

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
CURSO DE AGRONOMIA

GEICYLIANE BARBOZA DA SILVA

**RESPOSTA DO MILHO À APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES MINERAIS E
ORGÂNICOS ASSOCIADAS A *Bacillus subtilis***

UBERLÂNDIA

2025

GEICYLIANE BARBOZA DA SILVA

**RESPOSTA DO MILHO À APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES MINERAIS E
ORGÂNICOS ASSOCIADOS A *Bacillus subtilis***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias do curso de
Agronomia da UNIVERSIDADE FEDERAL
DE UBERLÂNDIA, como requisito parcial
para obtenção do grau de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Hamilton Seron Pereira

UBERLÂNDIA

2025

GEICYLIANE BARBOZA DA SILVA

**RESPOSTA DO MILHO À APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES MINERAIS E
ORGÂNICOS ASSOCIADOS A *Bacillus subtilis***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de graduação em Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito parcial para a obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma.

Uberlândia, 30 de setembro de 2025

Banca Examinadora:

Ana Carolina de Oliveira

Eng. Agrônoma

Juliana Fonseca Alves

Eng. Agrônoma

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira

Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao olhar para trás e refletir sobre toda a caminhada percorrida até aqui, percebo que nenhuma conquista é construída sozinha. Cada etapa superada, cada obstáculo vencido e cada pequeno avanço foram possíveis graças às pessoas que estiveram comigo, oferecendo amor, apoio e força incondicional. Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pela força, pela saúde e por nunca ter me deixado desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. Foi sua presença que me sustentou, guiou meus passos e me encheu de esperança, mesmo quando tudo parecia desafiador.

Agradeço à minha mãe, Lindineide Maria da Silva, meu exemplo de força, garra e amor incondicional. Mãe, não existem palavras que sejam capazes de expressar o quanto sou grata por cada gesto, cada incentivo e cada oração. Foi seu amor que me fortaleceu e me fez acreditar que eu era capaz de chegar até aqui. Ao meu pai, Genivaldo Barboza da Silva, que hoje não está mais presente fisicamente, mas que segue vivo no meu coração e em cada conquista da minha vida. Sei que, de onde estiver, ele está orgulhoso, me olhando e vibrando por mais essa vitória.

Sou muito grata a minha irmã, Alicya Barboza da Silva, companheira de vida, que esteve ao meu lado, me incentivando, acreditando em mim e me motivando a seguir, por nunca deixar que eu desistisse dos meus sonhos. A você, minha gratidão e meu amor imenso. Ao meu namorado, que foi meu parceiro em cada etapa desse processo. Obrigada por acreditar em mim, por me apoiar, me incentivar e, mesmo quando o cansaço e as dúvidas tentaram me parar.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de fertilizantes minerais e organominerais, associados ao composto orgânico e à inoculação com *Bacillus subtilis*, sobre o desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×3, utilizando-se duas fontes de fósforo o fosfato monoamônico (MAP) e um fertilizante organomineral (FOM) e três combinações de adubação: composto orgânico, composto orgânico associado a *Bacillus subtilis* e uma testemunha sem adubação. Foram analisadas variáveis como altura de planta, diâmetro do colmo, massa fresca, massa seca e índice SPAD. Os resultados demonstraram que o uso combinado de fertilizante organomineral, composto orgânico e *Bacillus subtilis* promoveu aumento significativo no diâmetro do colmo, refletindo potencial benefício estrutural à planta. Entretanto, para as demais variáveis, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. O estudo reforça o potencial do uso de insumos biológicos e fontes alternativas de fertilização no cultivo sustentável do milho, principalmente quando associados a práticas integradas de manejo da fertilidade do solo.

Palavras-chave: organomineral; composto orgânico; adubação mineral.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of applying mineral and organomineral fertilizers, combined with organic compost and inoculation with *Bacillus subtilis*, on the development of maize (*Zea mays* L.). The experiment was conducted in a greenhouse, using a randomized block design in a 2×3 factorial scheme, with monoammonium phosphate (MAP) and an organomineral fertilizer (FOM) and three fertilization combinations: organic compost, organic compost associated with *Bacillus subtilis*, and an unfertilized control. Variables such as plant height, stem diameter, fresh mass, dry mass, and SPAD index were analyzed. The results showed that the combined use of organomineral fertilizer, organic compost, and *Bacillus subtilis* significantly increased stem diameter, indicating a potential structural benefit for the plant. However, no significant statistical differences were observed for the other variables. The study highlights the potential of using biological inputs and alternative fertilization sources for sustainable maize cultivation, especially when integrated with proper soil fertility management practices.

Keywords: organomineral; organic compound; mineral fertilization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Botanicamente, o milho (*Zea mays* L.) pertence à ordem Graminae, família Poaceae e gênero *Zea*. Sua origem ao *teosinto*, sendo cultivado há mais de oito mil anos em diferentes regiões do mundo, graças à sua notável capacidade de adaptação. Essa característica se reflete na ampla diversidade de genótipos, capazes de se desenvolver sob condições tropicais, subtropicais e temperadas (Bortonio, 2023).

A espécie apresenta metabolismo fotossintético do tipo C4, o que lhe confere elevada eficiência na assimilação de carbono, especialmente em ambientes com altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica, onde o processo fotossintético ocorre de forma mais eficiente (Dias, 2016).

Atualmente, o milho é cultivado em todas as regiões do Brasil e ocupa posição de destaque na agricultura mundial, tanto pela sua relevância econômica quanto social. É um insumo fundamental na alimentação humana e animal, além de representar matéria-prima essencial para diversos segmentos industriais (Oliveira, 2022). Dados recentes apontam que o Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Quanto ao consumo, encontra-se na quarta posição, ficando atrás dos Estados Unidos, China e União Europeia, refletindo o aumento da demanda interna, sobretudo impulsionado pelo crescimento das cadeias produtivas de aves, suínos e bovinos (Sanchez *et al.*, 2024).

Para o desenvolvimento da agricultura, é fundamental garantir o fornecimento adequado de nutrientes às plantas, o que torna indispensável a utilização de fertilizantes. Quando o solo apresenta deficiência de nutrientes essenciais ao desenvolvimento de determinada espécie vegetal, torna-se necessário realizar a adubação para viabilizar o cultivo agrícola. Nesse contexto, os fertilizantes minerais são amplamente utilizados devido à sua disponibilidade imediata de nutrientes e à facilidade de aplicação (Oliveira, 2016). Os fertilizantes organominerais surgem como uma alternativa sustentável e eficiente, por associarem componentes minerais e orgânicos em sua formulação. Além de proporcionarem redução nos custos em relação aos adubos minerais convencionais, sua produção é baseada no reaproveitamento de resíduos agroindustriais, como a cama de frango, promovendo alinhamento com os princípios de sustentabilidade agrícola. Esse tipo de fertilizante é capaz de disponibilizar nutrientes de forma gradual, otimizando a absorção pelas plantas e reduzindo

perdas, além de minimizar os impactos ambientais relacionados ao uso intensivo de fertilizantes químicos (Malaquias; santos, 2017; Silva, 2024).

O gênero *Bacillus* reúne bactérias Gram-positivas, atualmente representadas por cerca de 360 espécies, que se destacam pela capacidade de adaptação ao ambiente da rizosfera. Essas bactérias interagem com as raízes, favorecendo o desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento da produtividade agrícola. Além disso, são reconhecidas pelo seu potencial no controle biológico de fitonematoides, o que tem impulsionado o crescimento de pesquisas na área (Guerra *et al.*, 2024). Especificamente, *Bacillus subtilis* atua em diversos mecanismos benéficos, como a produção de fitormônios que favorecem o desenvolvimento radicular, estimulam a formação de pelos absorventes e ampliam a eficiência na captação de água e nutrientes pelas plantas (Guerra *et al.*, 2024).

Assim, a interação entre *Bacillus subtilis* e as fontes orgânica pode influenciar positivamente a produtividade do milho. Este trabalho teve como objetivo analisar o impacto da inoculação com *Bacillus subtilis*, em combinação com a adubação mineral e organomineral, no crescimento e no desenvolvimento da cultura do milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos mundialmente, destacando-se pelo elevado potencial produtivo, pela versatilidade de uso e pelo seu significativo valor nutricional e energético. Além de sua importância na alimentação humana, é amplamente empregado na formulação de rações para animais e como matéria-prima para diversas indústrias, sendo base para a produção de aproximadamente 600 produtos diferentes (Dias, 2016).

O milho ocupa a segunda posição em importância dentro da produção agrícola brasileira, ficando atrás apenas da soja, que lidera a produção de grãos no país. Apesar de apresentar elevado potencial de rendimento e ser uma das culturas mais expressivas no mercado global, a produtividade média do milho no Brasil ainda é considerada baixa. Isso se deve, principalmente, às variações significativas nos índices de produção e produtividade entre as diferentes regiões do país (Silva, 2020).

No cenário nacional, a cultura do milho ocupa papel estratégico na agropecuária brasileira. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), a estimativa de produção no Brasil para o ano de 2025 é de 128,2 milhões de toneladas, representando um crescimento de 11,8% em relação ao ano anterior. Desse total, aproximadamente 60% a 65% destinam-se ao consumo interno, principalmente para a fabricação de rações animais, que abastecem as cadeias produtivas de aves, suínos e bovinos, refletindo diretamente na expansão da pecuária nacional (Embrapa, 2024; Sanches *et al.*, 2024).

Durante o ciclo da cultura, a demanda por nutrientes é expressiva, especialmente em dois momentos críticos: o desenvolvimento vegetativo, fase em que ocorre a definição do número potencial de grãos, e o período reprodutivo, fundamental para a formação e o enchimento dos grãos (Magela, 2017). Portanto, práticas de manejo nutricional eficientes são determinantes para o desempenho da lavoura.

As características químicas dos solos brasileiros, em sua maioria, apresentam limitações, como baixa fertilidade natural e elevada acidez. Esse cenário torna indispensável o uso de corretivos e fertilizantes para viabilizar a produção agrícola em níveis economicamente viáveis. Frente a essa realidade, torna-se essencial buscar alternativas que promovam a disponibilidade dos nutrientes de forma sincronizada com as exigências das culturas, otimizando a eficiência do uso dos insumos, tanto em quantidade quanto em forma adequada (Cattanio, 2024).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial deverá ultrapassar 9,5 bilhões de pessoas até 2050, o que exigirá aumento expressivo na produção de alimentos (ONU, 2019). Para atender a essa demanda crescente, torna-se imprescindível adotar práticas agrícolas sustentáveis, aliando o uso racional dos recursos aos avanços tecnológicos, sobretudo no que se refere ao manejo da fertilidade do solo.

Entre as tecnologias promissoras na agricultura destacam-se o uso de fertilizantes organominerais, que são formulados pela associação de materiais minerais e orgânicos. Essa combinação favorece a proteção dos nutrientes, reduzindo as perdas por volatilização, lixiviação e outros processos, além de proporcionar uma liberação mais gradual e eficiente (Leite, 2023). De acordo com Silva (2024), a utilização recorrente desses fertilizantes contribui para a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, promovendo o aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de retenção de água e da atividade microbiológica, além de reduzir processos erosivos.

A fração orgânica presente no fertilizante organomineral atua diretamente como condicionador do solo, oferecendo benefícios como a melhoria da estrutura física, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e incremento da atividade biológica. Além disso, permite uma liberação lenta e contínua dos nutrientes, favorecendo o efeito residual no solo e proporcionando maior eficiência agrônômica (Leite, 2023).

O composto orgânico, obtido por meio do processo de compostagem, destaca-se como uma fonte sustentável de nutrientes. Sua aplicação contribui não apenas para a nutrição das plantas, mas também para melhoria na estrutura do solo, na capacidade de retenção de água e na uniformidade do estabelecimento das culturas, além de agregar valor ao reaproveitamento de resíduos agroindustriais (Bersan *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, a adoção de bioinsumos, como microrganismos promotores de crescimento, tem se intensificado como estratégia complementar no manejo agrícola sustentável. Dentre esses, destaca-se o *Bacillus subtilis*, uma bactéria capaz de atuar na produção do crescimento vegetal e no biocontrole de fitopatógenos. Sua ação benéfica está associada à produção de fitormônios, à indução de resistência, à solubilização de fósforo e à maior absorção de nutrientes pelas plantas, o que se reflete diretamente no vigor, desenvolvimento e produtividade das culturas (Souza Júnior, 2021; Pinto, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no Campus Glória, na cidade de Uberlândia, em vasos com capacidade para 8 kg, no período entre 10 de outubro de 2023 a 6 de abril de 2024.

O solo utilizado foi de textura arenosa, coletado dentro na localização 18°58'17.3" S 48°12'30.33" W, próximo a reserva legal do campus Glória da UFU. Com base no laudo obtido, foi realizada a correção da acidez e da saturação por bases por meio da aplicação de calcário, elevando os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para 3 cmolc/dm³ e 1 cmolc/dm³, respectivamente descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Características química do solo na condução do experimento

PH	P	S	K	Al ³⁺	Ca	Mg	H+AL	SB
CaCl ₂ -- mg dm ⁻³ -- ----- cmol _c dm ⁻³ -----								
4,90	2,5	5,7	14	0	1,37	0,35	4,83	1,76

T	V	M	Mo	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- % -----				----- mg dm ⁻³ -----				
6,59	27	7	1,2	0,2	0,65	17	0,64	0,65

Fonte: Silva (2009).

Legenda:

pH: CaCl₂; P e K: Mehlich-1 (HCl 0,05 L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 1 mol L⁻¹); Ca, Mg e Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: Solução Tampão SMP a pH 7; SB: Soma de base; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação por Bases; m: Saturação por Al; MO: Método colorimétrico; B: BaCl₂. 2 H₂O 0,125% à quente; Cu, Fe, Mn, Zn: DTPA em pH 7.3.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, correspondendo a dois fertilizantes (MAP) e uma formulação organomineral (FOR) e três combinações: sem composto, com composto e com composto + *Bacillus subtilis* (Tabela 2). A quantidade de fósforo fornecida pelos tratamentos com MAP e FOR foi de 100 mg dm⁻³ de fósforo (P₂O₅). O composto orgânico foi aplicado na dose de 4 g dm³, e o *Bacillus subtilis* foi aplicado na dose de 5 ml dm³.

Tabela 2 - Delineamento dos tratamentos

Tratamento	Descrição
1	MAP
2	MAP + Composto orgânico (COR)
3	MAP + Composto orgânico + <i>Bacillus subtilis</i> (COR+BS)
4	FOM
5	FOM + Composto orgânico (COR)
6	FOM + Composto orgânico + <i>Bacillus subtilis</i> (COR+BS)
MAP = Fosfato monoamônico (10-52-00); FOM = Fertilizantes Organomineral (06-30-00)	

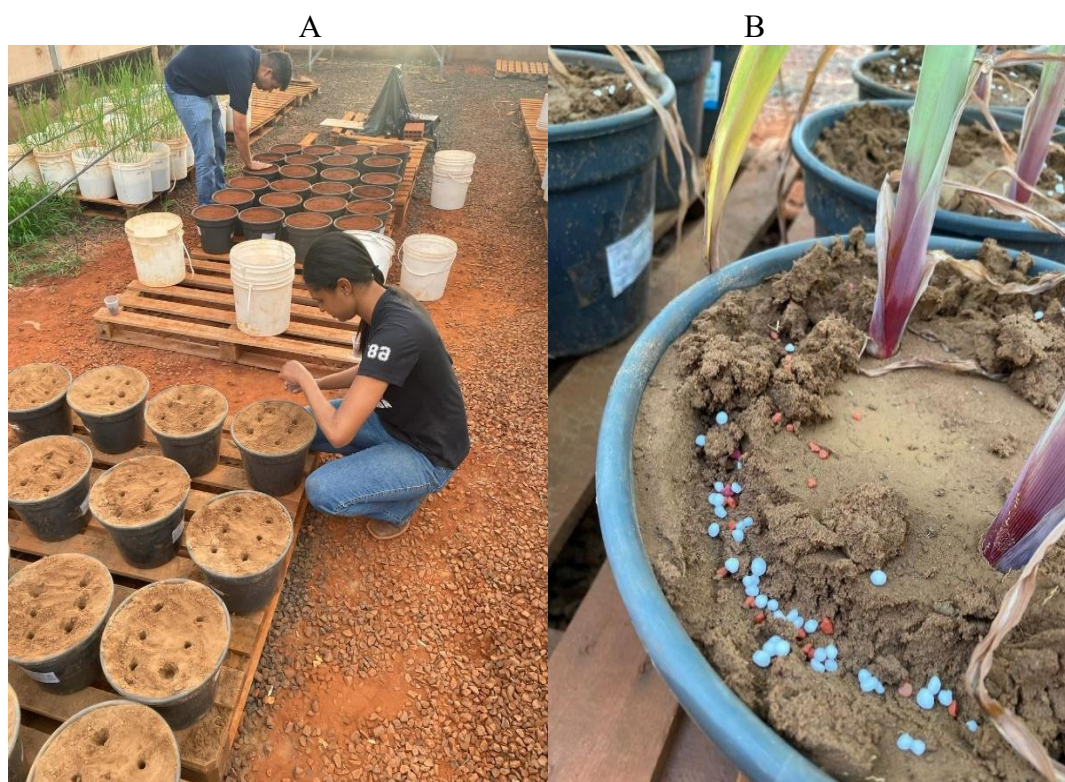
Fonte: a autora.

Os vasos utilizados na instalação do experimento foram dispostos sobre paletes, a fim de evitar o contato direto com o piso da casa de vegetação, sendo posteriormente preenchidos com solo arenoso previamente peneirado em malha de 4mm. Considerando as características previamente determinadas do solo, procedeu-se à aplicação de carbonatos de cálcio e magnésio, com a finalidade de elevar a saturação por bases a 70% na proporção de 10,36 g por vaso. Em seguida, o solo foi reservado por um período de sessenta e oito dias para incubação do calcário, sendo os vasos preenchidos somente após esse intervalo. Em todos os tratamentos, foram aplicadas doses fixas de 200 mg dm⁻³ de nitrogênio (N), e 160 mg dm⁻³ de potássio (K₂O) por vaso. As fontes de nitrogênio e potássio utilizadas foram, respectivamente, a ureia e o cloreto de potássio, variando-se apenas a fonte de adubo fosfatado.

A adubação foi realizada em 8 de fevereiro de 2023, procedendo-se, em seguida da semeadura de seis sementes de milho por vaso, com o milho híbrido Agrocere AG 7098 Trecepta. (Figura 1). Onze dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, mantendo-se apenas duas plantas por vaso. Quinze dias após a semeadura, foi realizada a suplementação de macro e micronutrientes por meio de aplicação sólida nos vasos, utilizou-se, enxofre, zinco, boro, cobre e manganês, nas doses correspondentes de 60; 6,0; 2,2; 1,5 e 2,0 kg ha⁻¹, respectivamente. Na sequência, procedeu-se à aplicação dos fertilizantes em cobertura, incluindo cloreto de potássio (KCl, com 60 % de K₂O), na dose de 200 mg dm⁻³, e ureia [(NH₂)₂CO, com 45% de N], na dose de 200 mg/ dm³ (Figura 2).

Durante a condução do experimento, foram realizadas duas aplicações de defensivos agrícolas ao longo do período de cultivo. O fungicida Fox Xpro foi aplicado na dose de 0,5 L ha⁻¹ e o inseticida Engeo Pleno S na dose de 200 mL ha⁻¹. As aplicações ocorreram aos 10 e aos 40 dias após a emergência das plantas.

Figura 1 – A: Semeadura na cultura do milho; B: Aplicação em cobertura de ureia e cloreto de potássio

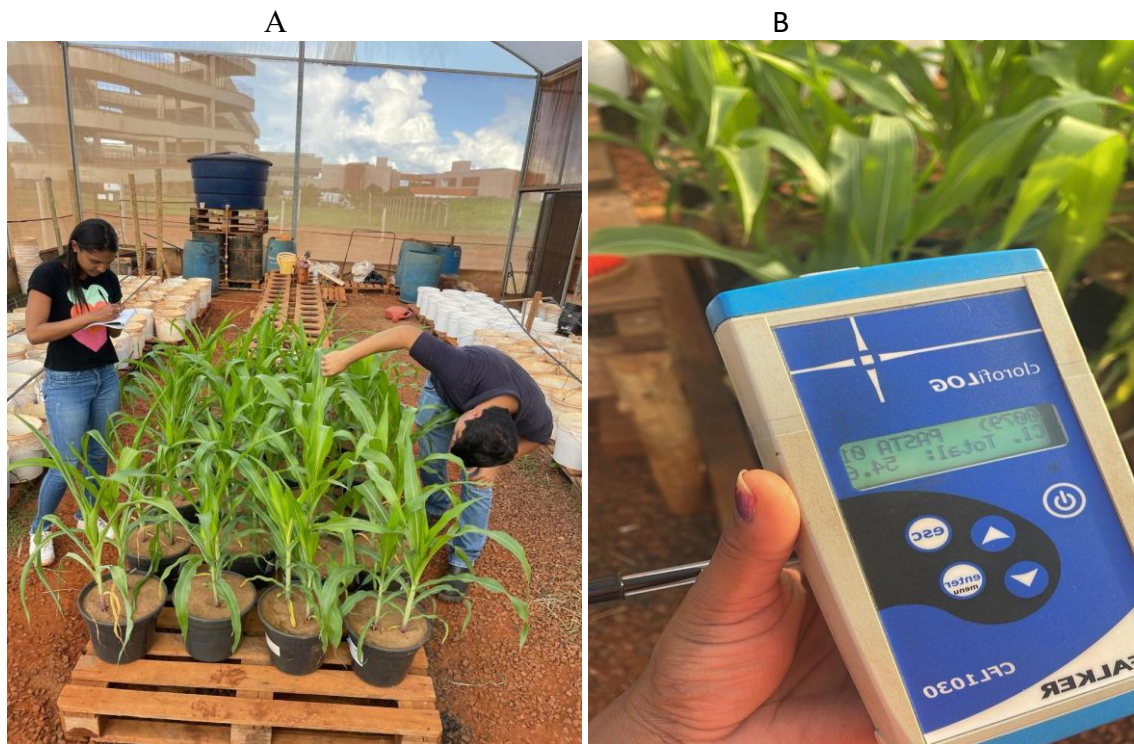


Fonte: a autora.

Decorridos 58 dias do início do experimento, foram realizadas avaliações de diferentes parâmetros da planta, incluindo altura, diâmetro do colmo, massa fresca, massa seca e índice de SPAD. A altura da planta foi medida desde o solo até a ponta da folha +1 (primeira folha com o colar visível) utilizando uma trena (Figura 3). O diâmetro do colmo foi obtido com um paquímetro digital de precisão. A determinação da massa fresca e da massa seca foi realizada utilizando uma balança de alta precisão, para a obtenção da massa seca, as amostras foram previamente levadas à estufa a 65 °C por 72 horas. Já o índice de SPAD, que indica o teor de clorofila na folha, foi medido com um aparelho SPAD (Soil Plant Analysis Development) (Figura 4).

O medidor portátil SPAD-502 avalia quantitativamente a intensidade do verde das folhas, com base na transmissão de luz em dois comprimentos de onda: 650 nm, onde há absorção pela molécula de clorofila, e 940 nm, onde não ocorre absorção significativa (Pôrto *et al.*, 2011).

Figura 2 - A: Medição de altura das plantas de Milho com trena métrica; B: Medição do teor de clorofila com SPAD



Fontes: a autora.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram comparados por meio da análise de variância (ANOVA) utilizando o Teste F. Quando identificadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o apoio do software RStudio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do diâmetro do colmo, observou-se que a aplicação de fertilizante mineral e organomineral, em associação com composto orgânico e *Bacillus subtilis*, proporcionou médias significativamente superiores em comparação a variável sem composto orgânico (Tabela3).

De acordo com Carmo *et al.* (2012), o colmo além de sustentar folhas e inflorescência, exerce a função de armazenar compostos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos. Esses resultados ressaltam a relevância do parcelamento dos estádios de aplicação para otimizar a absorção de nutrientes e favorecer o desenvolvimento vegetativo do milho.

Conforme Silva (2020), o diâmetro do colmo apresentou resultados superiores em relação aos fertilizantes organomineral e mineral, quando a adubação foi parcelada nos estádios V2 e V4, em comparação à aplicação única em V2, em solo arenoso, sendo mais vantajosa a divisão das aplicações.

Tabela 3 - Avaliação do diâmetro do colmo (cm) de plantas de milho (*Zea mays* L) sob diferentes tratamentos

TRATAMENTO	DIÂMETRO(CM)		
	MAP	FOM*	MÉDIA
SEM COMPOSTO	15,75	16,12	15,93 b
COR**	17,12	17,75	17,43 a
COR-BS***	17,25	18,38	17,81 a
MÉDIA	16,70	17,41	
CV		5,41%	

Fonte: a autora

Legenda:

*Tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de Variação.

* FOM =Fertilizante Organomineral

** COR = Composto Orgânico

*** COR-BS = Composto Orgânico + *Bacillus subtilis*

Na análise de variância da variável altura, não foram identificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 4). De acordo com Bortonio (2023), a aplicação de fertilizante organomineral, isoladamente ou associado a *Bacillus* sp., não promove alterações significativas no crescimento vegetativo na cultura do milho.

Segundo Santos *et al.* (2021), observaram, em estudo com milho, que aos 45 dias após a emergência, a adubação organomineral proporcionou incremento de 51% na altura das plantas em relação ao fertilizante mineral, indicando potencial para favorecer o desenvolvimento inicial da cultura.

A utilização de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal tem se mostrado uma estratégia eficiente na agricultura, uma vez que esses microrganismos são capazes de favorecer o desenvolvimento das plantas, auxiliar no controle de patógenos, facilitar a absorção de nutrientes e aumentar a tolerância a estresses, tanto bióticos quanto abióticos. Quando aplicadas ao solo, essas bactérias contribuem para uma produção agrícola mais sustentável, possibilitando a redução no uso de fertilizantes químicos (Araújo, 2008).

Tabela 4 - Avaliação da altura (cm) de plantas de milho (*Zea mays* L) sob diferentes tratamentos

ALTURA(CM)			
TRATAMENTO	MAP	FOM*	MÉDIA
SEM COMPOSTO	55,12	54,50	54,81
COR**	60,00	50,12	55,06
COR-BS***	54,50	51,50	53,00
Média	56,54	52,04	
CV	10,46%		

Fonte: a autora.

Legenda:

*Tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de Variação.

Por meio da pesquisa, observou-se que o índice de SPAD não diferenciam entre si. De acordo com Juan e Chou (2010), a inoculação de *Bacillus* em soja contribuiu para o estímulo ao desenvolvimento das plantas. Como a clorofila é um indicativo de bom crescimento e desenvolvimento, constatou-se aumento nos valores quando se elevaram as doses do produto à base de *Bacillus subtilis*, em comparação ao tratamento sem inoculação. Essa resposta positiva foi registrada tanto no início do ciclo, 15 dias após a semeadura, quanto aos 45 dias, em ambas as cultivares avaliadas.

Com base nos dados apresentados por Magela (2021), verificou-se que, na cultura da batata, especificamente nas cultivares Ágata e Atlantic, o uso de fertilizante organomineral demonstrou efeitos benéficos durante todas as etapas do desenvolvimento da planta, comparável ao desempenho do fertilizante mineral.

Segundo Oliveira *et al.* (2018), os compostos presentes nas substâncias húmicas da fração orgânica dos fertilizantes organominerais atuam, de modo geral, no incremento do crescimento da microbiota da rizosfera. Isso contribui para a retenção e a liberação gradual de nutrientes, além de melhorar a capacidade de retenção de água e a formação de moléculas orgânicas. Facilitando, assim, a absorção dos nutrientes pelas raízes. Adicionalmente, a matéria orgânica desempenha um papel importante no transporte de fotoassimilados produzidos pela planta.

Tabela 5 - Avaliação dos valores de índice SPAD em plantas de milho (*Zea mays* L) sob diferentes tratamentos

SPAD			
TRATAMENTO	MAP	FOM	MÉDIA
SEM COMPOSTO	29,08	29,42	29,25
COR	31,27	30,83	31,05
COR-BS	31,51	30,83	31,17
Média	30,62	30,36	
CV	5,95%		

Fonte: a autora.

Legenda:

*Tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de Variação.

Na avaliação da massa seca, observou-se que os tratamentos não apresentam significância (tabela 6). No trabalho de Bortonio (2023), resultados obtidos de massa seca de raiz e de parte aérea não teve diferença entre o organomineral tradicional 06-30-00 com o enriquecimento com *Bacillus sp.*

De acordo com Silva (2020), constatou-se que não houve diferenças estatísticas em relação ao momento de aplicação dos fertilizantes organomineral e mineral no milho. Entretanto, ao avaliar as doses de organomineral em solo de textura arenosa, foi verificada a redução na massa seca nas doses de 40% e 60% em comparação às demais, que apresentaram diferenças significativas entre si, registrando 6.194 kg ha⁻¹ quando a dose total foi aplicada no estágio V2 e 7.452 kg ha⁻¹ quando a adubação foi parcelada, sendo 50% em V2 e 50% em V4.

Porém, outro estudo realizado apresentou que a utilização de matéria orgânica em conjunto com a adubação mineral, contribui para o aumento da fitomassa seca e da parte aérea do milho, especialmente aos 45 dias após a emergência, período correspondente ao florescimento pleno, quando ocorre o pico de acúmulo de massa seca. Esses resultados reforçam

a eficiência do uso de fertilizantes organominerais no acúmulo de biomassa, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Tiritan *et al.*, 2020).

Esse resultado pode ser atribuído ao uso da adubação organomineral, que se destaca como uma importante fonte de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes. Além disso, essa forma de adubação é reconhecida por ser a única capaz de conservar o nitrogênio no solo sem perdas por volatilização. (Pires e Junqueira, 2001).

Tabela 6 - Avaliação da massa seca da parte aérea (g) de plantas de milho (*Zea mays* L) sob diferentes tratamentos

MASSA SECA			
----- g vaso ⁻¹ -----			
TRATAMENTO	MAP	FOM	MÉDIA
SEM COMPOSTO	38,14	36,35	37,24
COR	40,38	35,77	38,07
COR-BS	37,71	32,79	35,25
Média	38,74 a	34,97 b	
CV		10,92%	

Fonte: a autora.

Legenda:

*Tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de Variação.

Em relação a massa fresca, os tratamentos não apresentaram diferença entre si. No estudo conduzido por Buchelt *et al.*(2019), foram avaliadas diferentes doses dos produtos ProGibb 400®, *Bacillus subtilis* e Stimulate®, porém não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na massa fresca das plantas. Por outro lado, Mazzuchelli *et al.*(2014), ao investigarem a aplicação de *Bacillus subtilis* na cultura do milho em condições de campo, constataram um incremento de aproximadamente 15% na massa fresca da parte aérea no período de safrinha.

Segundo a pesquisa de Buchelt *et al.*(2019), esse resultado pode estar relacionado ao tempo de exposição mais prolongado do microrganismo às raízes, o que teria favorecido uma maior colonização radicular, refletindo positivamente no crescimento e no desenvolvimento das plantas, o que não ocorreu nesse trabalho.

Tabela 7 - Avaliação da massa fresca da parte aérea (g) de plantas de milho (*Zea mays* L) sob diferentes tratamentos

MASSA FRESCA			
----- g vaso ⁻¹ -----			
TRATAMENTO	MAP	FOM	MÉDIA
SEM COMPOSTO	162,78	154,45	158,61
COR	169,79	164,35	167,07
COR-BS	164,42	157,97	161,19
Média	165,66	158,92	
CV		7,19%	

Fonte: a autora

Legenda:

*Tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: Coeficiente de Variação.

6 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que, a aplicação de fertilizantes organomineral, associada ao uso de composto orgânico e à inoculação com *Bacillus subtilis*, proporcionou efeito positivo no diâmetro do colmo das plantas de milho, evidenciando potencial benefício estrutural para a cultura.

Apesar de não terem sido constatadas diferenças estatísticas significativas nas variáveis altura de planta, massa seca, massa fresca e índice SPAD, ressalta-se a necessidade de novos estudos que considerem diferentes condições de cultivo, a fim de validar os resultados obtidos e analisar os aspectos econômicos e ambientais dessa tecnologia no manejo da cultura do milho.

7 REFERÊNCIAS

ARAUJO, Fabio Fernando de. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462, abr. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542008000200017>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017>. Acesso em: 28 jul. 2025.

BERSAN, Jessica Laine Mendes *et al.* Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos provenientes de composteiras domésticas. **Revista Brasileira do Meio Ambiente**, Juiz de Fora, v. 10, n. 2, p. 240-258, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7321739>. Acesso em: 16 jun. 2025.

BORTONIO, Nathalia da Silva. **Associação de *Bacillus* sp. ao organomineral 06.30.00 na cultura do milho**. 2023. 39 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2023.

BUCHELT, Antonio Carlos *et al.* Aplicação de bioestimulantes e *bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassiandia, v. 6, n. 4, p. 69-74, 19 dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.32404/rean.v6i4.2762>. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/agrineo/article/view/2762/3194>. Acesso em: 28 jul. 2025.

CARMO, Mariana Siqueira do *et al.* Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 223-231, 2012. Suplemento 1.

CATTANIO, Isabella Silva. **Efeito residual da aplicação de fertilizante organomineral a base de lodo de esgoto no cultivo do milho em área de cerrado**. 2024. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2024.

DIAS, Marcelo Alves da Rocha. **Desempenho agrônômico do milho com diferentes fontes e doses de nitrogênio**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira de Moura *et al.* Formas de aplicação de *bacillus methylotrophicus* e *bacillus subtilis* no crescimento e produção de milho. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, Almenara, v. 6, n. 1, p. 94-106, 21 jun. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.46636/recital.v6i1.420>. Disponível em: <https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/recital/article/view/420/196>. Acesso em: 25 jul. 2025.

GUIMARÃES, Lauro José Moreira. *Dia Nacional do Milho: a importância do milho para o agronegócio brasileiro*. **Embrapa Notícias**, 24 maio 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/89583335/artigo-dia-nacional-do-milho---a-importancia-do-milho-para-o-agronegocio-brasileiro?P_Auth=Jd9fotky. Acesso em: 31 jul. 2025.

IBGE. *Em abril, IBGE prevê safra de 328,4 milhões de toneladas para 2025*. **Agência IBGE Notícias**, [Rio de Janeiro], 15 maio 2025. Disponível em:

<https://Agenciadenoticias.Ibge.Gov.Br/Agencia-Sala-De-Imprensa/2013-Agencia-De-Noticias/Releases/43400-Em-Abril-Ibge-Preve-Safra-De-328-4-Milhoes-De-Toneladas-Para-2025>. Acesso em: 31 jul. 2025.

LEITE, Bianca Stefani Arantes. **Fertilizantes especiais na cultura do milho e efeito residual na braquiária cultivada em sucessão**. 2023. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.8108>. Acesso em: 23 maio 2025.

MAGELA, Mara Lúcia Martins. **Fertilizantes organominerais na adubação de plantio da batata**. 2021. 180 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2024.5060>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/44367/1/FertilizantesOrganomineraisAduba%30a7%30a3o.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.

MAIA, Júlio Eduardo Santana. **Uso de organomineral associado a microrganismos no desenvolvimento e controle de nematoides na cultura da soja**. 2021. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/35591>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MALAGUIAS, Carlos Arnaldo Alcantara Malaquias; SANTOS, Alessandro José Marques. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Pubvet**, v. 11, n. 5, p. 501-512, maio 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n5.501-512>. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/6cbd4929717558f9440f63e729746ded.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.

MAZZUCHELLI, Rita de Cássia Lima *et al.* Inoculação de bacillus subtilis e azospirillum brasilense na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 40-47, 20 dez. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2014.v10.n2.a106>. Disponível em: Acesso em: 28 jul. 2025.

OLIVEIRA, Douglas Prates. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.246>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17592/1/FontesMateriaOrganica.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2025.

OLIVEIRA, Guilherme Neres. **Resposta da adubação organo-mineral fosfatada no acúmulo de macro e micronutrientes no milho**. 2022. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

OLIVEIRA, Roberta Camargos. *et al.* Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p.1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i1.811>. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/81>. Acesso em: 8 jun. 2024.

POPULAÇÃO mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050.2019. **Nações Unidas Brasil**, 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-população-mundial-deve-chegar-97-bilhões-de-pessoas-em-2050-diz-relatório-da-onu>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PINTO, Milena dos Santos. **Doses de cobalto e molibdênio via foliar na presença ou ausência de *Bacillus subtilis* em feijoeiro de inverno**. 2022. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/235724> . Acesso em: 16 jun. 2025.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 195, 2001.

PÔRTO, Mônica Lima Alves *et al.* Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 311-315, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000300009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/cMyq739jMfKSftskBV9mWcL/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 13 jun. 2025.

SANCHES, André Luis Ramos *et al.* Os impactos dos preços do milho ao longo das cadeias consumidoras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 1-25, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2023.274483>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/RdRjMft4gYZ4GsdghvqXWTN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2025.

SANTOS, Jenifer Kelly Ferreira *et al.* Desenvolvimento de plantas de milho submetidas a doses de adubação NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. 1-15, 11 maio 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15123>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15123>. Acesso em: 17 maio 2025.

SILVA, Rafael Jacinto da. **Organomineral líquido: estudo de caso em um cultivo de soja em sequeiro**. 2024. 33 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.5530>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/44881/1/OrganomineralL%c3%adquidoEstudo%20%281%29.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, Renan Cesar Dias da. **Fertilização organomineral no milho em condições de cerrado**. 2020. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.5004>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31263/1/Fertiliza%c3%a7%c3%a3oOrgano mineralMilho.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SOUZA JÚNIOR, Nelson Câmara de. **Resposta do feijoeiro comum e adzuki à inoculação com *bacillus subtilis***. 2021. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/214027> . Acesso em: 16 jun. 2025.

TIRITAN, Carlos Sérgio *et al.* Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 6, n. 1, p. 08-14, 15 jun. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2010.v06.n1.a045>. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/291/490>. Acesso em: 18 jul. 2025.