



BRUNO SILVA MACHADO

**EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM *Bacillus velezensis* NA
EMERGÊNCIA E PRODUTIVIDADE DO MILHO**

LAVRAS – MG

2022

BRUNO SILVA MACHADO

**EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES COM *Bacillus velezensis* SOBRE
A EMERGÊNCIA E PRODUTIVIDADE DO MILHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do curso de
Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Lorena de Oliveira Moura

Orientadora

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, por estar sempre me mostrando o caminho certo e me dando força, sabedoria e serenidade para encarar todos os desafios.

A Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de estar graduando em um dos melhores cursos de Agronomia do país.

Aos meus pais, Delmira e Pedro por serem a base e meu porto seguro sempre que precisei.

A minha família, especialmente ao meu avô Sálvio, minha vó Maria Judite e minha madrinha Dalva, sem eles nada disso seria possível.

Aos meus amigos e irmãos da República Mula Manca, casa que me acolheu, lugar onde pude aprender, ensinar e ter a honra de fazer parte dessa família.

A professora Lorena de Oliveira Moura, pela orientação, atenção e paciência que sempre teve na minha fase final da graduação.

A Bayer Crop Science, pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos na área de Pesquisa e Desenvolvimento.

Enfim, a todos que contribuíram durante a minha caminhada acadêmica.

Meus sinceros agradecimentos, todos fazem parte dessa história.

RESUMO

O milho é uma cultura com importância mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor do mundo, destacando-se como o maior exportador do grão. Pesquisas envolvendo produtos de origem biológica têm sido desenvolvidas para aumentar o desempenho da cultura. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do tratamento de sementes com *Bacillus velezensis* na emergência de plântulas e produtividade da cultura do milho. O experimento foi instalado no Campo Experimental da Bayer, na cidade de Paulínia-SP, durante os meses de novembro de 2021 a março de 2022. Utilizou-se o híbrido DKB 290 PRO 3, submetido a quatro tratamentos de sementes, cultivado em um delineamento com seis blocos casualizados. Foi realizado um tratamento base em todas as sementes, utilizando uma mistura dos produtos Maxim Advanced, Redigo, Poncho e Dermacor. Desse modo, os tratamentos avaliados foram T1 - apenas o tratamento base, T2 - tratamento base + indutor de micorrização, T3 - tratamento base + *Bacillus velezensis* e T4 - tratamento base + indutor de micorrização + *Bacillus velezensis*. As parcelas foram constituídas de quatro linhas espaçadas em 0,5 metros, por 15 metros de comprimento, totalizando 30 m², acrescido de uma bordadura em toda extremidade do ensaio. Avaliou-se a emergência das sementes aos 7 e 21 dias após a semeadura e a produtividade do milho ao final do ciclo. Não houve diferença estatística entre as médias das variáveis analisadas em decorrência dos diferentes tratamentos de sementes utilizados. Entretanto, é importante a realização de novos experimentos avaliando diferentes formas de inoculação e condições de cultivo para conclusões mais assertivas a respeito da utilização do *Bacillus velezensis*.

Palavras-chave: *Bacillus velezensis*; Produtividade; Produto biológico; Tratamento de sementes.

ABSTRACT

Corn is a crop of global importance, with Brazil being the third largest producer in the world, standing out as the largest exporter of the grain. Research involving products of biological origin has been developed to increase the performance of the culture. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of seed treatment with *Bacillus velezensis* on corn yield. The experiment was installed in the Experimental Field of Bayer, in the city of Paulínia-SP. The hybrid DKB 290 PRO 3 was used, submitted to four seed treatments, cultivated in a design with six randomized blocks. A base treatment was carried out on all seeds, using a mixture of Maxim Advanced, Redigo, Poncho and Dermacor products. Thus, the treatments evaluated were T1 - only the base treatment, T2 - base treatment + mycorrhization inducer, T3 - base treatment + *Bacillus velezensis* and T4 - base treatment + mycorrhization inducer + *Bacillus velezensis*. The plots consisted of four lines spaced at 0.5 meters, by 15 meters in length, totaling 30 m², plus a border at the entire end of the test. Seed emergence at 7 and 21 days after sowing and corn yield were evaluated. There were no statistical differences between the means of the variables analyzed as a result of the different seed treatments used. Although there was no significant difference between treatments, expressing that the use of *Bacillus* in seed treatment does not present increases in germination and corn productivity, however, it is important to carry out new experiments under other conditions.

Keywords: *Bacillus velezensis*; Productivity; Biological product; Seed treatment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÃO.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se destaca no cenário agrícola, sendo a cultura mais produzida no mundo e tendo grande importância socioeconômica. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho no mundo, com uma produção de 102,5 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2019/2020). Essa alta produtividade está atrelada ao investimento em pesquisa e desenvolvimento, proporcionando uma melhoria genética dos híbridos e aprimorando as tecnologias envolvidas no manejo da cultura, como o uso de defensivos químicos e biológicos (BETTIOL et al., 2003). Atualmente os estudos envolvendo produtos de origem biológica estão demonstrando ótima eficácia, principalmente no tratamento de sementes, o qual, tem sido uma prática muito utilizada a fim de promover um bom desenvolvimento inicial da cultura (SILVA, 2016).

O tratamento biológico de sementes consiste na aplicação de microrganismos vivos nas sementes, podendo promover o controle de patógenos e pragas e estimular a defesa e a resistência aos estresses abióticos, afetando diretamente na produtividade (MARIANO; SILVEIRA; GOMES, 2005). Os estudos utilizando agentes biológicos são em sua grande maioria voltados para explicar a ocorrência de uma relação antagônica entre um microrganismo benéfico e alguns patógenos e pragas, gerando uma proteção para as plantas, de forma que a produtividade é indiretamente estimulada de acordo com a efetividade do produto sobre algum desses fatores (BUENO et al., 2015).

São utilizados como inoculantes diversos microrganismos, para aumentar a diversidade e suas populações naturais benéficas do solo e da planta, integrando o equilíbrio microbiológico (SANTOS, 2020). Efeitos benéficos utilizando tal manejo foram evidenciados por Ferreira et al. (2022), onde utilizaram onze isolados de *Bacillus spp.* a fim de avaliar a capacidade dos isolados em inibir o crescimento micelial e a germinação de conídios de *Fusarium verticillioides*. Foi notado que o *Bacillus velezensis* e *Bacillus spp.*, não somente inibiram o crescimento micelial e a germinação de esporos, como também foram capazes de promover o crescimento das plantas e controlar o *F. verticillioides* em sementes de milho.

Tendo em vista a relevância de promover estudos referentes a cultura do milho devido à sua importância socioeconômica, este trabalho teve o objetivo de analisar a influência do efeito do tratamento de sementes com *Bacillus velezensis* sobre a emergência das sementes e produtividade do milho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do milho

O milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos (FARIAS, 2020). É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo indícios, através de escavações arqueológicas e geológicas, e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos cinco mil anos (HENDGES, 2020).

O milho pertence à família Poaceae, é uma planta de ciclo anual, monoica e faz parte do grupo de plantas com o mecanismo de fotossíntese do tipo C₄, possuindo alta taxa de fotossíntese líquida e alta afinidade ao CO₂ (MELO et al., 2018). Uma planta de milho pode desenvolver de 20 a 21 folhas totais, floresce em média com 65 dias após a emergência e atinge a maturidade fisiológica de acordo com a sua classificação de ciclo, podendo ser super precoce (ciclo de 120 dias), precoce (ciclo de 120 a 130 dias) ou normal (ciclo de 130 dias) (ZUCARELI, 2010). As vantagens de se plantar um milho precoce é a redução do risco de sofrer estresses, menor pressão de doenças, redução dos riscos com variabilidade do clima, escalonamento de colheita e aumento da janela de plantio. Por outro lado, a desvantagem é que com a redução do ciclo do cultivo, frente às condições climáticas adversas, apresentam um curto período para se recuperar (MAGALHÃES; DUARTE; GUIMARÃES, 2007).

Durante a fase vegetativa, cada estágio é definido de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Assim, a primeira folha de cima para baixo, com o colar visível, é considerada completamente desenvolvida (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Os estádios vegetativos listados na Tabela 1, apresentamos a sigla referente a cada estágio vegetativo da planta de milho, acompanhado de sua descrição. Em seguida, na Tabela 2, os estádios reprodutivos da planta de milho são apresentados com as siglas e descrição explicando detalhadamente o desenvolvimento reprodutivo da planta.

Tabela 1. Descrição dos estádios vegetativos da planta de milho.

Estádio	Descrição
VE	Emergência com 4 a 5 dias, em temperatura e umidade adequada. No momento em que a planta emerge o coleótilo e o mesocótilo para de crescer.
V1	1ª folha desenvolvida.
V2	2ª folha desenvolvida.
V3	3ª folha desenvolvida.
V4	4ª folha desenvolvida.
V(n)	enésima folha desenvolvida.
VT	Fase de pendramento, último ramo do pendão completamente visível. Estádio em que a planta atinge o máximo desenvolvimento e crescimento.

Tabela 2. Descrição dos estádios reprodutivos da planta de milho.

Estádio	Descrição
R1	Embonecamento e polinização, momento em que os estilos-estigmas (cabelos) estão visíveis. O grão é polinizado quando o grão de pólen é capturado por um dos estilos-estigmas.
R2	Grão bolha, início da acumulação de amido. Com umidade de 85% nos grãos.
R3	Grão leitoso, com 12 a 15 dias após a polinização. O grão apresenta aparência amarelada e no seu interior um fluido de cor leitosa. Com umidade de 80% nos grãos.
R4	Grão pastoso, com cerca de 20 a 25 dias após a emissão dos estilos-estigmas. O fluido apresenta consistência pastosa.
R5	Grão formação do dente, na parte superior aparece uma concavidade denominada de “dente”. O grão passa do estado pastoso para o farináceo.
R6	Maturidade fisiológica, com 50 a 60 dias após a polinização os grãos apresentam o máximo acúmulo de peso seco e vigor.

A composição média em base seca do grão é de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra e 4% de óleo. O grão de milho é formado pelo endosperma, constituído principalmente do amido; pelo embrião, no qual se concentram quase as totalidades dos lipídios, além de quantidades importantes de proteínas e açúcares; pelo pericarpo, composto principalmente de fibras, e pela ponta (PEREIRA et al., 2010). Desse modo o grão se destaca com as suas variadas formas de utilização, principalmente para alimentação animal e humana, podendo ser utilizado também como fonte de bioenergia e etanol (PIROSKI, 2019).

Utilizado na produção de alimentos básicos como fubás, farinhas, canjicas e óleos, também empregado em produtos mais elaborados, como xarope de glucose (utilizado na produção de balas, gomas de mascar, doces em pasta etc.), maltodextrinas (destinadas a produção de aromas e essências, sopas desidratadas, produtos achocolatados e outros) e corantes caramelo (para produção de refrigerantes, cervejas, molho etc.). O seu uso ultrapassa a fronteira alimentícia por meio, por exemplo, dos amidos industriais, que podem ser utilizados na produção de papelão ondulado, adesivos e fitas gomadas. O etanol produzido a partir do milho também apresenta importância global. Nos Estados Unidos, é a principal fonte para produção de etanol do país (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; CHESINI, 2022).

2.2 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes (TS) consiste na aplicação de defensivos químicos ou biológicos diretamente na semente antes do plantio. É considerada uma prática preventiva, podendo controlar patógenos como fungos, insetos e pragas nas fases iniciais da cultura ou mesmo potencializar a produção final do grão (BARRETTA, 2022; MIZUTANI, 2022). Sendo assim, o TS pode influenciar positivamente na resposta da planta, favorecendo o enraizamento, germinação uniforme e estabelecimento da planta no campo. Protegendo a planta antes, durante e depois da germinação, acarretando em um melhor alcance do máximo potencial produtivo da cultura.

O TS pode ser feito de duas formas, na fazenda (*on farm*) ou pela indústria sementeira (tratamento industrial de sementes - TIS). Em tratamentos *on farm* é importante certificar que o produto utilizado no procedimento seja registrado para as culturas que se pretende fazer o tratamento. Observar as características dos produtos a

serem utilizados e dar preferência aos que possuem baixo volume de calda e boa adesão à semente. Além de seguir as instruções da bula do produto e das Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), elaborada de acordo com a Norma Técnica nº 14.725 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O TIS é um processo que consiste em aplicações automatizadas por meio de equipamentos de alta tecnologia, proporcionando um volume de calda (dosagem) mais preciso, fazendo com que a semente receba melhor a cobertura do produto. Além disso, o TIS apresenta maior praticidade e segurança, uma vez que as sementes adquiridas já estão prontas para uso e reduzem o risco de intoxicação dos operadores. Algumas máquinas no mercado são capazes de tratar até 30 toneladas de sementes por hora (Redação Boas, 2019).

O tratamento biológico de sementes, também descrito como microbiolização, refere-se à aplicação de microrganismos vivos nas sementes para o controle de doenças, pragas, fitonematoides e, em alguns casos, pode promover o crescimento das plantas (NOBREGA; NASCIMENTO, 2020). A utilização desses agentes biológicos no TS para milho safrinha ainda pode ser descrita como bioprotetora ou bioagente, e apresenta vantagens no estabelecimento da cultura, proteção das sementes e, em alguns casos, auxilia no processo de germinação, promovendo maior crescimento inicial (ARAUJO, 2022).

Pesquisas com tratamento biológico utilizando microrganismos em sementes têm ganhado destaque nos últimos anos, com expressivo aumento do número de trabalhos publicados nos anos de 2019 e 2020. O *Biological control* e o *Legume research* foram os periódicos que mais vincularam artigos com essa temática. Os microrganismos mais estudados para o tratamento de sementes foram o *Trichoderma sp.* e *Bacillus sp.*, onde foram empregados em diversas culturas, como milho, feijão e trigo (SOARES, 2021).

2.3 *Bacillus velezensis*

Constantemente tecnologias vêm sendo implementadas nas culturas agrícolas, principalmente na cultura do milho, buscando melhorias na qualidade de sementes e, conseqüentemente, no aumento da produção (BUHELDT et al., 2019). Entre as tecnologias que estão sendo utilizadas, encontra-se o uso de produtos biológicos, principalmente a base de microrganismos. Um dos mais importantes são os do gênero *Bacillus*, o qual pode auxiliar na síntese de fito-hormônios, como ácido indolacético, ácido abscísico, giberelinas e citocininas, favorecendo o aumento no crescimento do

sistema radicular das plantas, assim como na absorção de água e nutrientes (ARAUJO; HUNGRIA, 1999; FIRA et al., 2018; BUCHELT et al., 2019; (EHLING-SCHULZ; LERECLUS; KOEHLER, 2019; ARNAUTELI et al., 2021).

Utilizando o microrganismo *B. subtilis* no tratamento de sementes de milho, Junges et al. (2013) concluíram que a aplicação não afetou a germinação das sementes, mas promoveu aumento no crescimento e desenvolvimento das plântulas.

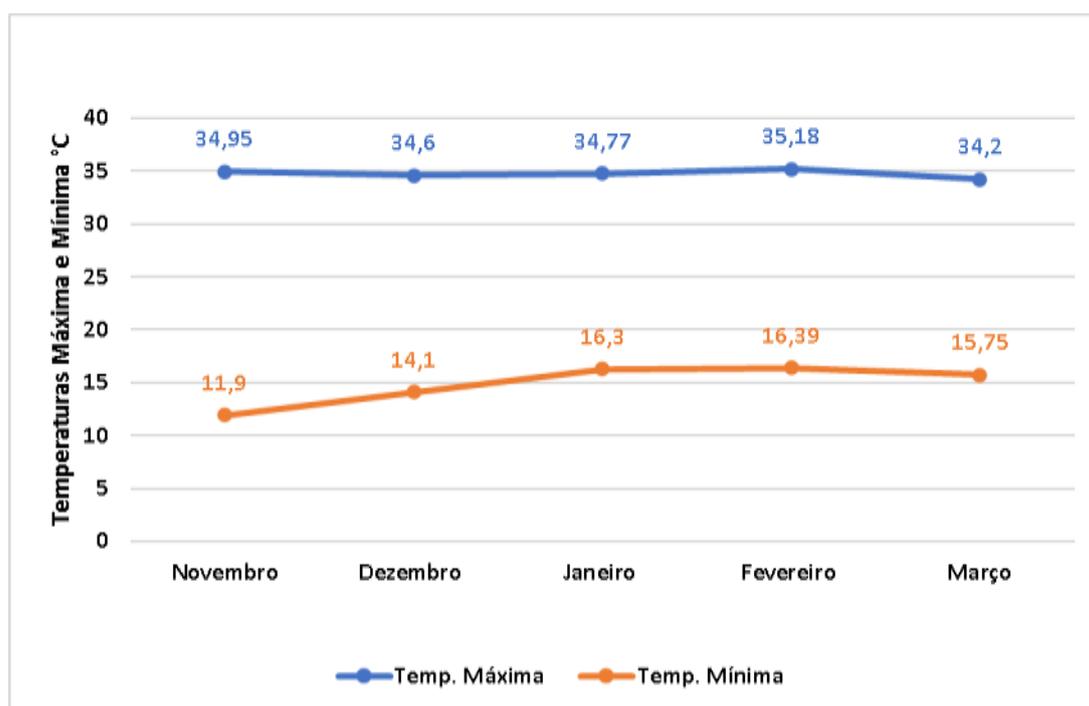
De acordo com Ferreira et al. (2022), a inoculação de sementes de milho com o *Bacillus velezensis* apresentou bons resultados quando comparado ao tratamento controle sem a inoculação. Neste caso, houve um incremento nas médias de massa seca da parte aérea, altura da planta, diâmetro da haste e comprimento do sistema radicular, indicando a eficiência da bactéria em estimular o crescimento das plantas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condução do experimento

O experimento foi desenvolvido no período de 11 de novembro de 2021 a 29 de março de 2022, em campo experimental da empresa Bayer Crop Science localizado no município de Paulínia, no Estado de São Paulo (latitude 22°45'42" Sul, longitude 47°9'15" Oeste, 572 metros de altitude). Durante o período do ensaio no campo, os dados de temperatura máxima (°C) e mínima (°C) foram coletados diariamente (Figura 1). A irrigação do experimento foi realizada por meio do sistema de aspersão, com isso amenizando os impactos que a falta de chuva poderia causar na lavoura.

Figura 1. Dados de temperatura máxima e mínima.



O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos, avaliados em seis blocos. Foi utilizado a variedade de milho DKB 290, com tecnologia VTPRO3, submetido a quatro tratamentos de sementes, descritos na Tabela 3. Foi realizado um tratamento base em todas as sementes, utilizando uma mistura dos produtos Maxim Advanced (metalaxil-m + tiabendazol + fludioxonil), Redigo (protioconazole), Poncho (clotianidina) e Dermacor (clorantraniliprole).

O produto Maxim Advanced é um fungicida sistêmico na forma de suspensão concentrada para tratamento de sementes, apresentam mecanismos de ação na síntese de ácidos nucleicos, na divisão celular mitose-tubulina e na transdução de sinal. O Redigo é um fungicida com formulação FS, apresenta modo de ação dos DMIs (inibidores da desmetilação do C-14), atuando na inibição da biossíntese de ergosterol, importante componente da membrana celular dos fungos. O Poncho é um inseticida sistêmico com formulação FS, com ação nos moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina. O Dermacor é um inseticida sistêmico de ingestão com formulação FS, com ação nas diamidas antranílicas-age nos moduladores dos receptores de rianodina.

O produto de *B. velezensis* é uma solução aquosa, cuja concentração foi de 2×10^6 UFC ml⁻¹ (unidades formadoras de colônia). O indutor de micorrização consiste em uma suspensão concentrada de 3×10^{10} UFC ml⁻¹.

Os tratamentos das sementes foram feitos no dia 08 de novembro de 2021, três dias antes do plantio, utilizando a máquina Niklas, proporcionando maior superfície de contato, homogeneidade e uniformidade dos produtos nas sementes. Após o tratamento, as sementes foram acondicionadas em câmaras refrigeradas até o momento do plantio.

Tabela 3. Constituição dos tratamentos de sementes de milho utilizados no experimento.

Tratamentos	Produtos	Dose
T1 (tratamento base)	Maxim Advanced	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Redigo	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Poncho	3,89 ml kg ⁻¹ de sementes
	Dermacor	2,67 ml kg ⁻¹ de sementes
T2 (tratamento base + indutor de micorrização)	Maxim Advanced	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Redigo	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Poncho	3,89 ml kg ⁻¹ de sementes
	Dermacor	2,67 ml kg ⁻¹ de sementes
T3 (tratamento base + <i>B. velezensis</i>)	Indutor de micorrização	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Maxim Advanced	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Redigo	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Poncho	3,89 ml kg ⁻¹ de sementes
T4 (tratamento base + <i>B. velezensis</i> + indutor de micorrização)	Dermacor	2,67 ml kg ⁻¹ de sementes
	<i>Bacillus velezensis</i>	0,028 ml 1000 ⁻¹ sementes
	Maxim Advanced	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Redigo	1 ml kg ⁻¹ de sementes
	Poncho	3,89 ml kg ⁻¹ de sementes
	Dermacor	2,67 ml kg ⁻¹ de sementes
	<i>Bacillus velezensis</i>	0,028 ml 1000 ⁻¹ sementes
	Indutor de micorrização	1 ml kg ⁻¹ de sementes

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas espaçadas em 0,5 metros, por 15 metros de comprimento, totalizando 30 m², acrescido de uma bordadura em toda extremidade do ensaio, foram plantadas 3,75 sementes por metro. O implemento usado no plantio foi a plantadeira experimental Wintersteiger, acoplada ao trator Massey

Ferguson 4283, ambos conduzidos por piloto automático, via satélite. A Figura 2 mostra o delineamento dos blocos e a disposição dos tratamentos nas unidades experimentais.

Figura 2. Delineamento dos blocos e disposição dos tratamentos nas unidades experimentais.

	Bordadura				
Bloco 1	T1	T4	T2	T3	2m
Bloco 2	T4	T3	T2	T1	2m
Bloco 3	T2	T3	T4	T1	2m
Bloco 4	T2	T4	T1	T3	2m
Bloco 5	T3	T1	T2	T4	2m
Bloco 6	T1	T4	T2	T3	2m
	15m	15m	15m	15m	

3.2 Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

O experimento foi implantado em uma área no qual o solo foi classificado com textura argilosa. A caracterização dos atributos físicos e químicos do solo estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Análise física e química do solo da área experimental.

Componentes	Resultado
Argila	397 g kg ⁻¹
Silte	98 g kg ⁻¹
Areia	505 g kg ⁻¹
Textura	Argilosa
pH (CaCl ₂)	5,1
Fósforo (Resina)	83 mg dm ⁻³
Potássio (Resina)	5,9 mmolc dm ⁻³
Cálcio (Resina)	44 mmolc dm ⁻³
Magnésio (Resina)	10 mmolc dm ⁻³
Saturação por Alumínio	0%
Acidez Total	36 mmolc dm ⁻³
Soma de Bases	61 mmolc dm ⁻³
Capacidade de Troca Catiônica	97 mmolc dm ⁻³
Índice de Saturação de Bases	63%
Matéria Orgânica	14 g dm ⁻³

De acordo com a análise de solo, a adubação da lavoura foi realizada no momento do plantio, utilizando o adubo 04-14-08 composto por Nitrogênio, Fósforo e Potássio, respectivamente, na dose de 250 kg por hectare.

3.3 Manejo da lavoura

O manejo da lavoura foi realizado utilizando herbicidas, fungicidas e inseticidas de acordo com a necessidade da lavoura, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Defensivos utilizados na lavoura e cronograma das aplicações.

Data de aplicação	Defensivo	Produto comercial	Ingrediente ativo	Dosagem do produto
06/12/2021	Herbicida	Soberan	Tembotriona	240 ml ha ⁻¹
06/12/2021	Herbicida	Gesaprim [®] 500 Ciba-Geigy	Atrazina	5 L ha ⁻¹
15/12/2021	Inseticida	Certero	Triflumurom	200 ml ha ⁻¹
17/12/2021	Herbicida	Roundup Original	Glifosato	5 L ha ⁻¹
07/01/2022	Inseticida	Ampligo [®]	Cialotrina + Clorantraniliprole	150 ml ha ⁻¹
07/01/2022	Fungicida	Fox XPro	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	0,5 L ha ⁻¹
07/01/2022	Inseticida	Connect [®]	Beta-ciflutrina + Imidacloprido	1 L ha ⁻¹
22/01/2022	Inseticida	Bulldock [®] 125 SC	Beta-ciflutrina	40 ml ha ⁻¹
22/01/2022	Fungicida	Fox XPro	Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina	0,5 L ha ⁻¹
22/01/2022	Inseticida	Engeo Pleno [™] S	Tiametoxam + Lambda- cialotrina	250 ml ha ⁻¹

3.4 Características agronômicas avaliadas

A avaliação de emergência das plântulas foi realizada aos 7 e 21 dias após o plantio, com o intuito de acompanhar o desenvolvimento inicial da cultura. Foi considerada como plântula emergida, aquelas que apresentam o coleóptilo acima do nível do solo. Como parcela útil, foi considerada as duas linhas centrais de cada parcela do ensaio, evitando as linhas externas em virtude de um possível efeito de bordadura.

Ao final do ciclo da cultura, após a maturidade fisiológica, as plantas foram colhidas e avaliadas quanto à produtividade para um hectare. Os tratamentos foram colhidos separadamente e em seguida foi realizada a debulha das espigas com intuito de quantificar o peso dos grãos livre de impurezas. A umidade dos grãos foi quantificada logo após a pesagem de cada tratamento, posteriormente foi realizada a correção da umidade para um padrão de 14%.

3.5 Análise estatística dos dados

Após a obtenção dos dados de porcentagem de emergência das sementes e produtividade do milho, procedeu-se com a análise de variância (ANOVA), por meio do software Genes (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não apontou diferenças significativas entre as formas de tratamentos das sementes avaliadas neste experimento para as variáveis de emergência de sementes aos 7 e 21 dias após o plantio e produtividade de grãos (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência das plântulas aos 7 e aos 21 dias após o plantio e produtividade do milho (Kg ha⁻¹).

Fontes de variação	GL	Emergência aos 7 dias após o plantio		Emergência aos 21 dias após o plantio		Produtividade	
		QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor
Tratamentos	3	112,15 ns	0,18	7,39 ns	0,73	532143 ns	0,45
Bloco	5	997,34 **	0,00	7,07 ns	0,83	2452929**	0,01
Resíduo	15	60,45		16,95		576809	
CV (%)		10,83		4,43		13,53	

GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e ns: não significativo pelo teste F.

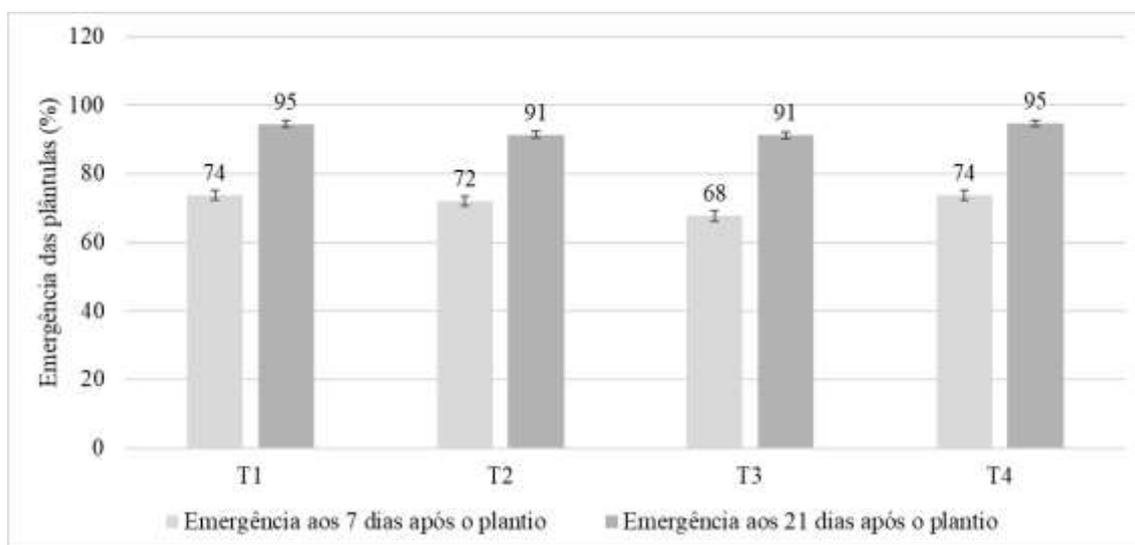
Uma das medidas fitossanitárias mais eficientes na cultura do milho é a realização de tratamento de sementes que, quando realizada de forma adequada pode colaborar para que se tenha um melhor desenvolvimento das plantas, assim como a redução da pressão de pragas e doenças (CHIARADIA; WORDELL, 2012). Ferreira et al. (2021) apresentaram que, além da inoculação com isolados de *Bacillus velezensis* ter promovido o crescimento das plantas, também expressaram o controle de *F. verticillioides* nas sementes de milho. Contudo, assim como obtido neste trabalho, Ferreira et al. (2021) também não encontraram diferenças estatísticas significativas para o estande final de plantas, clorofila total, índice de velocidade de emergência e diâmetro do colo em plântulas de milho (variedade AL Bandeirantes) inoculados com diferentes isolados de *Bacillus* spp., incluindo *Bacillus velezensis*.

Lobo (2018) também não encontrou diferenças significativas para altura da planta, massa seca de parte aérea e massa seca da raiz de plantas de milho, quando comparou o

tratamento com inoculação de sementes usando o *B. velezensis* e o tratamento controle sem inoculação. Por outro lado, neste mesmo trabalho, a autora obteve melhores resultados para estas variáveis, quando a inoculação das sementes de milho foi feita com alguns isolados de *B. subtilis* (BS-248 e BS-320).

Neste experimento, na primeira avaliação de emergência das sementes de milho, realizada sete dias após o plantio, apenas 72% das sementes haviam germinado em média, indicando comprometimento no vigor em todos os tratamentos (Figura 3). Normalmente, em condições ambientais ideais, a emergência das plântulas de milho ocorre em aproximadamente cinco dias após o plantio (SILVA; REICHERT; REINERT, 2006).

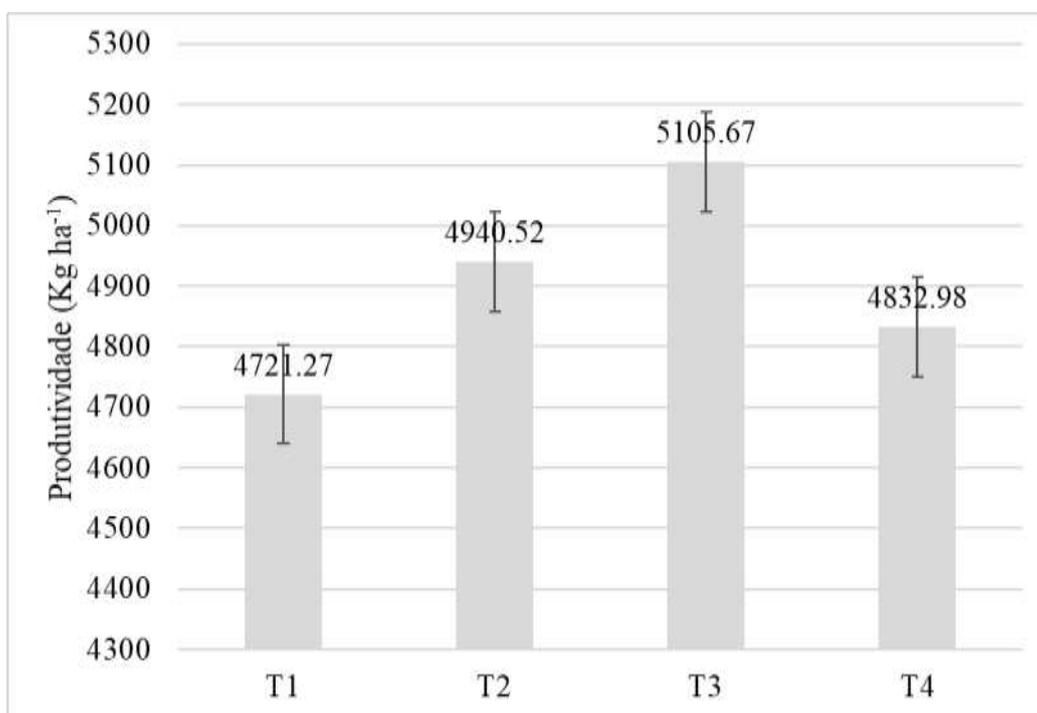
Figura 3. Médias e erro padrão da porcentagem de emergência das plântulas aos 7 e 21 dias após o plantio.



T1: tratamento base; T2: tratamento base + adjuvante; T3: tratamento base + *Bacillus velezensis*; T4: tratamento base + adjuvante + *Bacillus velezensis*

Para as médias de produtividade de grãos de milho por hectare apresentados na Figura 4, foi demonstrado que não houveram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. A produtividade média de milho no Brasil é de cerca de 4300 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022), demonstrando que de forma geral no experimento foram encontrados bons resultados, uma vez que pode ser relacionado com o uso de sementes de boa qualidade.

Figura 4. Médias e erro padrão da produtividade de grãos de milho por hectare sob os tratamentos de sementes avaliados no experimento.



T1: tratamento base; T2: tratamento base + adjuvante; T3: tratamento base + *Bacillus velezensis*; T4: tratamento base + adjuvante + *Bacillus velezensis*

Algumas possibilidades podem justificar a ausência de efeito do tratamento de sementes com o *Bacillus velezensis* neste estudo, como por exemplo a dose e a concentração da solução aquosa a base de *B. velezensis* utilizada neste experimento. Lange (2018) avaliou diferentes dosagens de *Bacillus amyloliquefaciens* (0, 2, 4, 6, 8, e 10 ml kg semente⁻¹) aplicadas via inoculação de sementes e concluiu que a maior dose avaliada proporcionou maior diâmetro de espiga e maior produtividade.

Outra possibilidade seria avaliar diferentes formas de inoculação, como a aplicação do microrganismo no sulco de plantio ou via foliar, nas primeiras fases de desenvolvimento da cultura. Machado et al. (2020) inocularam plantas de milho via foliar, entre o estágio V4 e V6, com *Bacillus subtilis*, obtendo maior produtividade de grãos em comparação com o tratamento não inoculado.

Neste sentido, é importante a realização de novos experimentos em diferentes condições, sem irrigação por exemplo, e utilizando diferentes metodologias de inoculação, de forma que possamos verificar a viabilidade do uso de microrganismos na implantação da lavoura de milho

5. CONCLUSÃO

Nas condições do presente estudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos de sementes de milho avaliados, o que poderia expressar que a utilização do *Bacillus velezensis* para esta finalidade não resulta em incrementos na germinação e na produtividade em lavouras de milho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNAOUTELI, S.; BAMFORD, N. C.; STANLEY-WALL, N. R.; KOVACS, Á. T. *Bacillus subtilis* biofilm formation and social interactions. **Nature Reviews Microbiology**, 19(9), 600-614, 2021.
- ARAÚJO, R. M. **Análise da conjuntura atual, desafios e oportunidades do uso do controle biológico no manejo de resistência de pragas às plantas geneticamente modificadas de algodão, milho e soja com tecnologia BT no Brasil**. 2022. Tese (Doutorado) – Agronegócio, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2022.
- ARAUJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis*, *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(9), 1633-1643, 1999.
- BARRETTA, J. N. **Fitopatologia e segurança alimentar: contribuições, lacunas e perspectivas**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BETTIOL, W.; CAMPANHOLA, C.; CLAYTON CAMPAGNOLLA, C. N. P. M. A.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.
- BUENO, V. H. P.; JUNIOR, J.; JUNIOR, A. M.; SILVEIRA, L. D. Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável. **Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras**. v. 20. 2015.
- BUHELDT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, 6(4), 69-74, 2019.
- CHESINI, R. G. **Efeito da substituição parcial do farelo de soja por farelo de soja tratado termicamente ou DDGS de milho na alimentação de vacas em lactação**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CHIARADIA, L. A.; WORDELL, J. A. F. Importância do tratamento de sementes no cultivo do milho. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, p. 53-56, 2012.

- CONAB (2020). Safra de milho 2019/2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 6 de jun. 2022.
- CRUZ, C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- EHLING-SCHULZ, M.; LERECLUS, D.; KOEHLER, T. M. The *Bacillus cereus* group: *Bacillus* species with pathogenic potential. **Microbiology spectrum**, v. 7, n. 3, p. 7.3. 6, 2019.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de Milho. **Agropecuária**, Guaíba, 2º Ed., p. 360, 2004.
- FARIAS, L. L. **Monitoramento em grandes culturas e produção de inimigos naturais em bioindústria nas fazendas Chapada I e Santa Tereza, grupo ABC Agrícola**. Mato Grosso. 2020.
- FERREIRA, T. C.; LAGO, L. D.; SILVA, L. G.; PACÍFICO, M. G.; FARIA, M. R. D.; BETTIOL, W. (2021). Potencial de *Bacillus spp.* em promover o crescimento e controlar *Fusarium verticillioides* em milho. **Summa Phytopathologica**, 47, 195-203.
- FERREIRA, D. S. A. **Eficiência do *Bacillus amyloliquefaciens* na promoção de crescimento e produtividade no milho**. Monografia (Graduação) – Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018.
- FIRA, D.; DIMKIC, I.; BERIC, T.; LOZO, J.; STANKOVIC, S. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. **Journal of biotechnology**, 285, 44-55, 2018.
- HENDGES, I. P. **Produtividade do Milho e Eficiência de uso de Nitrogênio Pela Aplicação de Fertilizantes de Liberação Controlada, Fertilizantes Estabilizados e Matéria Orgânica**. 2019. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal).
- LOBO, L. L. B. Potencial de bactérias endofíticas na promoção do crescimento em plantas de milho. 2018. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.
- MACHADO, R.; CALVI, V.; PACCOLA, E.; SCHMDIT, E.; GASPAROTTO, F. Inoculação foliar de plantas de milho com *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 34, 2020.
- MAGALHAES, P. C.; DUARTE, A. P.; GUIMARAES, P. E. O. **Tecnologia para desenvolvimento de milho em condições de safrinha**. Anais [...] Assis: São Paulo 2007. p. 108 – 120.
- MAGALHAES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Circular Técnica, Embrapa. Sete Lagoas, 2006.

- MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; GOMES, A. M. A. Controle biológico de doenças radiculares. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**, v. 5, p. 303-310, 2005.
- MELO, A. V.; DOS SANTOS, V. M.; VARANDA, M. A. F.; CARDOSO, D. P.; DIAS, M. A. R. (2018). Desempenho agrônomo de genótipos de milho submetidos ao estresse hídrico no sul do estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 17(2), 177-189.
- MIZUTANI, G. S. Y. **Análise de agrotóxicos em alimentos vegetais com alto teor de proteínas via cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas TANDEM GC-MS/MS**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- NÓBREGA, J. S.; NASCIMENTO, L. C. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020.
- PEREIRA, F. M.; QUEIROZ, V. A. V.; MENDES, S. M. Teores de água, matéria seca, cinzas, fibras FDN e lipídios em milho armazenado em paióis da região central de Minas Gerais. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 1., 2010, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010., 2010.
- PIROSKI, C. S. Avaliação da digestibilidade e características físico químicas das farinhas de milho e mandioca. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ponta Grossa, 2019.
- SANTOS, S. L. **Associação de inoculantes bacterianos e micorrízico na soja orgânica e convencional**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- SILVA, N. D. **Substratos e metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratadas quimicamente**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
- SOARES, D. V. M. Uso de microrganismos no tratamento de sementes. 2021. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Agrônoma, UFSCar, Araras, 2021.
- ZUCARELI, C. Acúmulo de graus dias, ciclo e produtividade de cultivares de milho de segunda safra para a região de Londrina-PR. In: **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 2010. p. 87-89.