas características de sementes podem ser verificadas por testes diversos, que seguem normas rígidas para sua avaliação. É uma forma de evitar ou reduzir problemas com a cultura, facilitando a exploração do seu potencial produtivo e contribuindo para a redução de custos de produção.

O teste de germinação consiste no desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando o potencial da planta nas condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009). Neste teste, amostras que apresentam maior percentagem de plântulas normais são as mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999). Para o teste de condutividade elétrica, é verificado a integridade das membranas, quanto maior os teores de lixiviados, maior será a condutividade elétrica, portanto, mais baixo será o vigor e quanto menor a condutividade elétrica maior será o vigor (KRZYZANOWSKI et al. 2018). E para o envelhecimento acelerado, que verifica o vigor das sementes após condições desfavoráveis (alta temperatura e umidade), de acordo com Delouche (2002) e Baudet (2003) o armazenamento de sementes em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar permitem conservá-las por longos períodos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria - MS, a 20°19'S e de 51°26'W, com altitude média de 327 m, de clima Aw (verão chuvoso e inverno seco) segundo o sistema Köppen, com precipitação média anual em torno de 1300mm, com temperatura média anual de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 60% e 80%. Os dados de precipitação e temperaturas máxima, mínima e média do período de condução do experimento foram apresentados na figura abaixo (Figura 1).

Figura 1 - Dados de precipitação e temperaturas no período de maio a agosto de 2021.



P: precipitação, T°C max: temperatura máxima, T°C min: temperatura mínima e T°C méd: temperatura média

Fonte: Elaboração do próprio autor.

O solo é classificado como LATOSSOLO Vermelho Distrófico típico em que foi realizada a análise química, apresentados os resultados na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm de profundidade. Selvíria – MS, 2021.

Macronutrientes e resultados complementares									
Camada	P	MO	pH	S	K	Ca	Mg	Al	H + AL
(cm)	(mg/dm ³)	(g/dm ³)	(CaCl ₂)	(mg/dm ³)	mmolc/dm ³				
0 - 20	45	24	4,5	1	5,0	26	17	3	52
Micronutrientes e resultados complementares									
Camada	Zn	Cu	B	Fe	Mn	m	V	SB	CTC
(cm)	mg/dm ³					%		mmolc/dm ³	
0 - 20	3,0	3,6	0,17	125	14,7	6	48	48	100,0

P - fósforo disponível, M.O - teor de matéria orgânica, pH - potencial hidrogeniônico, Ca - cálcio trocável, Mg - magnésio trocável, K - potássio trocável, H+Al - acidez potencial, Al - alumínio trocável, SB - soma de bases, CTC - capacidade de troca catiônica a pH 7, V% - saturação por bases, m% - saturação por alumínio.

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (2021).

O cultivar de feijão do grupo carioca utilizado foi o IAC 1850, safra outono-inverno, conduzida no sistema de plantio direto com irrigação, 15mm a cada 3 dias com canhão, semeado no dia 12 de maio de 2021 com 200 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 (NPK), no espaçamento entrelinhas de 0,45m com 13 sementes por metro, tratadas com fungicida (carboxina e tiram) e inoculadas com *Rhizobium tropici*. Houve controle de plantas daninhas e pragas, seguindo a aplicação de produtos recomendados para a cultura do feijão.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 (presença e ausência de CoMo x doses de *Bacillus subtilis*) com 10 tratamentos e quatro blocos, totalizando 40 parcelas de 6 linhas de 5 metros cada.

3.1 TRATAMENTO

T1 - CoMo

T2 - CoMo + *Bacillus subtilis* na dose 0,5 L ha⁻¹

T3 - CoMo + *Bacillus subtilis* na dose 1,0 L ha⁻¹

T4 - CoMo + *Bacillus subtilis* na dose 2,0 L ha⁻¹

T5 - CoMo + *Bacillus subtilis* na dose 3,0 L ha⁻¹

T6 – Sem aplicação de CoMo e *Bacillus subtilis* (testemunha)

T7 - *Bacillus subtilis* na dose 0,5 L ha⁻¹

T8 - *Bacillus subtilis* na dose 1,0 L ha⁻¹

T9 - *Bacillus subtilis* na dose 2,0 L ha⁻¹

T10 - *Bacillus subtilis* na dose 3,0 L ha⁻¹

A aplicação das doses de *Bacillus subtilis* e cobalto e molibdênio (na dose comercial de 1 L ha⁻¹), foram realizadas com 21 dias após semeadura (DAS), precisamente quando a cultura estava no estágio V4, com pulverizador costal, sendo utilizado *Bacillus subtilis* QST713 na concentração de 13,68 g L⁻¹ e cobalto e molibdênio (CoMo).

Figura 2 - Cultura do feijão no estágio V4.



Fonte: Malagutti (2021).

3.2 PARÂMETROS AVALIADOS

Foram coletadas cinco plantas por parcela no dia 18/08/2021, dia da colheita (98 DAS) e avaliadas, altura das plantas (cm), altura da inserção da primeira vagem (cm), número de vagens cheias, número de grãos e peso de 100 sementes. Para a produtividade, foram colhidas duas linhas centrais manualmente, as quais após secas em pleno sol foram trilhadas e posteriormente limpas e pesadas, e corrigidas a umidade para 13% para a obtenção dos dados.

Figura 3 - Análise biométrica da planta.



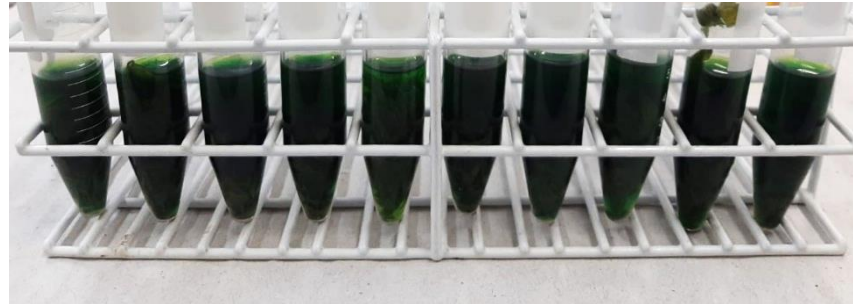
Fonte: Malagutti (2021).

Para análise foliar foram coletados 3 trifólios de 5 plantas por parcela no estágio R5 (pré-floração), 21 dias após a aplicação foliar (42 DAS). O nitrogênio, foi determinado pelo método Semi – micro – Kjeldahl e para a determinação do fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco utilizou-se a digestão nitro perclórica, seguindo Malavolta et al. (1997).

Para clorofila foram pesadas aproximadamente 0,50g de massa fresca de folha de cada tratamento, adicionado 5 mL de acetona 80% e acondicionadas em geladeira por 48h para

extração e posterior leitura em espectrofotômetro seguindo a metodologia de Lichtenthaler (1987).

Figura 4 - Preparo das amostras para extração de clorofila em acetona 80%.

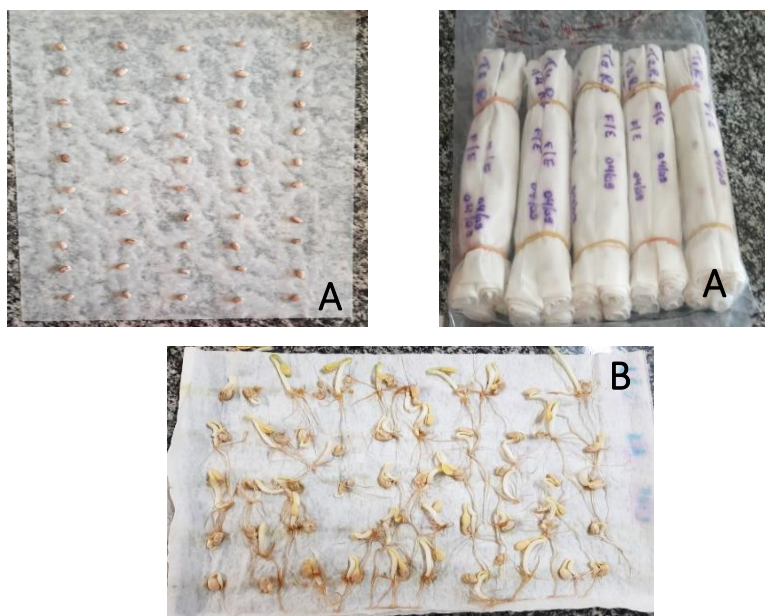


Fonte: Malagutti (2021).

Para a avaliação da qualidade das sementes, utilizou-se as sementes trilhadas manualmente das 5 plantas utilizadas para avaliações da biometria. Foram levadas para o Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), Câmpus II – FEIS/UNESP e submetidas aos seguintes testes:

Teste de germinação: foi realizado seguindo as recomendações pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), contendo 4 repetições de 50 sementes por tratamento, no rolo de papel germitest umedecido com água deionizada, e após montados, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o germinador regulado na temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas no quinto e nono dia após a instalação do teste e o resultado expresso em porcentagem de germinação.

Figura 5 - Montagem do teste de germinação (A) e leitura (B).



Fonte: Malagutti (2021).

Comprimento de parte aérea e raiz e massa seca de plântulas: foi realizado juntamente com o teste de germinação, em que no momento da primeira contagem coletou-se e mediu-se a parte aérea e raiz de 5 plantas e após medição foram levadas a estufa por 24h a 65°C, com resultados expressos em centímetros para comprimento e grama para massa seca (BRASIL, 2009).

Figura 6 - Medição do comprimento de parte aérea e raiz.



Fonte: Malagutti (2021).

Condutividade elétrica: conduzido com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, pesadas e acondicionados em copos plásticos de 200mL onde adicionou-se 75mL de água deionizada. Após 24 horas de embebição em 25°C, foram realizadas as leituras com condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (BRASIL, 2009).

Figura 7 - Teste de condutividade elétrica.



Fonte: Malagutti (2021).

Envelhecimento acelerado: o teste foi realizado com 200 sementes por tratamento alocadas em caixas plásticas tipo gerbox, sobre tela metálica, contendo 40mL de água deionizada, mantidas a 41°C por 72 horas em câmara BOD. Após o período, as sementes foram postas para germinar nas mesmas condições descritas anteriormente ao teste de germinação, sendo determinada a porcentagem de plântulas normais (vigor) (BRASIL, 2009).

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram analisados pelo programa SISVAR, sendo aplicado teste de Tukey para presença e ausência de CoMo e regressão para doses de *Bacillus subtilis* (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a aplicação do produto contendo *Bacillus subtilis* foi não significativa, porém influenciou de maneira positiva na absorção de N, S, Cu, Fe, Mn e Zn, pois nota-se teores mais elevados desses nutrientes em relação a testemunha (Tabela 2). Os teores de N acima de 49 g kg^{-1} , estão adequados como proposto por Ambrosano et al. (1997) que indicam $30\text{-}50 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas. O N participa dos processos fotossintéticos, é componente da molécula de clorofila, assim a maior absorção desse nutriente pode contribuir para o aumento da fotossíntese e promover maiores produtividades. Para P, cujo teor foi abaixo de $1,60 \text{ g kg}^{-1}$, verifica-se teores inadequados, já que o ideal é $2,5 - 4,0 \text{ g kg}^{-1}$. É possível que a calagem realizada 30 dias antes não tenha tido tempo suficiente para realizar a correção adequada do solo, uma vez que foi realizada superficialmente (1600 kg de calcário dolomítico - PRNT 80%). Acredita-se que o teor de P abaixo do adequado tenha limitado a produtividade uma vez que pela lei do mínimo os teores menores é que regulam a produtividade. Para K, Ca, Mg e S, seguindo o mesmo autor, verifica-se teores adequados para a cultura, acima dos mínimos, 20, 10, 2,5 e $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente.

Em relação aos micronutrientes Cu, Fe e Mn nota-se teores adequados, sendo que na ausência de CoMo a absorção foi maior e ainda os maiores teores foram obtidos na aplicação de *B. subtilis*. Para o Zn, o maior teor foi na presença de CoMo, porém sem significância e todos os teores encontram-se dentro do adequado.

Tabela 2 - Teores foliares médios de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg^{-1}) em feijão cv. IAC 1850 em função de doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
Presença CoMo	50,58 a	1,27 b	37,20 a	19,08 a	7,46 b	3,66 a	17,95 b	1282,25 b	364,90 b	84,15 a
Ausência CoMo	50,36 a	1,48 a	36,74 a	19,80 a	7,62 a	3,82 a	23, 65 a	1784,15 a	530,55 a	80,90 a
0,0 L ha⁻¹	49,46	1,32	37,13	20,45	7,63	3,27	18,50	1407,12	390,50	81,50
0,5 L ha⁻¹	50,19	1,32	36,54	19,65	7,51	3,38	19,00	1482,00	437,12	82,87
1,0 L ha⁻¹	50,65	1,29	37,11	18,69	7,45	3,58	16,87	1762,87	458,50	84,00
2,0 L ha⁻¹	52,16	1,45	37,29	18,29	7,53	4,05	25,00	1350,25	420,50	82,75
3,0 L ha⁻¹	49,89	1,52	36,80	20,14	7,56	4,42	24,62	1663,75	532,00	81,50
F. CoMo	0,022 ns	9,797 *	0,508 *	1,044 ns	4,953 *	1,164 ns	14,638 *	6,873 *	24,301 *	3,183 ns
F. Dose	0,371 ns	1,786 ns	0,174 ns	1,382 ns	0,675 ns	7,761 *	5,064 *	0,665 ns	2,010 ns	0,268 ns
F. CoMoxDose	0,551 ns	0,413 ns	0,650 ns	0,419 ns	0,232 ns	3,241 *	0,955 ns	1,430 ns	0,222 ns	1,364 ns
CV (%)	9,57	15,23	5,52	11,49	3,00	13,07	22,65	39,49	23,73	6,98
Média Geral	50,47	1,38	36,97	19,44	7,54	3,74	20,80	1533,20	447,72	82,52

CV: coeficiente de variação. ns = não significativo. Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 3 - Valores médios de Clorofila A, Clorofila B e Clorofila Total do feijão cv. IAC 1850 em função de doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo.

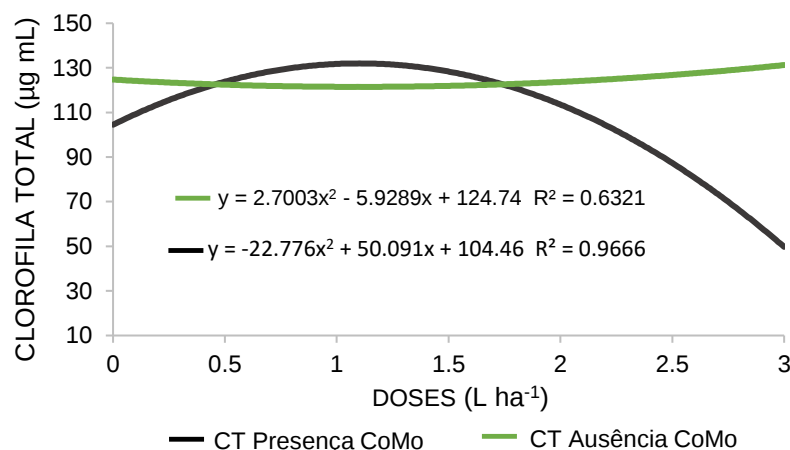
Tratamento	Clorofila A (µg mL)	Clorofila B (µg mL)	Clorofila Total (µg mL)
Presença CoMo	78,96 b	25,69 b	104,66 b
Ausência CoMo	89,58 a	35,14 a	124,73 a
0,0 L ha⁻¹	83,98	28,74	112,72
0,5 L ha⁻¹	90,45	33,47	123,92
1,0 L ha⁻¹	98,13	32,67	130,80
2,0 L ha⁻¹	83,08	30,86	113,95
3,0 L ha⁻¹	65,74	26,35	92,09
F. CoMo	75,227 *	286,668 *	131,701 *
F. Dose	76,738 *	21,784 *	56,240 *
F. CoMoxDose	82,383 *	92,939 *	88,729 *
CV (%)	3,98	5,03	4,18
Média Geral	84,27	30,42	114,70

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para teor de Clorofila A, Clorofila B e Clorofila Total, observa-se significância para ausência e presença de CoMo, doses de *B. subtilis* e a interação (Tabela 3). O maior teor de Clorofila Total nas folhas de feijoeiro, 124,73 µg mL foi obtido na ausência de CoMo, enquanto na presença o teor encontrado foi 19% inferior. O aumento no teor de clorofila pode indicar maior absorção de N, constituinte da molécula, como observado na Tabela 2, que apresenta valores elevados de N com as doses de *B. subtilis*. De acordo com López et al. (2014) o conteúdo de clorofila nas folhas está diretamente relacionado com a concentração de nitrogênio na planta, assim o aumento no teor de clorofila se deve a uma das funções primordiais do *B. subtilis* que é tornar o N disponível para as plantas, e quando absorvido origina moléculas de clorofila, explicando seu aumento. Feito este também relatado por Diaz (2018) que obteve resultados satisfatórios de aumento de N e teor de clorofila com o uso de *Bacillus* na cultura do algodão. Assim, espera-se bons resultados na produtividade da cultura, já que a produção de fotoassimilados será maior.

Figura 8 - Doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo para Clorofila Total em sementes de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Entre as doses aplicadas de *B. subtilis*, a dose de 1 L ha⁻¹ proporcionou o maior teor de clorofila total, que foi de 130,80 µg mL (Tabela 3). E para a interação doses de *B. subtilis* x presença e ausência de CoMo, nota-se ajuste dos valores a equações quadráticas, sendo que a dose ideal de *B. subtilis* na presença e ausência de CoMo para bons teores de clorofila é de 1,09 L ha⁻¹ (Figura 8).

Tabela 4 - Valores médios de altura de planta (ALT), altura de inserção da 1ª vagem (Ains1), número de vagens cheias (NVC), número de grãos por planta (NGP), peso de 100 sementes (P100) e produtividade (PROD) do feijão cv. IAC 1850 em função de doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo.

Tratamento	ALT (cm)	Ains1 (cm)	NVC	NGP	P100 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Presença CoMo	36,98 a	11,03 a	15,21 b	70,73 a	21,65 a	2268 a
Ausência CoMo	38,07 a	10,70 a	17,27 a	78,34 a	20,74 b	1903 b
0,0 L ha⁻¹	37,75	10,90	15,80	74,80	21,05	1931
0,5 L ha⁻¹	37,62	10,95	16,02	70,32	21,04	2310
1,0 L ha⁻¹	37,22	10,60	16,35	76,90	21,51	2276
2,0 L ha⁻¹	36,95	10,75	16,72	74,82	20,97	1904
3,0 L ha⁻¹	38,07	11,12	16,30	75,82	21,39	2006
F. CoMo	0,870 ns	1,495 ns	4,844 *	2,553 ns	32,142 *	14,995 *
F. Dose	0,115 ns	0,438 ns	0,112 ns	0,222 ns	1,780 ns	3,352 *
F. CoMoxDose	0,413 ns	0,603 ns	3,037 ns	2,570 ns	4,665 *	1,450 ns
CV (%)	9,85	7,86	18,23	20,21	2,39	14,30
Média Geral	37,52	10,86	16,24	74,53	21,19	2085

CV: coeficiente de variação. ns = não significativo. Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si.

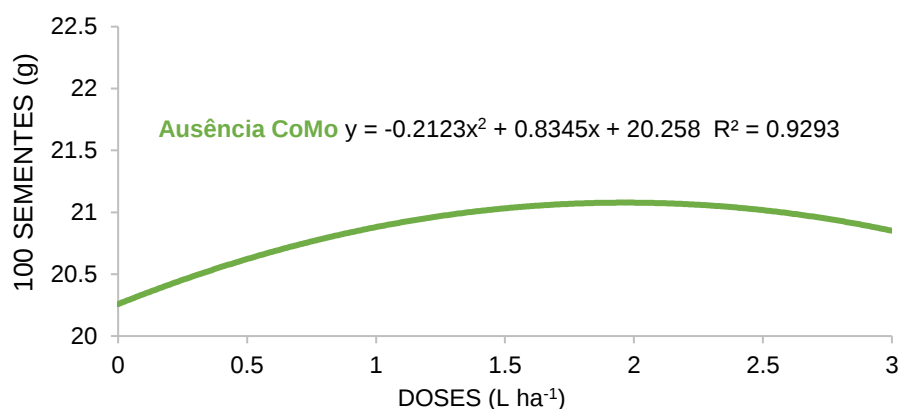
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para os valores de altura de planta, altura de inserção da primeira vagem e número de grãos por planta, não foram verificadas diferenças significativas para a presença e ausência de

CoMo e para doses de *B. subtilis*, ao mais observam-se adequados para a cultura do feijoeiro. Para número de vagens cheias houve significância, sendo que na ausência de CoMo obteve-se o maior número de vagens cheias, 17,27 vag planta⁻¹, enquanto na presença de CoMo, 15,21 vag planta⁻¹, diferenciando-se de Mendonça et al. (2021) que encontrou acréscimo no número de vagens de feijoeiro com adubação de CoMo.

Para peso de 100 sementes ocorreu significância para presença e ausência de CoMo e para a interação doses de *B. subtilis* x presença e ausência de CoMo. O CoMo proporcionou sementes mais pesadas, 21,65g enquanto na sua ausência, sementes mais leves 20,74g. Com *B. subtilis* o maior peso foi de 21,51g na dose de 1 L ha⁻¹. Para a interação observa-se ajuste quadrático na ausência de CoMo sendo a dose 1,96 L ha⁻¹ do produto a base de *B. subtilis* possível de obter o maior peso de 100 sementes (Figura 9).

Figura 9 - Doses de *Bacillus subtilis* na ausência de CoMo para peso de 100 sementes de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para a produtividade em kg ha⁻¹, houve significância para presença e ausência de CoMo e doses de *B. subtilis*. Observa-se que na presença de CoMo, a produção foi maior, 2268 kg ha⁻¹ enquanto na ausência, 1903 kg ha⁻¹, contribuindo para aumento de 19%. Em relação as doses de *B. subtilis*, não houve ajuste quadrático dos dados, porém observa-se que as maiores produtividades foram nas doses de 0,5 e 1 L ha⁻¹, com 2310 kg ha⁻¹ e 2276 kg ha⁻¹, respectivamente, representando 19% e 17% de incremento na produtividade do feijoeiro comparado à testemunha (1931 kg ha⁻¹). Este aumento na produção está relacionado com o maior teor de clorofila proporcionado pelo *B. subtilis*. Resultados satisfatórios foram também encontrados por Filho (2020) na cultura da soja, que obteve aumento de 11,6% na produtividade com o uso de *Bacillus*.

Tabela 5 - Valores médios de germinação (GER), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CmA), comprimento da raiz (CmR) e massa seca de plântulas (MS) de feijão cv. IAC 1850 em função de doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo.

Tratamento	GER (%)	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)	EA (%)	CmA (cm)	CmR (cm)	MS (g/planta)
Presença CoMo	98,50 a	76,11 a	96,30 a	5,17 b	9,48 b	0,046 b
Ausência CoMo	98,50 a	80,44 b	96,20 a	6,05 a	10,73 a	0,052 a
0,0 L ha⁻¹	98,25	80,63	96,00	5,32	9,64	0,047
0,5 L ha⁻¹	98,50	76,22	96,00	5,55	9,89	0,048
1,0 L ha⁻¹	98,75	78,38	96,50	6,04	10,39	0,051
2,0 L ha⁻¹	99,00	78,44	96,50	5,55	10,05	0,048
3,0 L ha⁻¹	98,00	77,72	96,25	5,61	10,55	0,050
F. CoMo	0,000 ns	15,185 *	0,026 ns	42,051 *	9,347 *	27,001 *
F. Dose	0,605 ns	1,641 ns	0,130 ns	3,013 *	0,653 ns	1,412 ns
F. CoMoxDose	0,363 ns	7,583 *	2,896 *	3,166 *	0,767 ns	3,524 *
CV (%)	1,46	4,48	2,03	7,65	12,77	8,16
Média Geral	98,50	78,28	96,25	5,61	10,10	0,0493

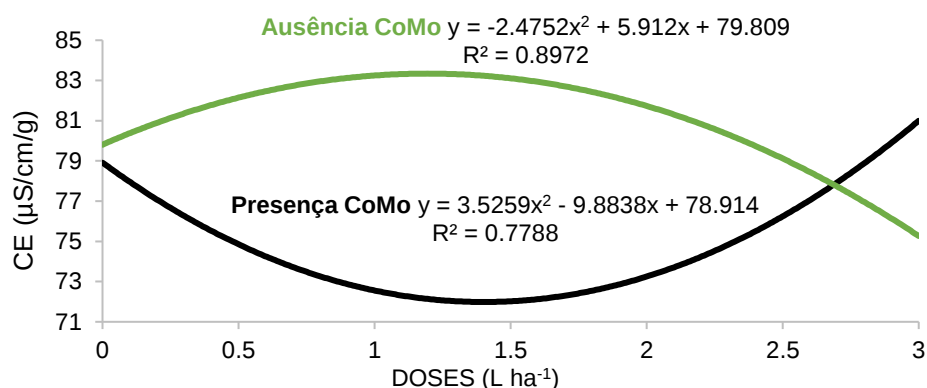
CV: coeficiente de variação. ns = não significativo. Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com relação as porcentagens de germinação, observa-se que não houve significância, porém obteve-se bons resultados, todos acima de 95%, indicando sementes de alto potencial germinativo e ainda acima do padrão mínimo exigido para a cultura, 80% (BRASIL, 2013).

Para a condutividade elétrica tem-se que quanto menor o valor, melhor é a qualidade da semente, assim plantas que receberam CoMo originaram sementes que apresentaram menor valor de condutividade 76,11 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, enquanto as que não receberam, maior valor 80,44 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, indicando membranas mais permeáveis que podem refletir em baixo vigor. De acordo com Sá (1994), o aumento nos valores de condutividade elétrica corresponde à maior lixiviação de solutos e, portanto, à diminuição na qualidade fisiológica das sementes. No estudo da presença e ausência de CoMo x doses de *B. subtilis* (Figura 10), observa-se ajuste as equações, em que a dose ideal de *B. subtilis* quando presente CoMo é de 1,40 L ha⁻¹ obtendo-se menores valores de CE e quando ausente CoMo, 1,19 L ha⁻¹, originando sementes de melhor qualidade.

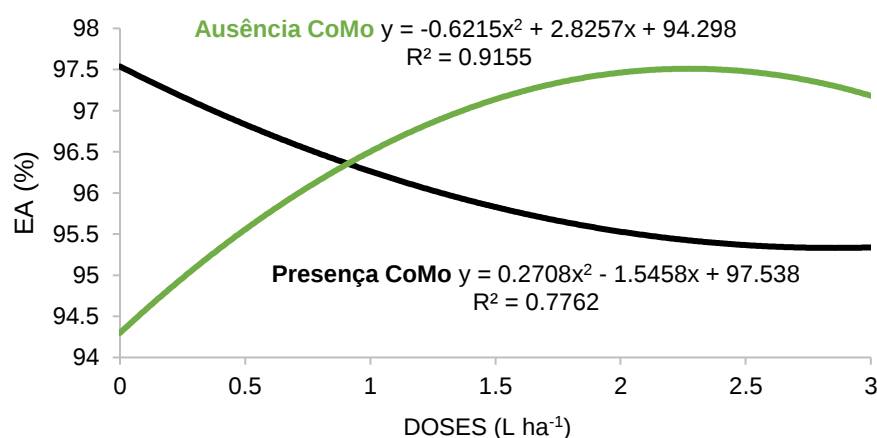
Figura 10 - Doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo para condutividade elétrica em sementes de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A presença ou ausência de CoMo e as doses de *B. subtilis* não foram significativas para o teste de envelhecimento acelerado, no entanto as porcentagens de plântulas normais foram superiores a 90%. Para a interação, houve significância com ajuste quadrático (Figura 11) sendo que $2,27 \text{ L ha}^{-1}$ é a dose ideal de *B. subtilis*, e na combinação com CoMo recomenda-se doses inferiores a 1 L ha^{-1} . Este teste possibilita identificar diferenças de vigor e estimar o potencial de armazenamento dos lotes, uma vez que coloca as sementes em condições desfavoráveis. A qualidade das sementes não pode ser melhorada após a colheita, mas sim preservada com o mínimo de deterioração possível, através do armazenamento adequado, visando manter o vigor e o poder germinativo pelo maior período possível (GOLDFARB; QUEIROGA, 2013).

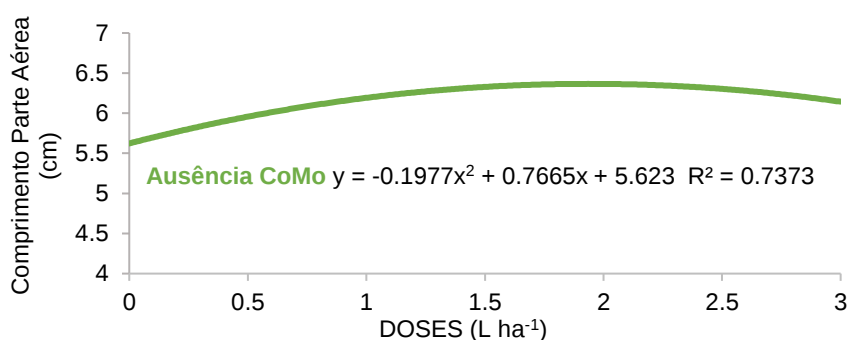
Figura 11 - Doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de CoMo para envelhecimento acelerado em sementes de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para o comprimento de parte aérea observa-se significância em que os maiores valores foram encontrados com aplicação de *B. subtilis*, e ainda a dose de 1 L ha⁻¹ proporcionou maior comprimento, 6,51cm. Na interação, houve ajuste quadrático das doses de *B. subtilis* (Figura 12) em que a dose ideal encontrada foi de 1,93 L ha⁻¹ promovendo maior desenvolvimento de parte aérea nas plantas. Para comprimento de raiz, houve significância apenas para ausência e presença de CoMo, sendo maior comprimento de raiz, obtido na ausência de CoMo, 10,73cm, enquanto na presença 9,48cm.

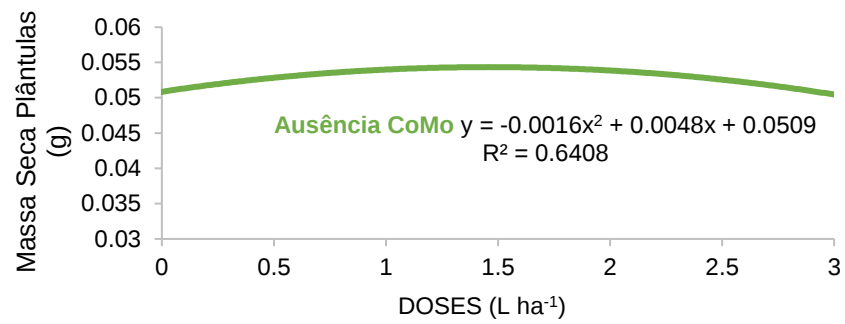
Figura 12 - Doses de *Bacillus subtilis* na ausência de CoMo para comprimento de parte aérea de plântulas de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para massa seca de plântulas a significância mostrou que maiores valores foram obtidos na ausência de CoMo, o que era de se esperar já que para comprimento de parte aérea e raiz os resultados foram mais expressivos com a aplicação de *B. subtilis* (Tabela 5). Esse feito se deve a capacidade do *B. subtilis* em produzir fitormônios e originar plantas vigorosas e bem nutridas de modo que para o início do desenvolvimento, as sementes tenham-se boa reserva energética. Resultados comprobatórios com o uso de *Bacillus* influenciando positivamente no crescimento vegetal e acúmulo de massa foram obtidos por Oliveira et al. (2016) também na cultura do feijão. Para a interação presença e ausência de CoMo x doses de *B. subtilis*, houve ajuste quadrático apenas das doses de *B. subtilis* (Figura 13), em que a dose ideal para obtenção de maior massa seca foi de 1,5 L ha⁻¹.

Figura 13 - Doses de *Bacillus subtilis* na ausência de CoMo para massa seca de plântulas de feijão cv. IAC 1850.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

5 CONCLUSÃO

A aplicação foliar de *Bacillus subtilis* na dose de 0,5 L ha⁻¹ proporcionou maior absorção de nutrientes que resultaram em incremento de 19% na produtividade do feijoeiro. A presença de CoMo também proporcionou bons índices produtivos, com 19% a mais em relação a não aplicação.

As sementes desenvolvidas obtiveram-se elevada qualidade fisiológica e sanitária, alta germinação e alto vigor.

Para produção e qualidade das sementes indicam-se as doses do produto a base de *Bacillus subtilis* entre 0,5 e 1,0 L ha⁻¹, obtendo-se resultados positivos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.L. et al. Adubação mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) baseada na análise de solos dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. **In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO**, 7, 1972. Itabuna. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1972.
- AMBROSANO, E. J.; AMBROSANO, G. M. B.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MARTINS, A. L. M.; SILVEIRA, L. C. P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC – Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; VAN RAIJ, B., QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. (1997). Leguminosas e Oleaginosas. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Instituto Agrônômico de Campinas - IAC. Campinas. 285p. 1997.
- ANDRADE, W. E. B.; SOUZA-FILHO, B. F.; FERNANDES, G. M. B.; SANTOS, J. G. C. **Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK**. Comunicado Técnico, Niteroi, n. 248, p. 1-5, 1999.
- ARAUJO, F. F. de. Seed inoculation with *Bacillus subtilis*, formulated with oyster meal and growth of corn, soybean and cotton. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456–462, 2008.
- ARF, O. **Cultura do feijoeiro**. UNESP, 2015. Disponível em: <agenciafm.com.br/site/agro/Cultura%20do%20Feijoeiro.pdf. Acesso em: 05 mai. 2022.
- BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B.V. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D'A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. Cap.7, p.369-418.
- BERG, G.; SMALLA, K. Plant Species and Soil Type Cooperatively Shape the Structure and Function of Microbial Communities in the Rhizosphere: Plant Species, Soil Type and Rhizosphere Communities. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 68, n. 1, p. 1–13, abr. 2009.
- BRAGANTINI, C. Produção de sementes. **In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M. J. (Ed.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.639-667.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa MAPA 45/2013, 2013.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.

- CERQUEIRA, W.F.; MORAIS, J.S.; MIRANDA, J.S.; MELLO, K.S.; SANTOS, A.F.J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.20, 2015.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. Vol. 5, safra 2017/2018, Produtos de Verão. Brasília: 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Tabela de dados - **Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. 12º Levantamento, safra 2020/21. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 01 mai. 2022.
- DELOUCHE, J. C. **Deterioração de sementes**. Seed News, v.6, p.24-31, 2002.
- DIAZ, P.A.E. ***Bacillus spp.* como promotores de crescimento na cultura do algodão**. 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>. Acesso em: 10 fevereiro 2022.
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA, 2011.
- FILHO, A.B.L.S. **Doses de *Bacillus subtilis* na presença e ausência de molibdênio em dois cultivares de soja**. 2020. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, 2020.
- GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V. DE P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.7, p.71-74, 2013.
- GOLO, A.L.; KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p.040-049, 2009.
- HAMILTON, P.L.; SOUZA, J.R.; MARTINS, M.C.; SÁ, J.M. Potencial germinativo de sementes de feijão comum tratadas com cobalto e molibdênio. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.17 n.34, 2020.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Circular Técnica. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24 p.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12–20, 2010.
- LÓPEZ, D. B. S.; HOYOS, A. M. G.; PERDOMO, F. A. R.; BUITRAGO, R. R. B. Efecto de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal solubilizadoras de fosfato en *Lactuca sativa* cultivar White Boston. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 16, n. 2, p. 122– 128, 2014.

- MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed.,rev. e atual., Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p
- MANJULA, K.; PODILE, A. R. Increase in Seedling Emergence and Dry Weight of Pigeon Pea in the Field with Chitin-Supplemented Formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 6–7, p. 1057–1062, out. 2005.
- MENDONÇA, G.C.; TORRES, F.E.; CAPRISTO, D.P. Inoculação do feijoeiro associada à adubação foliar com Cobalto e Molibdênio. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, e242101513004, 2021.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.
- OLIVEIRA, G.R.F.; SILVA, M.S.; MARCIANO, T.Y.F.; PROENÇA, S.L.; SÁ, M.E. Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10(4): 439-448, 2016.
- PINDI, P. K.; SULTANA, T.; VOOTLA, P. K. Plant Growth Regulation of Bt-Cotton through *Bacillus* Species. **3 Biotech**, v. 4, n. 3, p. 305–315, 1 jun. 2014.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: AGIPLAN, 289 p. 1985.
- SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. **In**: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, p.65-98. 1994.
- SÁ, M.N.D. **Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento de plantas de feijão-caupi**. 2019. Dissertação (trabalho de conclusão de curso) - IF SERTÃO-PE. Campus Petrolina Zona Rural, 2019.
- SANTANA, M.J.; SOUSA, F.C.A.; SILVEIRA, A.L.; SILVA, C.A. Aplicação de cobalto, molibdênio e inoculante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Global Science and Technology**, v. 4, n. 2, 2011.
- SOMENZI, M. L. **Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, ERECHIM, 2016.
- VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 270 p.
- VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J. A. O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa, MG: EPAMIG/EMBRAPA, 1993. 131 p
- YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSCKI, J. Aspectos econômicos da cultura. **In**: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. (Coord.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 1-20.
- YOKOYAMA, L. P.; WETZEL, C. T.; VIEIRA, E. H. N.; PEREIRA, G. V. Sementes de feijão: produção, uso e comercialização. **In**: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. Sementes de feijão: produção e tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2000. p. 249- 27.