

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA
AGRONOMIA – BACH. (ENGENHARIA AGRONÔMICA)

GABRIELA MARTINS SORIANO
MARIA ALICE ZONTA

**COMPARATIVO ENTRE ADUBO MINERAL E BIOINSUMOS NA EMERGÊNCIA
DE PLÂNTULAS DE MILHO**

VOTUPORANGA-SP
2025

GABRIELA MARTINS SORIANO
MARIA ALICE ZONTA

**COMPARATIVO ENTRE ADUBO MINERAL E BIOINSUMOS NA EMERGÊNCIA
DE PLÂNTULAS DE MILHO**

Artigo apresentado a Unifev – Centro
Universitário de Votuporanga - para a
obtenção do grau de bacharel em Engenharia
Agrônômica, sob a orientação da Professora
Doutora Laís Naiara Honorato Monteiro.

VOTUPORANGA-SP
2025

SORIANO, GABRIELA MARTINS.

COMPARATIVO ENTRE ADUBO MINERAL E BIOINSUMOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MILHO. / GABRIELA MARTINS SORIANO; MARIA ALICE ZONTA. - Votuporanga. Ed. do Autor, 2025.

24 p., 30cm. :il., tab.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Bacharelado) - UNIFEV - Centro Universitário de Votuporanga, Curso de ENGENHARIA AGRONÔMICA, 2025.

Orientadora: Prof^a. Dra. LAÍS NAIARA HONORATO MONTEIRO.

1. Zea mays L.. 2. Biológico de arroz. 3. Extrato de mamona. 4. Desenvolvimento inicial. 5. Agricultura sustentável. I. ZONTA, MARIA ALICE. II. Título.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA
AGRONOMIA – BACH. (ENGENHARIA AGRONÔMICA)

GABRIELA MARTINS SORIANO
MARIA ALICE ZONTA

**COMPARATIVO ENTRE ADUBO MINERAL E BIOINSUMOS NA EMERGÊNCIA
DE PLÂNTULAS DE MILHO**

Artigo apresentado a Unifev – Centro
Universitário de Votuporanga – para a
obtenção do grau bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Aprovado(a) 25 / 10 / 2025



Documento assinado digitalmente
MARIANE APARECIDA BARBARA ZANINI
Data: 11/12/2025 22:15:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Primeiro examinador
Nome: Prof. Ma. Mariane Aparecida Barbará Zanini
Instituição: Unifev



Documento assinado digitalmente
WILSON SOARES DE OLIVEIRA
Data: 13/12/2025 08:07:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Segundo examinador
Nome: Prof. Me. Wilson Soares de Oliveira
Instituição: Unifev



Documento assinado digitalmente
LAIS NAIARA HONORATO MONTEIRO
Data: 11/12/2025 17:41:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora
Profa. Dra. Laís Naiara Honorato Monteiro

VOTUPORANGA-SP
2025

AGRADECIMENTOS

À nossas famílias pelo apoio todos esses anos de faculdade, que sempre tiveram paciência e orgulho de nós.

Aos professores Dr. Mariane Aparecida Barbará Zanini e Wilson Soares de Oliveira por terem aceitado fazer parte da banca avaliadora.

À nossa orientadora Dra. Laís Naiara Honorato Monteiro por todo suporte e auxílio com o trabalho.

COMPARATIVO ENTRE ADUBO MINERAL E BIOINSUMOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MILHO

Gabriela Martins Soriano¹

Maria Alice Zonta²

Laís Naiara Honorato Monteiro³

Resumo:

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande relevância econômica e social, utilizada na alimentação, indústria e produção de biocombustíveis. Este estudo avaliou, em estufa, os efeitos de bioinsumos (extrato de mamona e biológico de arroz) e adubo mineral (Mosaic) sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho. O experimento foi conduzido em vasos com substrato homogeneizado, em delineamento inteiramente casualizado, com múltiplas repetições por tratamento. Foram avaliadas a taxa de germinação e variáveis de crescimento inicial, como matéria fresca da parte aérea e radicular. Os resultados indicaram que, de modo geral, não houve diferença significativa entre os tratamentos, exceto na matéria fresca da parte aérea, na qual o adubo mineral apresentou desempenho superior, especialmente em relação ao biológico de arroz. Fertilizantes minerais favoreceram um crescimento inicial mais rápido, enquanto os bioinsumos apresentaram desempenho inferior, possivelmente devido à menor concentração de nutrientes ou ausência de microrganismos ativos suficientes. As variedades de milho apresentaram comportamento fisiológico semelhante. Conclui-se que, em condições controladas, os fertilizantes minerais proporcionam maior desenvolvimento inicial, enquanto os bioinsumos ainda demandam aprimoramento para alcançar resultados comparáveis.

Palavras-chave: *Zea mays* L., biológico de arroz, extrato de mamona, desenvolvimento inicial, agricultura sustentável.

¹ Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), Votuporanga, São Paulo, Brasil, Bacharelado em Engenharia Agrônoma. Email: martinsgabi551@gmail.com

² Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), Votuporanga, São Paulo, Brasil, Bacharelado em Engenharia Agrônoma. Email: maria.zonta4@gmail.com

³ Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), Votuporanga, São Paulo, Brasil, Docente. Email: laismonteiro@gmail.com

Abstract:

Maize (*Zea mays* L.) is a crop of great economic and social relevance, used in food, industry, and biofuel production. This study evaluated, in a greenhouse, the effects of bio-inputs (castor bean extract and rice biological) and mineral fertilizer (Mosaic) on the germination and initial development of maize seedlings. The experiment was conducted in pots with homogenized substrate, in a completely randomized design, with multiple repetitions per treatment. Germination rate and initial growth variables, such as shoot and root fresh mass, were evaluated. The results indicated that, generally, there was no significant difference between treatments, except for shoot fresh mass, in which the mineral fertilizer showed superior performance, especially in relation to the rice biological. Mineral fertilizers favored faster initial growth, while bio-inputs showed inferior performance, possibly due to lower nutrient concentration or the absence of sufficient active microorganisms. The maize varieties exhibited similar physiological behavior. It is concluded that, under controlled conditions, mineral fertilizers provide greater initial development, while bio-inputs still require improvement to achieve comparable results.

Keywords: *Zea mays* L., rice biological, castor bean extract, early development, sustainable agriculture.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais de maior importância agrícola, apresentando-se como uma das principais culturas agrícolas mais produzidas e comercializadas no Brasil e no mundo (FERNANDES; CAMPOS; VENTURA, 2025; NOGUEIRA et al., 2022). Parte dessa importância é justificada pela diversidade de aplicações da cultura, desde a alimentação animal, esta que representa a maior parte do consumo do milho, até a indústria de alimentos para consumo humano (RIVA NETO et al., 2021; ARCANJO et al., 2024; KERCHNER et al., 2024). Além da alimentação, o milho pode ser utilizado como matéria prima para os bioplásticos, para a fabricação de etanol, amidos, óleos e outros produtos de valor agregado (ARCANJO et al., 2024; JASKI et al., 2022). Devido a essa versatilidade, tornou-se uma cultura estratégica para as cadeias produtivas pecuária e industrial, além de atuar na segurança alimentar e geração de renda (ARCANJO et al., 2024; FERNANDES et al., 2025; JASKI et al., 2022; KERCHNER et al., 2024).

Para que o milho atinja todo o potencial produtivo necessário para o abastecimento dessas cadeias, é imprescindível que a cultura seja manejada de maneira adequada, de modo que as suas exigências hídricas, climáticas e nutricionais sejam supridas corretamente. Atualmente, os fertilizantes minerais são amplamente utilizados nas lavouras de milho, pois as plantas respondem de forma rápida à sua aplicação, contudo, esses produtos apresentam altos custos de aquisição, e, quando utilizados de forma exorbitante e desequilibrada, podem afetar a qualidade do ecossistema a longo prazo (CHAE et al., 2018; ROBERTO et al., 2010).

Os bioinsumos são produtos de origem orgânica utilizados com o intuito de aumentar a sustentabilidade da cadeia produtiva, alinhada à redução no consumo de insumos químicos (CORRÊA et al., 2025). Os bioinsumos voltados para a nutrição das plantas, biofertilizantes (SILVA et al., 2025), são formados a partir de resíduos vegetais e animais, bem como de microrganismos vivos capazes de beneficiar o desenvolvimento vegetal e elevar a disponibilidade de nutrientes no solo (FIGUEIREDO; TANAMATI, 2010; STUCHI, 2015). Desta forma, alternativas sustentáveis como o uso de bioinsumos capazes de reduzir a lixiviação de nutrientes, bem como a necessidade de doses elevadas de fertilizantes minerais, contribuindo assim para aumento da matéria orgânica do solo e da sustentabilidade agrícola, estão sendo adotados (TUFA et al., 2022; YANG et al., 2022).

Em paralelo a melhoria das condições ambientais, os bioinsumos apresentam baixo custo de aquisição (BEZERRA et al., 2008; ALMEIDA JUNIOR et al., 2022). Entretanto, alguns biofertilizantes podem ser produzidos pelos próprios agricultores, o que pode favorecer ainda mais o processo produtivo (FIGUEIREDO; TANAMATI, 2010). Esses bioinsumos podem ser gerados a partir de resíduos animais, como dejetos suínos, de bovinos, de ovinos e de aves (AZEVEDO et al., 2020; DA ROCHA et al., 2016; Ori et al., 2022), além de, sobras de alimentos humanos, ou resíduos de vegetais (DE SOUZA et al., 2021) como a manipueira, resíduo da mandioca capaz de reciclar nutrientes (ARAÚJO et al., 2025; GARCIA RAMOS et al., 2020). Assim, extratos de plantas presentes na propriedade, podem ser produzidos, para atuarem como bioinsumos em culturas agrícolas.

Para a cultura do milho, o uso de biofertilizantes pode elevar a produtividade da cultura quando utilizado de forma isolada, ou em mistura com fertilizantes minerais (BEZERRA et al., 2008; KONZEN; ALVARENGA, 2005). Os estudos realizados nas últimas décadas, apontam que os chamados fertilizantes orgânicos, considerados biofertilizantes, podem substituir a adubação mineral mantendo a produtividade (DE SOUZA et al., 2021). De acordo com Wei et al. (2020) a substituição de fertilizantes minerais por fertilizantes orgânicos em sistemas de milho reduz as emissões de nitrogênio e carbono, melhora o sequestro de carbono do solo e na proporção de 40-60% de N orgânico, aumenta a produtividade.

A escolha da classe de fertilizantes deve respeitar o manejo nutricional do milho, este que deve ser planejado anteriormente a implantação da cultura. Isto se deve, justo na cadeia produtiva do milho o estabelecimento inicial da cultura é uma das etapas mais importantes durante o ciclo (HUANG et al., 2017). Estudos comprovam que bioinsumos produzidos a base de dejetos bovino e ovino proporcionam incrementos no desenvolvimento inicial do milho, como o aumento no comprimento de raiz (VASO et al., 2021). O desenvolvimento radicular adequado é essencial para o estabelecimento da cultura, considerando que as raízes são o principal órgão responsável pela absorção de nutriente e de água pelas plantas (DINNENY, 2019; TAKAHASHI; MERCIER, 2024).

O manejo correto e sustentável são práticas indispensáveis para o aumento do teto produtivo e rentabilidade da cultura do milho, diante disto, presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes produtos de origem orgânica e mineral no desenvolvimento inicial do milho.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Origem e classificação botânica do milho

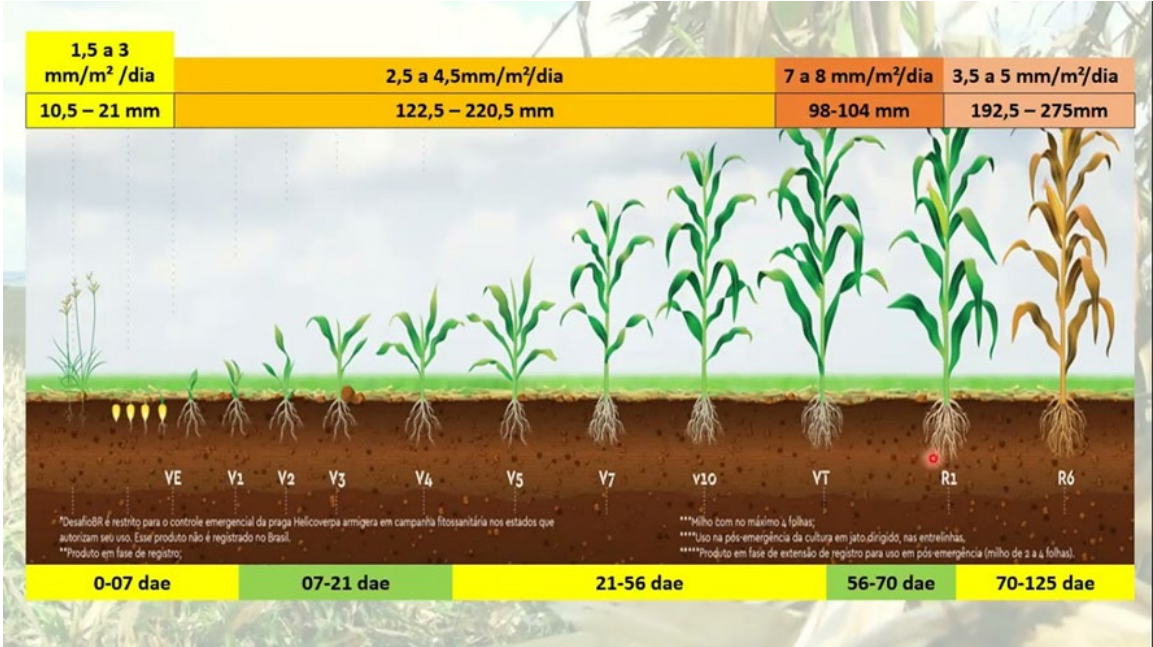
De acordo com Alessandro Alvarenga (2021) muitas hipóteses já foram elaboradas tentando explicar a origem do milho, sendo que a mais aceita, é a de que a espécie se originou na América Central, mais especificamente no México. Pertencente à família Gramineae/Poaceae, cujo parente mais próximo, acredita-se ser o Teosinto (*Zea mays* spp. *parviglumis*), e seu registro restringe-se ao Vale Central de Balsas, no México.

Existem diferentes tipos de milho que podem ser utilizados para diferentes finalidades como produzir grãos, fazer silagem ou consumo direto. Alguns exemplos são milho híbrido, milho crioulo, milho dentado, milho duro, milho pipoca, milho doce e milho fermentado (KROL, 2025).

Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura, que é esplendidamente “construída” para a produção de grãos, por ser uma das plantas mais eficientes em armazenamento de energia. A planta geralmente fica com mais de 2.0 metros de altura, dentro de nove semanas após a semeadura (Figura 1). Nas semanas seguintes, produzirá de 600 a 1.000 sementes similares da

qual se originou (MAGALHÃES et al., 2002). Na Figura 1 podemos observar as fases fenológicas do milho, e quanto tempo leva em média cada uma dessas fases.

Figura 1. Fases fenológicas do milho e necessidade hídrica diária em cada fase.

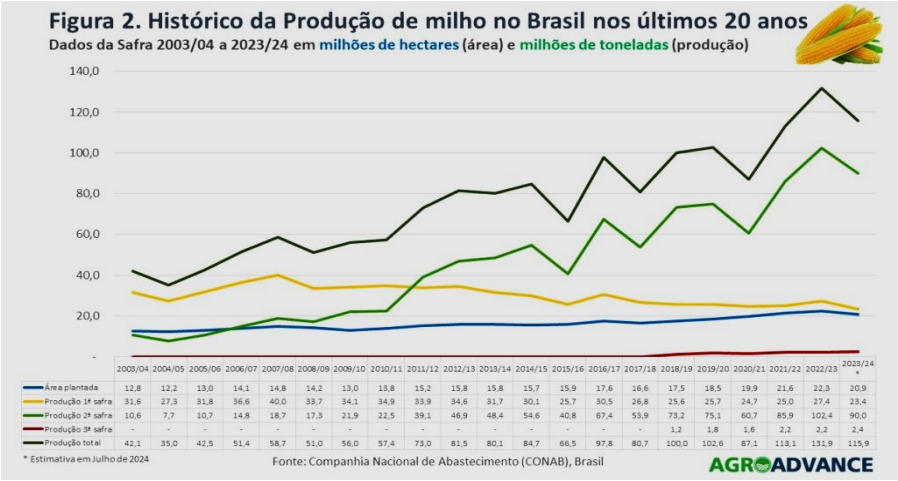


Fonte: Oliveira (2021).

1.2 Importância socioeconômica da cultura do milho

De acordo com o relatório da FAO, ao longo da última década, a produção e a exportação de milho do Brasil sofreram um *boom* fantástico: a produção total aumentou de pouco menos de 52 milhões de toneladas em 2007/08 para quase 98 milhões de toneladas em 2017/18. Hoje em dia pode vir a chegar a mais de 110 milhões de toneladas. Na Figura 2 é possível acompanhar o desenvolvimento da cultura em questão da sua produtividade, como ela aumentou compõe os anos foram passando.

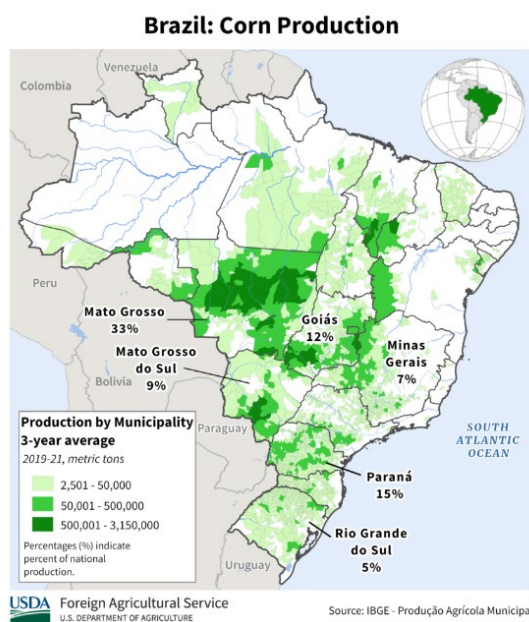
Figura 2. Histórico da produção de milho no Brasil nos últimos 20 anos.



Fonte: Agroadvance, 2024.

A cultura do milho encontra-se amplamente disseminada no Brasil (Figura 3). Isto se deve tanto à sua multiplicidade de usos na propriedade rural quanto à tradição de cultivo desse cereal pelos agricultores brasileiros. No âmbito tecnológico, o comportamento de aversão ao risco, a baixa disponibilidade de capital para custeio e menor ainda para investimento, o grau de instrução formal geralmente baixo, a comercialização fortemente vinculada a intermediários e o alto grau de consumo na fazenda são características geralmente associadas à condição de pequeno produtor (MAGALHÃES et al., 2002).

Figura 3. Distribuição da produção de milho no Brasil.



Fonte: USDA/ IBGE

1.3 Processos germinativos e de emergência do milho

A germinação do milho (*Zea mays* L.) envolve uma série de processos fisiológicos e bioquímicos que resultam no desenvolvimento da plântula a partir de uma semente viável. Esse processo começa com a embebição, ou seja, a absorção de água pela semente, que reativa o metabolismo celular e promove a hidrólise das reservas armazenadas no endosperma — principalmente carboidratos, proteínas e lipídios — usadas pelo embrião para sustentar o crescimento inicial (MARCOS FILHO, 2015).

A protrusão da radícula, que marca o início visível da germinação, acontece depois da reativação metabólica. Posteriormente, ocorre o alongamento do coleóptilo, que é a estrutura encarregada de proteger o meristema apical durante sua emergência no solo. (TAIZ et al., 2024).

A germinação e a emergência do milho são afetadas por uma variedade de fatores ambientais e fisiológicos, incluindo a qualidade fisiológica das sementes, umidade e temperatura do solo, profundidade da sementeira, aeração e compactação do solo, além da presença de patógenos (KAPPES et al., 2013).

A germinação da espécie ocorre de forma ideal em temperaturas variando de 20 a 30 °C, ao passo que a falta de água ou o excesso de umidade podem afetar a emergência e o vigor

inicial (EMBRAPA, 2020). Assim, entender os processos de germinação é essencial para analisar a eficácia de diversos tratamentos, como bioinsumos e fertilizantes minerais, no início do crescimento das plantas.

1.4 Uso de bioinsumos no crescimento inicial de espécies vegetais

Os bioinsumos são produtos criados a partir de organismos vivos ou de seus metabólitos, com o objetivo de favorecer o crescimento das plantas, aprimorar sua nutrição e aumentar sua resistência a estresses bióticos e abióticos (MAPA, 2021).

O uso na agricultura tem aumentado consideravelmente, pois oferecem opções sustentáveis em relação aos insumos químicos tradicionais, promovendo o equilíbrio biológico e a produtividade dos sistemas agrícolas.

Os bioinsumos desempenham diversas funções fisiológicas e microbiológicas durante o crescimento inicial das espécies vegetais. Os microrganismos como bactérias promotoras de crescimento (PGPR) e fungos micorrízicos podem contribuir para a fixação biológica de nitrogênio, a solubilização de fósforo e a produção de fitohormônios, incluindo auxinas, giberelinas e citocininas (HUNGRIA et al., 2020).

Além disso, compostos presentes em bioinsumos, como o de mamona, podem estimular o metabolismo e o enraizamento das plantas, resultando em maior vigor e biomassa das plântulas (SILVA et al., 2022).

Os principais efeitos associados ao uso de bioinsumos incluem uma maior taxa e uniformidade de germinação, maior comprimento das raízes e da parte aérea, aumento da matéria fresca e seca, além da indução de resistência a patógenos do solo.

No entanto, sua eficácia depende de elementos como a composição do produto, a dosagem e o método de aplicação, as condições edafoclimáticas e a interação com outros insumos, como fertilizantes minerais (FREITAS et al., 2021).

Assim, a pesquisa sobre a aplicação de bioinsumos no crescimento inicial de plantas representa uma abordagem promissora para a agricultura sustentável, favorecendo o desenvolvimento equilibrado das plântulas e auxiliando na diminuição do uso de insumos químicos, sem afetar a produtividade e a qualidade das colheitas.

2. METODOLOGIA

2.1 Área experimental e material vegetal

O experimento foi realizado em uma estufa localizada na área agrícola da Cidade Universitária – UNIFEV, no município de Votuporanga – SP.

As variedades de milho utilizadas para o experimento foram Syngenta S01-VIT 3PR e Dekalb 356-IPRO4 VT-PRO, obtidas na empresa AGROMECA Agrícola, localizada na cidade de Votuporanga-SP.

Utilizou-se substrato comercial Carolina Soil® (composição: turfa *sphagnum*; casca de arroz; traços de adubo), que após ser misturado e aerado, foi depositado em vasos de 5 litros cada, os quais foram preenchidos por completo (Figura 4).

Figura 4. Vasos semeados e preenchidos com o substrato comercial Carolina Soil®



Fonte: Compilação das Autoras.

Os tratamentos constituíram-se: Testemunha (sem produtos, apenas água); Adubo mineral da Mosaic® (nitrogênio; fósforo; e dois tipos de enxofre) (Figura 5); Extrato de Mamona caseiro (obtido através da fervura da água misturada com a folha da mamona cortada em pedaços, sendo que o caldo resultante permaneceu em local arejado e escuro por 24 horas, até que estivesse frio e pronto para ser aplicado), e Biológico caseiro (obtido a partir do arroz cozido).

Figura 5. Adubo mineral Mosaic®



Fonte: Compilação das autoras.

A obtenção do extrato de mamona foi realizada a partir do colhimento de folhas com aproximadamente 20 centímetros, onde após isso foi realizada a partição da mesma em pedaços menores e depositada água fervente em seguida. O caldo resultante deste processo foi

acomodado em um recipiente onde ficou durante um dia para realizar a fermentação, em local escuro e arejado, uma vez que o extrato pode vir a perder suas propriedades se entrar em contato com a luz UV.

O biológico de arroz foi obtido através do cozimento de arroz somente com adição de água, depois de frio, foi depositado em um bambu e colocado em mata por aproximadamente 15 dias. Recolhido após esse período para a retirada dos microrganismos presentes, onde foram retirados apenas os coloridos com exceção dos de coloração marrom, preto e cinza que são considerados tóxicos. Os microrganismos recolhidos foram depositados em uma garrafa com 1 litro de água e cerca de 500 gramas de açúcar que foi utilizado como alimento para promover a proliferação dos microrganismos.

Os tratamentos foram aplicados nos vasos com as sementes de milho, e irrigados todos os dias com 100 ml de água (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos para irrigação de sementes de milho

Tratamentos	Tipos de	Variedades de milho
T1	Sem produto/bioinsumo	Syngenta
T2	Adubo mineral	Syngenta
T3	Extrato de mamona	Syngenta
T4	Biológico	Syngenta
T5	Sem produto/bioinsumo	Dekalb
T6	Adubo mineral	Dekalb
T7	Extrato de mamona	Dekalb
T8	Biológico	Dekalb

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), visando avaliar os diferentes tempos de germinação e o desenvolvimento das plântulas de milho, utilizando diferentes tratamentos. Adotou-se sistema fatorial 4x2 (tratamentos na rega dos vasos x variedades de sementes de milho) com 3 repetições, cada uma constituída por duas sementes.

A partir dos resultados obtidos foi realizada análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para execução das análises estatísticas utilizou-se o programa SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

2.3 Implantação e condução do experimento

A semeadura foi realizada no dia 21 de maio de 2025, sendo em cada vaso depositada duas sementes de milho a quatro centímetros de profundidade (Figura 6).

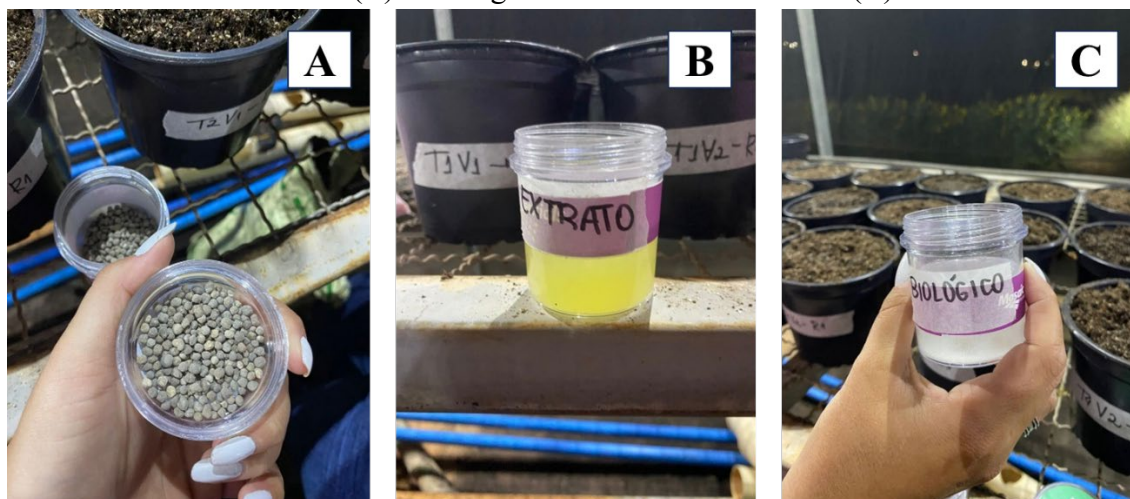
Figura 6. Profundidade de semeadura das sementes de milho



Fonte: Compilação das autoras.

Para o tratamento do adubo mineral Mosaic®, foi colocado aproximadamente 3 gramas por vaso (Figura 7A), enquanto os tratamentos caseiros de extrato de mamona e biológico aplicou-se 80 ml por vaso (Figuras 4B e 4C). As dosagens utilizadas foram determinadas especificamente para a realização do experimento, testando sua eficácia nessa dosagem, e posteriormente podendo ser realizada outras dosagens em um futuro experimento.

Figura 7. Dosagens dos tratamentos de adubo mineral Mosaic (A), extrato de mamona caseiro (B) e biológico caseiro à base de arroz (C)



Fonte: Compilação das autoras.

A irrigação realizada no dia da semeadura foi diferente das demais, pois nos vasos onde foram depositados líquidos (extrato de mamona e biológico caseiro) aplicou-se água apenas uma vez, já para os vasos que receberam a testemunha e o adubo mineral Mosaic®, regou-se com água duas vezes, com a finalidade de suprir o líquido depositados nos tratamentos 3 e 4.

As demais regas foram feitas diariamente até o dia da avaliação, sendo depositadas 100 ml de água em cada vaso.

2.4 Variáveis e avaliações

Avaliou-se em relação à emergência:

- Início de emergência (IE): contado no dia em que houve a primeira emergência após a semeadura, expresso em dias;
- Porcentagem de emergência (PE): de acordo com Brasil (2009), expresso em %;
- Índice de velocidade de emergência (IVE): de acordo com Maguire (1962) e,
- Tempo médio de emergência (TME): de acordo com Labouriau (1983), expresso em dias⁻¹.

Após 23 (D.A.S.) dias da semeadura, realizou-se a análise biométrica das plântulas no Laboratório de Ciências Naturais (LACIN) da UNIFEV. Retirou-se em água corrente o substrato presente na raiz das plântulas e em seguida, com o auxílio de régua graduada transparente mediu-se nas plântulas: comprimento da altura (em cm, do colo até o ápice da plântula) (Figura 8); comprimento da raiz (em cm, do colo até a ponta da raiz), e a contagem do número de folhas por plântula.

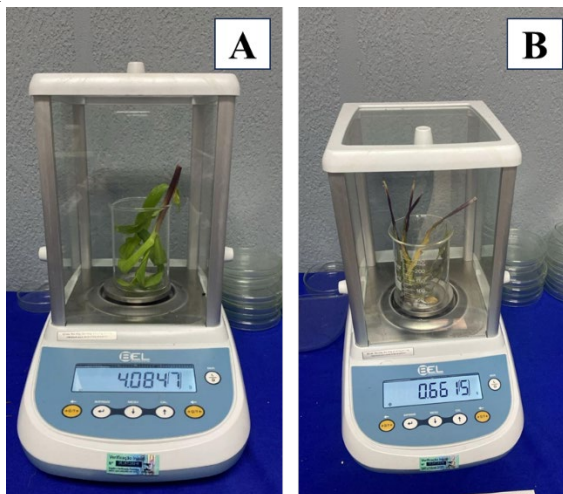
Figura 8. Comprimento da altura total de plântula de milho.



Fonte: Compilação das Autoras

A avaliação de matéria fresca (g) foi realizada utilizando-se balança de precisão, separando-se a parte aérea do sistema radicular das plântulas (Figura 9A e 9B). Em seguida, as partes foram colocadas em saquinhos de papel e estes foram encaminhados para secagem em uma estufa com circulação de ar a 60°C, onde permaneceu até atingir massa constante (72 horas).

Figura 9. Pesagem da parte aérea (A) e do sistema radicular (B) das plântulas de milho em balança analítica de precisão



Fonte: Compilação das autoras.

2.5 Materiais e Métodos

- Vasos de 5 litros;
- Substrato comercial;
- Sementes de 2 variedades;
- Placas de identificação;
- Regador de irrigação;
- Saquinho de Papel;
- Estilete;
- Régua de 30 centímetros;
- Balança de precisão;
- Adubo;
- Arroz cozido;
- Açúcar;
- Bambu;
- Arame;
- Espátula;
- Recipiente.

Os vasos, substrato e sementes foram utilizados para a realização do plantio e montagem do experimento, para a irrigação posterior ao plantio utilizou-se o regador e as plaquinhas serviram para identificação dos tratamentos, fazendo assim a diferenciação deles. Já para transportar as plântulas para o laboratório, utilizamos os saquinhos de papel para separação dos tratamentos. O estilete, régua e a balança de precisão também foram utilizados nos testes laboratoriais. Arroz cozido, açúcar, bambu e arame foram necessários para a produção do biológico de arroz. Assim como a espátula e o recipiente foi utilizado para a produção do extrato de mamona.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

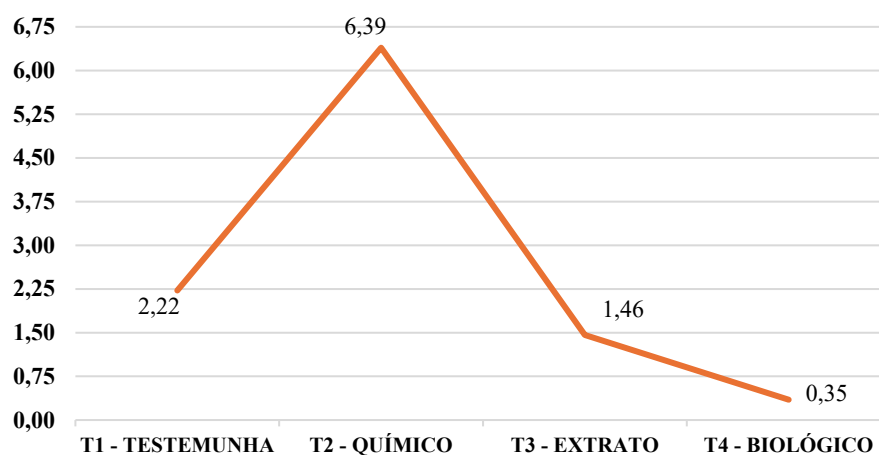
Com os resultados obtidos, observa-se na Tabela 2, que os tratamentos testados não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$), com exceção da matéria fresca da parte aérea (MFPA), a qual apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos descrito na Figura 10.

Tabela 2. Análise de variância para IE (Início da Emergência), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de milho sob diferentes tratamentos de rega na semeadura.

Fontes de Variação	IE (dias)	NF	CPA (cm)	CSR (cm)	MFSR (g)	MFPA (g)	MSSR (g)	MSPA (g)
Quadrado médio								
Tratamento (T)	16,61 ^{NS}	26,04 ^{NS}	29,11 ^{NS}	140,66 ^{NS}	48,65 ^{NS}	41,76*	0,86 ^{NS}	6,85 ^{NS}
Sementes (S)	32,67 ^{NS}	18,37 ^{NS}	18,20 ^{NS}	272,02 ^{NS}	75,40 ^{NS}	4,15 ^{NS}	1,27 ^{NS}	4,82 ^{NS}
T x S	4,22 ^{NS}	7,71 ^{NS}	10,79 ^{NS}	146,45 ^{NS}	33,53 ^{NS}	6,20 ^{NS}	1,17 ^{NS}	2,97 ^{NS}
C.V. (%)	119,69	132,36	119,73	126,54	131,01	130,17	135,85	318,67
Média Geral	2,75	2,96	3,24	9,77	4,62	2,61	0,65	0,68
Tratamentos								
Testemunha	2,67	2,50	3,78	12,16	6,38	2,22 AB ¹	1,01	0,25
Adubo mineral	5,00	6,00	5,95	14,10	7,18	6,39 A	0,81	2,28
Extrato de mamona	2,33	2,00	2,50	9,83	4,11	1,46 AB	0,63	0,16
Biológico (arroz)	1,00	1,33	0,72	3,00	0,82	0,35 B	0,13	0,04
Sementes								
Dekalb®	1,58	2,08	4,11	13,14	6,41	2,19	0,88	1,13
Syngenta®	3,92	3,38	2,37	6,41	2,84	3,02	0,42	0,23

* Significativo; ^{NS} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; C.V. = Coeficiente de variação. ¹ Letras maiúsculas iguais entre linhas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 10. Matéria fresca da parte aérea de plântulas de milho sob diferentes tratamentos de rega na semeadura.



Tal fato indica que, embora o uso de bioinsumos como o extrato de mamona e o biológico de arroz apresentem um potencial de uso sustentável, os resultados apresentados sugerem que a formulação ou a aplicação podem não ter proporcionado os nutrientes ou condições fisiológicas necessárias para promover um melhor desenvolvimento inicial das plântulas de milho nas condições experimentais avaliadas.

O tratamento que utilizou o adubo mineral Mosaic apresentou a maior média de matéria fresca da parte aérea (6,39 g), sendo evidenciado o desempenho superior em relação aos demais, principalmente quando comparado ao biológico de arroz (0,35 g). Esse resultado corrobora os estudos de Fernandes et al. (2025) e Riva Neto et al. (2021), os quais indicam que os fertilizantes minerais disponibilizam nutrientes de forma mais imediata às plantas, promovendo maior eficiência na absorção e favorecendo o crescimento inicial das plântulas.

Por outro lado, os tratamentos com extrato de mamona e biológico de arroz apresentaram desempenho inferior ao citado anteriormente, sendo uma possível causa a baixa concentração de nutrientes disponíveis ou a ausência de microrganismos ativos capazes de promover um desenvolvimento inicial satisfatório. Segundo Maestre et al. (2024), os bioinsumos microbianos podem favorecer a germinação e o crescimento inicial das plântulas quando aplicados em doses adequadas. Já Saleem et al. (2025) destaca que microrganismos promotores de crescimento contribuem para maior vigor inicial.

Mesmo que os bioinsumos não tenham apresentado respostas superiores ao adubo químico neste experimento, é importante ressaltar que esses produtos oferecem vantagens ambientais e econômicas relevantes, como a redução de impactos ambientais e o custo de produção, conforme estudos de Silva et al. (2025) e Corrêa et al. (2025).

Com isso, observa-se a ausência de diferença significativa entre as variedades Syngenta S01-VIT 3PR e Dekalb 356-IPRO4 VT-PRO nas variáveis biométricas avaliadas, o que sugere que o desempenho fisiológico inicial das cultivares é semelhante quando submetidas a diferentes fontes de adubação. Resultados semelhantes foram observados por Vaso et al. (2021), que verificaram comportamento homogêneo entre híbridos de milho submetidos a diferentes fertilizantes.

Embora os bioinsumos caseiros, como o extrato de mamona e o biológico de arroz, não tenham mostrado efeitos significativos no desenvolvimento inicial, eles mostraram um potencial promissor quando suas formulações e métodos de aplicação são melhorados, beneficiando a sustentabilidade agrícola. Os resultados mostraram que o fertilizante mineral Mosaic se destacou pela rápida liberação de nutrientes, facilitando o incremento de massa seca pelas plantas.

As cultivares Syngenta S01-VIT 3PR e Dekalb 356-IPRO4 VT-PRO exibiram um comportamento fisiológico comparável, sem variações significativas nas variáveis biométricas analisadas. Esse resultado sugere que, nas condições estudadas, o tipo de adubação tem um impacto maior no desenvolvimento inicial do milho do que a genética.

Supõe-se que o adubo mineral da Mosaic, por apresentar lenta degradação, tenha se fixado no solo de forma mais eficiente, disponibilizando gradualmente os nutrientes necessários para o desenvolvimento do milho. Por outro lado, os bioinsumos por serem líquidos, podem ter sido parcialmente perdidos por lixiviação durante as irrigações, o que pode ter comprometido sua eficácia. Outra hipótese que pode ser destacada é a de que a dosagem dos bioinsumos utilizados foi insuficiente para atender às exigências nutricionais da cultura do milho. Isso é evidenciado pelo fato de que o tratamento controle, sem aplicação de qualquer produto, apresentou resultados semelhantes ao tratamento com o bioinsumo caseiro à base de arroz. Dessa forma, sugere-se que futuras pesquisas avaliem diferentes dosagens e formas de aplicação dos bioinsumos, a fim de verificar sua real eficácia no desenvolvimento da cultura.

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o fertilizante mineral Mosaic se destacou pela rápida liberação de nutrientes, promovendo um crescimento mais robusto, especialmente no que diz respeito à matéria fresca da parte aérea.

Embora os bioinsumos caseiros, como o extrato de mamona e o biológico de arroz, não tenham mostrado efeitos significativos no desenvolvimento inicial, mostraram-se com um potencial promissor diante do cenário presente da sustentabilidade agrícola.

REFERÊNCIAS

- AGROADVANCE. **Produção de milho no Brasil: 131,9 milhões de toneladas**. Blog Agroadvance, 2025.
- ALMEIDA JUNIOR, João José et al. Segunda safra de milho com remineralizador micaxisto em consórcio com fertilizante orgânico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 29979–29991, 2022.
- ALVARENGA, Alessandro. Origem e evolução do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Botânica Agrícola**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 55–68, 2021.
- ARAÚJO, Noemi Cristina de et al. Produção de milho ‘Potiguar’ fertirrigado com água amarela e manipueira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 166–174, 2019.
- ARCANJO, Ana Helena et al. Cultivares e características do grão de milho. **Lúmen e Virtus**, v. 15, n. 43, p. 9131–9147, 2024.
- BEZERRA, Luzineth Lima et al. Avaliação da aplicação de biofertilizantes na cultura do milho. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 3, p. 131–139, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009.
- CHAE, Hye-Seung et al. Efficiency of vitamin C–substrate organo-mineral fertilizer in lettuce. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 5, n. 4, 2018.
- CORRÊA, Gustavo Mendes et al. Use of bioinputs in sustainable agriculture. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v. 19, n. 5, p. 1–22, 2025.
- DA ROCHA, Roniara de Cássia; DA COSTA, Ana Maria Teixeira; LIMA, Valéria de Andrade. Avaliação do potencial de biofertilizante de resíduos de suínos e bovinos em milho. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 135–145, 2016.
- DE ARAÚJO, Carlos André F. B. et al. Bioinsumos no tratamento de sementes de milho. **Ciência e Natura**, 2024.
- DE SOUZA, Gustavo Barbosa et al. Potencial de uso do biofertilizante na agricultura. **Agronegócio e Sustentabilidade**, v. 1, p. 13–29, 2021.
- DINNENY, Jonathan. Root developmental responses to water and salinity. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v. 35, p. 239–257, 2019.
- EMBRAPA. **Bioinsumos ganham força como pilar da sustentabilidade**. Brasília, 2022. Disponível em: [Incluir link de acesso]. Acesso em: 29 nov. 2025.
- EMBRAPA. **Características da planta do milho**. Agência de Informação Tecnológica, 2020. Disponível em: [Incluir link de acesso]. Acesso em: 29 nov. 2025.
- EMBRAPA. **Cultivo do milho**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

FARIA, João Vitor Alves et al. Impact of biological products on soybean seed treatment. **Journal of Seed Science**, 2025.

FERNANDES, Daniel Batista; CAMPOS, Lucas Vieira; VENTURA, Marcelo Vieira Alves. Desempenho da aplicação foliar de nitrogênio em milho. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 14, n. 6, 2025.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: a computer analysis system for fixed-effects designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

FIGUEIREDO, Paulo Gustavo; TANAMATI, Felipe Yukio. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, v. 5, p. 1–4, 2010.

FREITAS, Daniela Souza et al. Bioinsumos e sustentabilidade na agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 3, p. 45–58, 2021.

GARCIA RAMOS, José et al. Cultivo de milho híbrido com macronutrientes, urina humana e manipueira. **Irriga**, v. 25, n. 2, p. 420–431, 2020.

HUANG, Yuxin et al. Exogenous spermidine improves germination in sweet corn seeds. **BMC Plant Biology**, v. 17, n. 1, 2017.

HUNGRIA, Mariangela et al. Micro-organismos promotores de crescimento em culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Microbiologia Agrícola**, v. 12, n. 3, p. 45–59, 2020.

JASKI, Amanda Cristina et al. Zein – a plant-based material. **Industrial Crops and Products**, v. 186, 2022.

KAPPES, Eliane et al. Fatores que influenciam a germinação de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 35, n. 4, p. 20–30, 2013.

KERCHNER, Ana Carolina et al. Corn culture: from first records to harvest. **Colloquium Agrariae**, v. 20, p. 1–11, 2024.

KONZEN, Edmilson Antonio; ALVARENGA, Ricardo Cesar. **Manejo e utilização de dejetos animais**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005.

KROL, Vanessa Mendes. Classificação e usos de cultivares de milho. **Revista Cultivar Plantas**, v. 11, n. 2, p. 88–101, 2025.

LABOURIAU, Luz Geraldo. **A germinação das sementes**. Washington: Monografias Científicas, 1983.

MAESTRE, Carlos Romero et al. Microbial bioinputs in early plant development. **Journal of Agricultural Microbiology**, v. 12, n. 1, p. 15–29, 2024.

MAGALHÃES, Pedro Celso et al. **Fisiologia e desenvolvimento do milho**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.

MAGUIRE, James D. Speed of germination in seedling evaluation. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962.

MAPA. **Bioinsumos e sua regulamentação no Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2021. Disponível em: [Incluir link de acesso]. Acesso em: 29 nov. 2025.

NOGUEIRA, Gabriel Cerqueira et al. **Controle e manejo da cigarrinha-do-milho**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2022.

NUTRIÇÃO DE SAFRAS. **Variedades de milho mais produtivas**. 2025. Disponível em: [Incluir link de acesso]. Acesso em: 29 nov. 2025.

OLIVEIRA, Fernando Henrique. Fases fenológicas do milho e necessidades hídricas. **Manual Técnico de Culturas**, v. 4, p. 22–30, 2021.

ORI, Leticia Machado et al. Biofertilizantes de origem animal no desenvolvimento inicial de plantas. **Revista Brasileira de Recursos Agropecuários**, v. 9, n. 2, p. 110–125, 2022.

OZI, Fátima Zoraide et al. Produção de biofertilizante por biotransformação de resíduos avícolas. **Gestão da Qualidade Ambiental**, v. 32, n. 3, p. 123–134, 2022.

PAIVA, Eder. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

REHAGRO. **Origem do milho no Brasil**. 2025.

RIVA NETO, Daniel Carlos de Oliveira et al. Initial development of corn under nitrogen doses. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 1, 2021.

ROBERTO, Vinicius Martins Oliveira; SILVA, Carlos Duarte; LOBATO, Paulo Norberto. Resposta da cultura do milho a doses de Azospirillum. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010.

SALEEM, Muhammad Arif et al. Plant growth–promoting microorganisms in seed vigor. **Journal of Sustainable Crop Science**, v. 18, n. 4, p. 210–225, 2025.

SILVA, Juliana Maria et al. Bioinsumos na agricultura sustentável. **Asian Journal of Research in Crop Science**, v. 10, n. 2, p. 85–97, 2025.

SILVA, Roberto Henrique et al. Extratos vegetais no crescimento inicial de plântulas. **Revista Brasileira de Fitotecnia**, v. 12, n. 1, p. 44–53, 2022.

STUCHI, João Francisco. **Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade**. Brasília: Embrapa, 2015.

STUDIES PUBLICAÇÕES. Biofertilizantes e biochar: impactos sustentáveis. **Cadernos de Pedagogia**, v. 5, n. 2, 2022.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2024.