



Um Centro Universitário feito com você!

**SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO LTDA. – SOEGAR
CENTRO UNIVERSITÁRIO VÉRTICE – UNIVÉRTIX**

TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA – 2025/01



**COORDENAÇÃO DE CURSO: PROFA. ESP. VINÍCIUS SIGILÃO SILVEIRA
SILVA**

PROFESSORA RESPONSÁVEL: PROFA. M. SC. RENATA APARECIDA FONTES

MATIPÓ, 202

TRABALHOS PRESENTE NESTE VOLUME

AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE ALGAS ASCOPHYLLUM NODOSUM NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO (ZEA MAYS L.) EM DIFERENTES DOSES DE APLICAÇÃO

EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO SILAGEM

EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E FÚLVICAS EM MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA

AValiação DO EXTRATO DE ALGAS *ASCOPHYLLUM NODOSUM* NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO (*ZEa MAYS L.*) EM DIFERENTES DOSES DE APLICAÇÃO

ACADÊMICOS: Lucas Roberto Duelli; Vitor Alves Dutra.

ORIENTADOR: Prof. M.Sc. Felipe Latini de Oliveira.

LINHA DE PESQUISA: Manejo e Tratos Culturais.

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) destaca-se como uma das principais culturas agrícolas brasileiras, sendo essencial para a alimentação e a economia. Com o avanço das tecnologias agrícolas, o uso de extrato de algas *Ascophyllum nodosum* tem ganhado destaque por seu potencial em promover o crescimento vegetal, especialmente nas fases iniciais. Índícios sugerem que sua aplicação pode ocasionar uma melhora na absorção de nutrientes, estimular o desenvolvimento radicular e contribuir para a tolerância ao estresse hídrico. O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes dosagens do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* no crescimento inicial do milho com foco na altura de plantas, desenvolvimento radicular e acúmulo de massa seca. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice – Univértix, em Matipó-MG, utilizando delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos: T1 – sem aplicação; T2 – 250 ml/ha; T3 – 500 ml/ha; e T4 – 750 ml/ha, com quatro repetições e cada repetição constituída de cinco plantas. A aplicação foi realizada via pulverização foliar no estágio V4. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos nas variáveis analisadas, sugerindo a necessidade de novos estudos em condições de campo e com maior número de repetições, visando validar o potencial agrônômico do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* no cultivo do milho.

PALAVRAS-CHAVE: bioestimulante; desenvolvimento radicular; crescimento inicial do milho.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das principais culturas alimentares e fonte de matéria-prima para diversos setores da economia. No Brasil, o grão é cultivado em praticamente todo o território, concentrando principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, onde se destacam os estados do Paraná, Goiás e Mato Grosso liderando como o maior produtor do grão (USDA, 2024).

A capacidade de adaptação a diferentes ecossistemas é um dos motivos pelo grande sucesso de cultura. O desenvolvimento de cultivares híbridas, como de polinização livre e de alto rendimento, incluindo milho convencional e geneticamente modificado, possibilita uma rápida resposta à fertilização e ao seu alto valor

nutricional, utilizado como fonte energética, tanto para seres humanos como para animais domésticos (Souza; Ramalho; Souza, 2014).

Atualmente, o aumento da produtividade da lavoura vem sendo um dos objetivos procurados pelos agricultores, ainda mais diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, pela escassez de recursos naturais e pela necessidade de práticas agrícolas sustentáveis. Nesse cenário, o uso de bioestimulantes tem sido uma estratégia promissora visando ao desempenho fisiológico, elevar a produtividade e aumentar a resistência a estresses abióticos das plantas cultivadas (Souza *et al.*, 2023).

O extrato de algas *Ascophyllum nodosum* é extraído de espécies de algas marinhas encontradas nas costas do Atlântico Norte. Vem sendo um dos principais bioestimulantes utilizados na agricultura, devido aos benefícios que promove ao desenvolvimento e crescimento das plantas (Souza *et al.*, 2023).

No extrato são encontrados vários compostos bioativos, incluindo polissacarídeos, hormônios vegetais, como auxinas, giberelinas e citocininas, aminoácidos, vitaminas, minerais e oligoelementos. Indícios sugerem que sua aplicação pode ocasionar uma melhora na absorção de nutrientes, estimular o desenvolvimento radicular e contribuir para a tolerância ao estresse hídrico (Agroadvance, 2023).

Apesar do crescente interesse pelo uso do produto, ainda se fazem necessários estudos mais aprofundados sobre sua eficácia em diferentes doses e em culturas específicas, como por exemplo o milho. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes dosagens do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* no crescimento inicial do milho com foco na altura de plantas, desenvolvimento radicular e acúmulo de massa seca.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 História e Importância do Milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas agrícolas mais antigas e de grande importância no mundo. Acredita-se que tenha sido domesticado há cerca de 9.000 anos pelos povos indígenas da região que hoje corresponde ao México (Li, 2024). A partir de então, o milho se espalhou pelo mundo, tornando-se atualmente um dos principais cereais cultivados globalmente.

No Brasil, o milho tem um papel essencial na agricultura e na economia, sendo amplamente cultivado em todas as regiões do país. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), para a safra 2024/25 a expectativa é que sejam cultivados cerca de 21.002,1 mil hectares, 0,2% inferior ao registrado na última safra, mas uma produção de 119,7 milhões de toneladas, 3,5% maior em comparação ao ciclo passado. O país está entre os maiores produtores e exportadores mundiais do grão, sua importância vai além da alimentação humana, pois é utilizado como ração animal, matéria-prima para biocombustíveis e diversos produtos industriais (Embrapa, 2023).

2.2 Diferença entre fertilizantes, biofertilizantes e bioestimulantes

Fertilizantes são produtos que fornecem diretamente nutrientes essenciais, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), sendo fundamentais para suprir deficiências do solo e garantir o crescimento das culturas (Martins *et al.*, 2024).

Biofertilizantes contêm microrganismos vivos, como bactérias e fungos, que atuam de forma indireta, promovendo a disponibilidade de nutrientes por meio de processos como fixação biológica de nitrogênio e solubilização de fósforo. Eles contribuem para a sustentabilidade e podem reduzir significativamente a necessidade de fertilizantes químicos (Souza *et al.*, 2021).

Bioestimulantes, por sua vez, não têm como função principal fornecer nutrientes ou microrganismos, mas sim estimular processos fisiológicos da planta, como o crescimento radicular, a resistência ao estresse abiótico e o aumento da eficiência no uso de nutrientes (Mendes *et al.*, 2023). São compostos por substâncias como extratos de algas, aminoácidos e ácidos húmicos (Mendes *et al.*, 2023).

2.3 A influência do uso de precursor hormonal no cultivo do Milho

Há necessidade de estudos que buscam compreender de que maneira os precursores hormonais influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, impactando aspectos como a produtividade, a resistência a condições ambientais adversas e o equilíbrio nutricional (Mendes *et al.*, 2023).

Além disso, investiga-se como esses produtos podem promover melhorias na saúde do solo, favorecendo a estrutura, a retenção de nutrientes e a biodiversidade microbiana, o que, por sua vez, contribui para um sistema de produção agrícola mais

eficiente. A interação com a microbiota do solo, incluindo o estímulo de microrganismos benéficos, pode desempenhar um papel importante na melhoria da saúde radicular e na proteção contra patógenos, elevando o potencial produtivo das culturas de maneira abrangente e ecológica (Mendes *et al.*, 2023).

2.4 Melhoria do Desenvolvimento e Produção das Plantas

Os bioestimulantes favorecem o crescimento vegetativo, promovem o aumento da altura das plantas, do diâmetro do caule, do número de folhas verdadeiras e da área foliar. Além disso, podem estimular a produção de hormônios naturais, como auxinas e giberelinas, que influenciam de maneira benéfica o desenvolvimento geral das plantas (Nogueira *et al.*, 2021).

A aplicação desses produtos contribui para o desenvolvimento do sistema radicular, ampliando o tamanho e o volume das raízes, que resulta em plantas mais saudáveis e vigorosas (Santos *et al.*, 2019). Esse efeito também melhora a capacidade de absorver água e nutrientes, proporcionando uma maior resistência a estresses ambientais (Agroadvance, 2023).

O uso de extrato de algas potencializa a produtividade das culturas, como foi demonstrado em um estudo de milho convencional e milho doce, em que se observou um aumento no número de fileiras e no diâmetro das espigas (Silva *et al.*, 2022). Além disso, contribuiu para uma maturação mais uniforme e para uma melhor qualidade dos grãos, resultando em uma colheita mais eficiente e lucrativa.

2.5 Resistência ao Estresse

Em situações de estresse hídrico, a aplicação de bioestimulantes pode ajudar a diminuir os efeitos adversos do déficit hídrico, reduzindo os impactos negativos no desenvolvimento vegetal e promovendo maior resiliência. No entanto, a eficácia dessa intervenção pode variar dependendo das condições específicas de cultivo, como a disponibilidade de nutrientes e o tipo de solo (Galvão *et al.*, 2019).

No contexto de estresse salino, precursores hormonais derivados de algas marinhas têm se mostrado eficazes para diminuir os efeitos nocivos da salinidade. Esses compostos possibilitam uma melhor capacidade fotossintética das plantas, uma redução na taxa de transpiração. Com isso se tem uma perda menor de água e uma melhoria na eficiência no uso dos recursos hídricos (Figueiredo *et al.*, 2021).

Já em relação ao estresse térmico, os bioestimulantes podem contribuir para o desenvolvimento inicial das plântulas, tendo uma melhor taxa de sucesso na germinação e reduzindo os efeitos adversos sobre o crescimento das raízes. Isso possibilita um melhor estabelecimento das plantas em condições de alta temperatura, oferecendo suporte ao desenvolvimento de um sistema radicular mais robusto e à sobrevivência em ambientes com temperaturas elevadas (Carvalho *et al.*, 2013).

2.6 Aplicação e Dosagem

A eficiência desse produto está relacionada diretamente à dose aplicada. É fundamental determinar a dosagem ideal para cada tipo de cultivo, uma vez que tanto a subdose quanto a sobredosagem podem comprometer a eficiência do produto e o desenvolvimento das plantas (Silva *et al.*, 2022).

A interação entre precursores hormonais e micronutrientes pode gerar efeitos sinérgicos significativos no desenvolvimento das plantas. Estudos demonstram que a combinação de bioestimulantes com elementos como zinco, manganês e ferro pode promover melhorias no enraizamento, na fotossíntese e na resistência a estresses ambientais. Um exemplo claro dessa sinergia foi observado em mudas de *Acacia mangium*, que apresentaram crescimento superior e maior vigor quando tratados com essa combinação (Alves *et al.*, 2019).

No entanto, o custo inicial da aplicação de precursores hormonais deve ser considerado. O preço do produto pode ser um fator limitante para pequenos produtores. Ainda assim, a economia com insumos e uma maior resistência das plantas a fatores ambientais adversos podem compensar esse investimento ao longo do ciclo produtivo (Brasil, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação do tipo de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa experimental, que é a forma mais utilizada em pesquisas científicas, devido a sua capacidade de estabelecer relações causais entre variáveis. Ela é composta principalmente pela determinação do assunto de estudo, seleção das variáveis que a influenciam e a criação de um método de observação e controle dos efeitos das variáveis sobre o assunto (Gil, 2022). A pesquisa experimental se distingue pela manipulação ativa das variáveis independentes,

permitindo que o pesquisador observe seus efeitos diretos sobre as variáveis dependentes (Gil, 2022).

3.2 Delimitação do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice - Univértix, campus Matipó, no decorrer dos meses de fevereiro a abril de 2025, nas coordenadas geográficas de latitude 20°16'13.19"S e longitude 42°21'19.61"O.

3.3 Crescimento das plantas

O experimento foi realizado com a cultivar de milho híbrido Biomatriz® GLYFOS RR, comumente utilizada na região para a produção de silagem. Para a produção das mudas, foi utilizado latossolo vermelho, proveniente da própria Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice - Univértix, campus Matipó, com análise prévia do solo, de acordo com a recomendação para o estado de Minas Gerais (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999) e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da análise química do solo utilizado como substrato para avaliação de plântulas de milho.

pH	MO	P ⁽¹⁾	K	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽²⁾	Al ⁽²⁾	H+A1	SB	T	V
H ₂ O	dag/Kg	mg/dm ³				cmolc/dm ³				%
6,72	2,63	3,62	109,75	5,53	1,60	0,00	1,90	7,41	9,31	79,59

MO – Matéria Orgânica (Colorimetria); P – Fósforo; K – Pótássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; SB – Soma de Bases Trocáveis; T - Capacidade de troca Catiônica a pH7 ; V - Índice de Saturação em Bases

(1): Extrator Mehlich 1;

(2) - Mg- Al- Extrator: KCL - 1 mol/L

Fonte: Análise laboratório de análise de solos localizado em Manhuaçu-MG, 2024.

O plantio foi realizado em sacos plásticos de polietileno perfurados para mudas, com dimensões de 20 cm de diâmetro, 35 cm de altura e 0,10 mm de espessura, que foram preenchidos totalmente com terra coada em peneira de inox de 3,5 mm, eliminando qualquer tipo de impureza que interferisse no crescimento radicular das plantas de milho. Durante o processo não se utilizou adubo, para avaliar apenas os efeitos do extrato de algas.

A primeira irrigação dos saquinhos ocorreu logo após o plantio, utilizando um regador de mão. A quantidade de água foi regulada conforme a necessidade, garantindo condições ideais de desenvolvimento por meio da aplicação padronizada para todos os blocos, respeitando a capacidade de campo do solo para garantir uma irrigação homogênea em todos os tratamentos.

A profundidade de plantio varia de 3 a 7 cm, conforme o tipo de solo, sendo escolhida a profundidade intermediária de 5 cm (Cruz *et al.*, 2011). Cada saquinho recebeu a semeadura de 3 sementes, quando as plântulas apresentaram de três a quatro folhas expandidas, foi feito o desbaste de duas plantas e manteve apenas uma por saquinho (Quadros *et al.*, 2014).

3.3 Tratamentos

Foi utilizado o produto de nome comercial Accelera®, derivado do extrato de alga *Ascophyllum nodosum*, aplicado por pulverização no estágio V4 (4 folhas definitivas), utilizando-se um volume de calda de 200 L/ha, conforme a recomendação comercial do fabricante.

Para a aplicação, preparou-se a calda de forma reduzida, na proporção de 1/10, o que equivale a 20 litros de calda. A mistura foi realizada em um galão de água mineral com capacidade de 20 litros, garantindo a correta diluição do produto.

Os tratamentos definidos para o experimento foram: **T1**, que foi o grupo testemunha e não recebeu aplicação do bioestimulante; **T2**, com aplicação de 250 ml/ha de *Ascophyllum nodosum*; **T3**, com aplicação de 500 ml/ha de *Ascophyllum nodosum*; e **T4**, com aplicação de 750 ml/ha de *Ascophyllum nodosum*.

A solução do bioestimulante foi preparada de acordo com a dosagem estipulada para cada tratamento, de acordo a redução proporcional de 1/10 do volume recomendado. Dessa forma, as doses aplicadas foram ajustadas para:

T1: testemunha, sem uso do produto

T2: 250 ml/ha → 25 ml em 20 L de calda

T3: 500 ml/ha → 50 ml em 20 L de calda

T4: 750 ml/ha → 75 ml em 20 L de calda

A calda já preparada foi administrada com um borrifador manual de 500 ml, assegurando que a solução fosse distribuída de maneira uniforme por toda a parte aérea das plantas do experimento. O procedimento foi feito no dia 28 de fevereiro, no final da tarde, com temperatura amena, para minimizar a evaporação e promover uma maior absorção do produto pelas folhas.

3.4 Variáveis Avaliadas

Aos 45º. dia, após a semeadura, foram aferidas as variáveis do crescimento vegetativo, diâmetro do caule, desenvolvimento radicular, peso da matéria verde (MV) e seca (MS) da parte aérea e da raiz de cada planta avaliada.

Para o crescimento vegetativo, mediu-se a altura das plantas, determinada desde o nível do solo até o ponto de inserção da última folha emergida, utilizando uma trena métrica. O diâmetro do caule foi aferido com o uso de um paquímetro na base das plantas na altura de 1,0 cm do solo.

As plantas tiveram suas raízes lavadas em água corrente, até não restar nenhum agregado de solo. Após a lavagem, foi aferido o comprimento da raiz em centímetros (cm) com o auxílio de uma trena métrica. Posteriormente, foram levadas ao laboratório do Centro Universitário Vértice - Univértix, campus Matipó, onde foram determinadas a massa fresca da raiz e da parte aérea, em gramas (g), utilizando uma balança analítica com precisão de 0,001 g.

Para determinar o peso da matéria seca (MS) da parte aérea e da raiz, as plantas de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e submetidas à secagem em estufa de ar forçado a 65 ± 3 °C até atingirem peso constante (Rosa *et al.*, 2007). Os resultados foram expressos em gramas (g) por planta.

3.5 Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos em quatro blocos e quatro repetições, cada repetição foi constituída de cinco plantas. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do *Microsoft Excel*, a fim de verificar a significância estatística entre os tratamentos e o uso da Regressão linear.

4. RESULTADOS

Na Tabela 2, observa-se os resultados da análise de variância de cada variável avaliada no experimento, em que não foram encontrados resultados significativos em nenhuma variável.

Tabela 2 - Resultados da análise de variância (ANOVA) de cada variável analisada no experimento.

Variáveis	Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
	Dosagens	1199,5	3	399,83	1,499444	0,279832	3,862548

APA	Resíduo	2399,889	9	266,65			
	Total	4150,44	15				
DC	Dosagens	12,35417	3	4,118056	1,260808	0,344832	3,862548
	Resíduo	29,39583	9	3,266204			
	Total	46,9375	15				
CR	Dosagens	12734,31	3	4244,769	0,990619	0,440048	3,862548
	Resíduo	38564,69	9	4284,966			
	Total	56738,64	15				
MVPA	Dosagens	12734,31	3	4244,769	0,990619	0,440048	3,862548
	Resíduo	38564,69	9	4284,966			
	Total	56738,64	15				
MSPA	Dosagens	2115,639	3	705,213	0,562868	0,65293	3,862548
	Resíduo	11276,03	9	1252,892			
	Total	14900,42	15				
MVR	Dosagens	32,25	3	10,75	0,823599	0,513142	3,862548
	Resíduo	117,4722	9	13,05247			
	Total	185,3056	15				
MSR	Dosagens	32,25	3	10,75	0,823599	0,513142	3,862548
	Resíduo	117,4722	9	13,05247			
	Total	185,3056	15				

APA – Altura da parte aérea; DC – Diâmetro do caule; CR – Comprimento da Raiz; MVPA – Matéria Verde da Parte Aérea; MSPA – Matéria Seca da Parte Aérea; MVR – Matéria Verde da Raiz; MSR – Matéria Seca da Raiz; SQ – Soma dos quadrados; gl – Graus de liberdade; MQ – Média quadrática; F – Estatística F; Valor-P – Probabilidade associada à estatística F; F crítico – Valor crítico de F.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 3, demonstra as médias obtidas no experimento.

Tabela 3 – médias das variáveis obtidas no experimento.

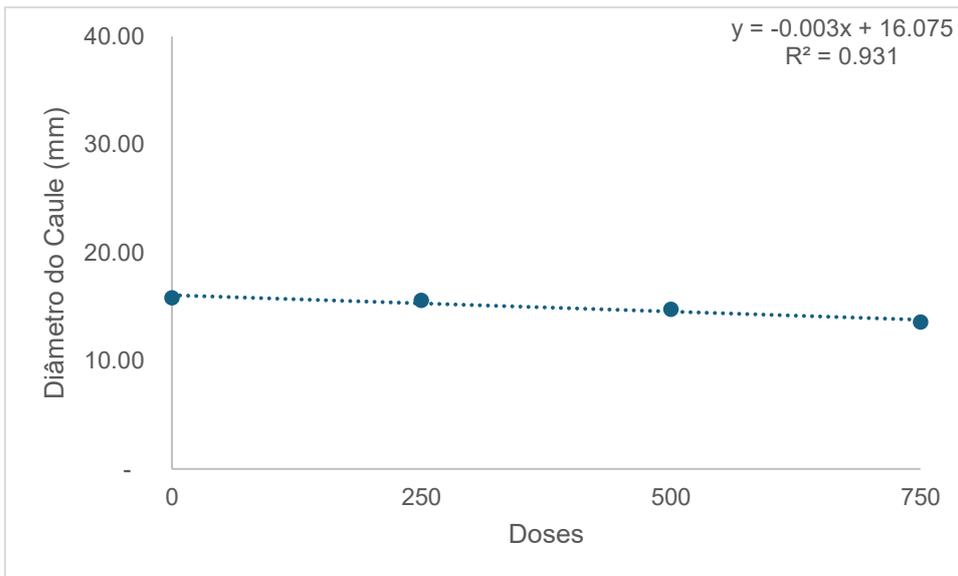
Dose (ml)	APA	DC	CR	MVPA	MSPA	MVR	MSR
0	93,00	15,83	40,83	165,33	59,00	9,67	4,17
250	106,25	15,58	40,42	188,33	48,67	15,00	7,42
500	97,25	14,75	42,50	155,50	38,83	14,17	6,42
750	82,17	13,58	44,33	110,67	28,00	9,17	4,17

APA – Altura da parte aérea; DC – Diâmetro do caule; CR – Comprimento da Raiz; MVPA – Matéria Verde da Parte Aérea; MSPA – Matéria Seca da Parte Aérea; MVR – Matéria Verde da Raiz; MSR – Matéria Seca da Raiz.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 1 mostra que o aumento da dose do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* não proporcionou ganhos evidentes no diâmetro do caule. Foi verificado que houve uma leve tendência de redução com as doses mais altas, indicando possível efeito negativo em concentrações elevadas.

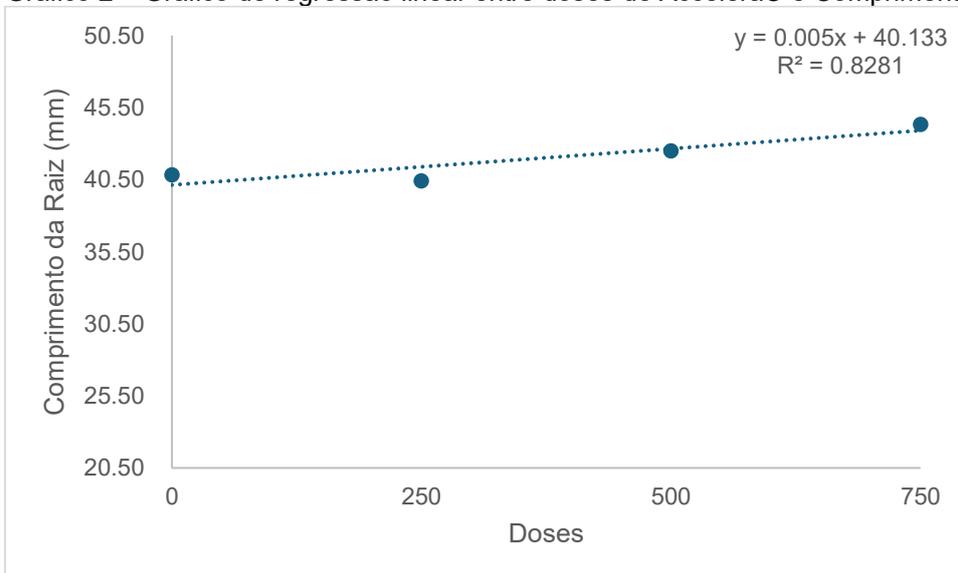
Gráfico 1 – Gráfico de regressão linear entre doses de Accelera® e Diâmetro do Caule.



Fonte: Dados da pesquisa.

No Gráfico 2, o comprimento da raiz variou pouco entre as doses, com uma leve tendência de aumento. No entanto, essa variação não foi significativa, sugerindo que o bioestimulante teve efeito discreto nessa variável.

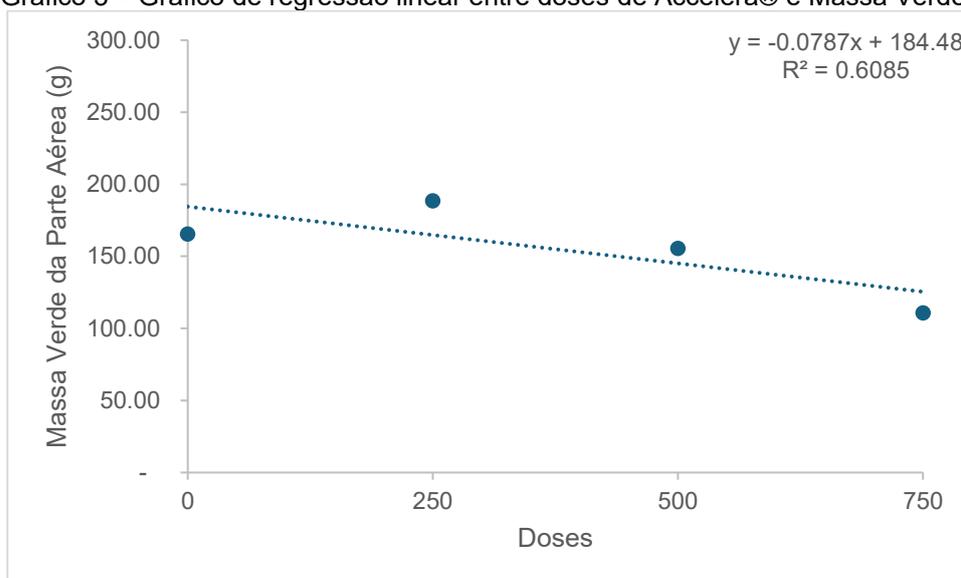
Gráfico 2 – Gráfico de regressão linear entre doses de Accelera® e Comprimento da Raiz.



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 3 mostra que a dose de 250 ml/ha apresentou os maiores valores de massa verde, com queda nas doses mais altas.

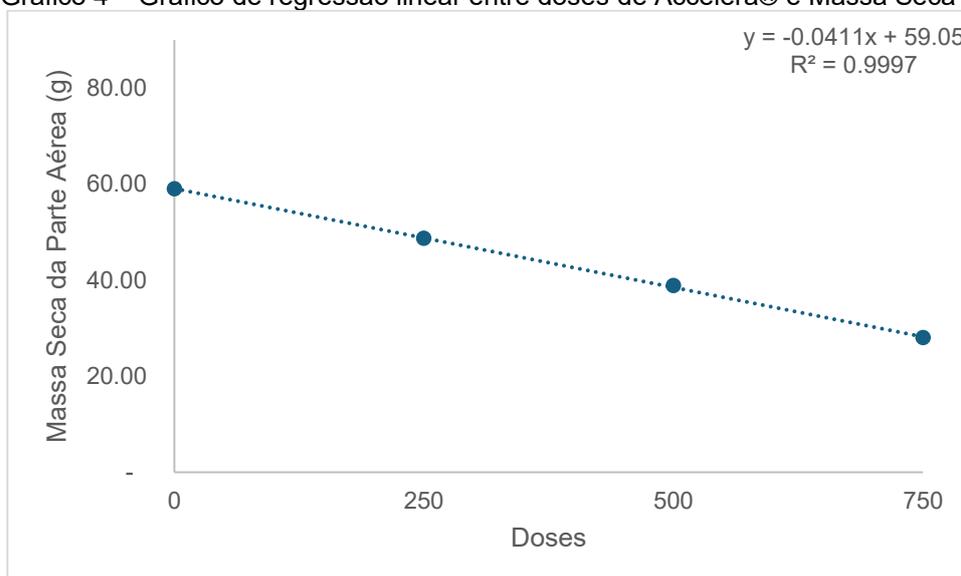
Gráfico 3 – Gráfico de regressão linear entre doses de Accelera® e Massa Verde da Parte Aérea.



Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 4 mostra que a massa seca foi maior na testemunha e na dose de 250 ml/ha, com declínio conforme as doses aumentaram.

Gráfico 4 – Gráfico de regressão linear entre doses de Accelera® e Massa Seca da Parte Aérea.



Fonte: Dados da pesquisa.

5. DISCUSSÃO

O estudo buscou entender como diferentes doses do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* influenciam o desenvolvimento inicial do milho. No entanto, os resultados não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos para

nenhuma das variáveis analisadas, como altura da planta, diâmetro do caule, comprimento das raízes e massas verde e seca da parte aérea e das raízes.

A aplicação do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* pode ter promovido a ativação de vias metabólicas relacionadas ao crescimento, ainda que a resposta não tenha sido suficiente para alcançar significância estatística no experimento. Isso pode estar relacionado a fatores como condições ambientais, uniformidade do substrato ou a curta duração do experimento. Como apontam Galvão *et al.*, (2019), o efeito de bioestimulantes pode ser mais evidenciado sob estresses ambientais como em déficit hídrico ou salinidade que não estavam presentes no experimento, realizado sob irrigação controlada.

Outro fator a considerar é a possibilidade de efeito de sobrecarga hormonal nas doses mais elevadas (500 e 750 ml/ha). Estudos como os de Nogueira *et al.*, (2021) indicam que o excesso de bioestimulantes pode gerar desbalanços hormonais, levando a efeitos adversos ou inibição do crescimento vegetal. Essa hipótese ganha força ao se observar a queda nos valores médios das variáveis a partir da dose de 500 ml/ha, o que sugere que o uso de doses mais altas possa ser desvantajoso.

Ademais, outros trabalhos mostram que respostas ao uso de bioestimulantes podem ser dependentes do genótipo, tipo de solo, condições climáticas e interação com a microbiota do solo (Mendes *et al.*, 2023). Assim, torna-se recomendável que novos experimentos sejam conduzidos com diferentes cultivares, em diferentes ambientes e épocas do ano, preferencialmente com maior número de repetições e em condições de campo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos nas variáveis analisadas.

Esses resultados sugerem a necessidade de novos estudos em condições de campo e com maior número de repetições, visando a validar o potencial agrônomo do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* no cultivo do milho.

REFERÊNCIAS

AGROADVANCE. **Bioestimulantes: o que são, como funcionam e seus benefícios.** Ano 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-bioestimulantes/>. Acesso em: 23 nov. 2024.

ALVES, N. F.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. L.; SIMON, C. A.; DAMIS, P. P. V. Biostimulant and micronutrient applications in the production of *Acacia mangium* seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**, [s.l.], v. 38, n. 5, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1513>. Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produtores rurais buscam bioinsumos para reduzir custo da produção e aumentar rentabilidade.** Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/produtores-rurais-buscam-bioinsumos-para-reduzir-custo-da-producao-e-aumentar-rentabilidade>. Acesso em: 11 maio 2025.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Grãos Safra 2024/25 1º Levantamento.** Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/1o-levantamento-safra-2024-25/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 16 mar. 2025

CARVALHO, T. C.; SILVA, S. S.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M.; MÓGOR, Á. F. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 3-9, 2013. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16298>. Acesso em: 16 mar. 2025.

CRUZ, J. C.; CAMPANHA, M. M.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; PIMENTEL, M. A. G.; GONTIJO NETO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COSTA, R. V.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, V. A. V. *Boas práticas agrícolas: milho.* **EMBRAPA Milho e Sorgo**, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/908225/1/doc119.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.

EMBRAPA. Milho no Brasil. **Portal Agropensa**, Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/agro-em-dados/agricultura/milho>. Acesso em: 04 jul. 2025.

FIGUEIREDO, F. R. A.; NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; LEAL, M. P. S.; MELO, M. F.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. Impact of biostimulant and saline water on cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in Brazil. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, [s.l.], v. 27, n. 9, p. 2141-2150, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34629784/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

GALVÃO, Í. M.; SANTOS, O. F.; SOUZA, M. L. C.; GUIMARÃES, J. J.; KÜHN, I. E.; BROETTO, F. Biostimulants action in common bean crop submitted to water deficit.

Agricultural Water Management, [s.l.], v. 225, p. 105762, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377419309746>. Acesso em: 17 nov. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 02 out. 2024.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2, p.209-218, mar.-abr., 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/v4RGqXhxKtJzkKRtGTh7RDj/?lang=pt> Acesso em: 28 de fev. 2025.

Li, J.S. The spread of maize from Southern Mexico: genetic and archaeological perspectives. **Maize Genomics and Genetics**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 80–92, abr. 2024. Disponível em: <https://cropscipublisher.com/index.php/mgg/article/view/3946>. Acesso em: 16 mar. 2025.

MARTINS, E. D. S., Theodoro, S. H., Bernardez, F. F. G., Luchese, A. V., Bergmann, M., Siqueira, D. S., ... & Curtis, J. C. D. Produção brasileira de remineralizadores. **Revista de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1–15, 2024. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/25252/1/martins_et_al_producao_brasileira_remineralizadores.pdf. Acesso em: 4 jul. 2025.

MENDES, M. S.; OLIVEIRA, J. F.; SOUZA, A. G.; LIMA, M. L. A. A multi-attribute approach to evaluate soil fertility in maize cultivation. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v. 14, p. 1214112, 2023. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1156510>. Acesso em: 16 mar. 2025.

NOGUEIRA, M. S.; MATIAS, S. S. R.; EVANGELISTA, T. Y. L.; BARROS, B. A. A.; PEREIRA, G. A.; SOUSA, G. B. de. Growth and initial development of passion fruit plants in different concentrations of biostimulants. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v. 12, e3525, 2021. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3525>. Acesso em: 17 nov. 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: SBCS, 1999.

ROSA, S. D. V. F.; MELO, L. Q.; VEIGA, A. D.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, C. A. S.; AGUIAR, V. A. Formação de mudas de *Coffea arabica* L cv Rubi utilizando sementes ou frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31, n.2, p.349-356, mar./abr., 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Tm9mC9RsXbmfkGmcDczJFHS/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 28 fev. 2025.

SANTOS, D. G.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; OLIVEIRA, L. C. A.; RABELO, H. O.; MERA, L. P.; ROCHA, A. M. Germination and early development of corn seeds under the influence of plant growth regulator. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, [s./], v. 17, n. 1, p. 1-6, 2019. Disponível em: <https://journaljaeri.com/index.php/JAERI/article/view/321>. Acesso em: 17 nov. 2024.

SILVA, H. D. L.; SILVA, A. V.; SILVA, J. H. B.; SILVA, E. S.; SANTOS NETO, J. F.; SOARES, M. M.; SILVA, C. M.; MIELEZRSKI, F. Maize yield under fertilization with bio-stimulants, sulfur, and zinc in the state of Paraíba, Brazil. **Journal of Agricultural Studies**, [s./], v. 9, n. 2, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/18529>. Acesso em: 17 nov. 2024.

SOUZA, G. B. de; SILVA, J. E. V. C. da; SILVA, B. K. S. da; SOUZA, E. P. de; FERREIRA, L. E. Potencial de uso do biofertilizante na agricultura: uma revisão integrativa. In: AGRONEGÓCIO E SUSTENTABILIDADE: métodos, técnicas, inovação e gestão. **Editora Científica Digital**, [s./]. p. 14–25, 2021. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/211106706.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2024.

SOUZA, M. H.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, supl., p. 819-828, dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/N8fCSz8xJw7gy98s8nkTqmJ>. Acesso em: 17 nov. 2024.

SOUZA, L. P.; FRANCO JÚNIOR, K. S.; RIBEIRO, V. M.; BRIGANTE, G. P. Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* na cultura do milho. **Research Society and Development**, [s./], v. 12, n. 2, fev. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/368295747_Bioestimulante_Ascophyllum_nodosum_na_cultura_do_milho. Acesso em: 15 set. 2024.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Brazil Corn Area, Yield and Production**. Ano 2024. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Corn>. Acesso em: 15 set. 2024.

EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E FÚLVICAS EM MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA

ACADÊMICAS: Isadora de Lima Teixeira e Kamilla Pires Vitor

ORIENTADOR: Prof. Felipe Latini de Oliveira

LINHA DE PESQUISA: Linha 3 - Fitotecnia

RESUMO

O café, especialmente a espécie arábica, é uma das principais commodities agrícolas do Brasil, com Minas Gerais sendo o maior produtor do país. A qualidade das mudas de café é essencial para o sucesso da cultura, influenciando diretamente o desenvolvimento e a produtividade das lavouras. O uso de biofertilizantes a base de ácidos húmicos e fúlvicos, tem se mostrado eficaz no aprimoramento das características fisiológicas e morfológicas das plantas, favorecendo o crescimento radicular e a resistência ao déficit hídrico. Este trabalho visa avaliar a eficiência do uso de substâncias húmicas e fúlvicas na produção de mudas de café arábica, testando diferentes doses do produto para analisar seu efeito no crescimento foliar, radicular, e nas características físicas das plantas, como massa fresca e seca, comprimento do sistema radicular e número de pares de folhas. Trata-se de uma pesquisa experimental, de abordagem quantitativa, realizada dentro de uma área de produção de mudas, na fazenda experimental do Centro Universitário Vértice - Univértix. A análise dos dados indicou que o principal efeito do biofertilizante foi um aumento significativo na massa fresca radicular. Este resultado é um indicativo de que o produto atuou positivamente na capacidade de absorção de água e turgor das raízes, um estágio que precede o acúmulo de biomassa e é vital para o estabelecimento inicial da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: café arábica; substâncias húmicas; crescimento radicular.

1 INTRODUÇÃO

O café exerce uma função essencial na economia do Brasil, sendo um dos principais produtos do setor agrícola destinados à exportação. Além de contribuir de forma expressiva para o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio, a cafeicultura é responsável por gerar milhões de empregos em todo o país. A cadeia produtiva do café abrange desde o cultivo até o beneficiamento e a comercialização, envolvendo uma ampla rede de trabalhadores e empresas (Santos, 2024).

Dentre as espécies, o arábica se sobressai como o mais relevante, com previsão de colheita de aproximadamente 42,11 milhões de sacas na safra de 2024, conforme dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024a). Esse aumento reflete a melhoria constante na produtividade das áreas de cultivo de café no Brasil. Para a safra de 2024, espera-se uma expansão de 2,2% na

área plantada, além de uma produtividade média de 27,7 sacas por hectare, o que representa um crescimento de 5,9% em relação à produção de 2023 (CONAB, 2024A). Em Minas Gerais, a cafeicultura é o símbolo da agricultura do estado, sendo o estado considerado o maior produtor de café do país, onde no ano de 2022, os mineiros colheram em média de R\$21,6 milhões de sacas, o que corresponde à metade da safra nacional e 70% do café arábica produzido no Brasil (Freitas, 2023).

Para o sucesso de qualquer cultura agrícola, o primeiro passo fundamental é a obtenção de mudas saudáveis, com elevada qualidade física e sanitária. Em culturas perenes, como o café, a escolha criteriosa das mudas é essencial para garantir que a lavoura atinja seu máximo potencial produtivo (Rios, 2020).

Destaca-se o uso de ácido húmico e ácido fúlvico, compostos que atuam como bioestimulantes, aumentando a biomassa e favorecendo o desenvolvimento de raízes e pelos radiculares no qual permite que as plantas explorem o perfil do solo de maneira mais eficiente, absorvendo maior quantidade de água e nutrientes (Olaetxea *et al.*, 2019). Além disso, essas substâncias contribuem para melhorar as condições de tolerância das plantas em situações de déficit hídrico, aumentando sua resistência e resiliência (Paiva, 2020).

A turfa tem se mostrado um substrato eficaz no desenvolvimento de mudas de café, devido à sua alta capacidade de retenção de água, boa aeração e riqueza em matéria orgânica. Esses atributos proporcionam um ambiente favorável para o enraizamento e o crescimento inicial das plantas, promovendo maior uniformidade e vigor das mudas. Além disso, a turfa contribui para a estabilidade do pH e facilita a absorção de nutrientes essenciais, fatores cruciais para a formação de mudas saudáveis e bem estabelecidas. Por essas razões, seu uso é amplamente recomendado em viveiros de café, especialmente nas fases iniciais de crescimento (Moura *et al.*, 2024).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do uso de substâncias húmicas e fúlvicas na produção de mudas de café arábica (*Coffea arabica*), por meio da aplicação e avaliação de diferentes doses do produto, visando determinar seus efeitos sobre características morfológicas e fisiológicas das plantas, incluindo crescimento foliar e radicular, massa fresca e seca, e diâmetro do caule.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Café

O café ocupa a posição de segunda bebida mais consumida globalmente, ficando atrás apenas da água. De acordo com dados da Organização Internacional do Café (OIC), entre outubro de 2021 e setembro de 2022, a produção mundial atingiu cerca de 170,83 milhões de sacas de 60 kg, enquanto o consumo global ficou em torno de 164,9 milhões de sacas no mesmo período (Freitas, 2023).

No ano de 2025, mesmo sendo caracterizado pela bienalidade negativa, a colheita de café na safra tem previsão de aumento de 2,7% em comparação com o volume obtido na temporada anterior, podendo alcançar 55,7 milhões de sacas. Caso esse número se confirme ao final do ciclo, representará o maior volume já registrado em um ano de baixa bienalidade, superando em 1,1% a colheita de 2023 (Custódio *et al.*, 2023; Albuquerque, 2024).

Em 2021, os principais estados brasileiros responsáveis pela produção de café foram Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná, e juntos, esses estados alcançaram uma produção total estimada em 49,2 milhões de sacas, cultivadas em uma área de aproximadamente 1,8 milhão de hectares (Albuquerque, 2024).

A espécie arábica é conhecida por apresentar um sabor mais suave, naturalmente adocicadas, sendo tais características que está relacionada à maior presença de açúcares em seus grãos, especialmente quando comparado ao café robusta (Custódio *et al.*, 2023).

A instalação de uma plantação de café arábica ocorre, principalmente, por meio de mudas provenientes de sementes, que constituem o recurso essencial nesse processo. Para garantir o sucesso na produção de uma lavoura de café arábica, é fundamental que as sementes apresentem boa qualidade tanto fisiológica quanto sanitária. Além disso, é crucial que as sementes e mudas sejam adquiridas de produtores confiáveis, devidamente registrados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASSEM), e supervisionados pelos órgãos competentes durante todas as fases de produção e comercialização (Knupp *et al.*, 2024).

2.2 Mudanças de qualidade

A fase de formação das mudas é considerada essencial para o sucesso do plantio, uma vez que influencia diretamente a taxa de sobrevivência e o estabelecimento das plantas em campo, especialmente diante de condições ambientais desfavoráveis. Mudas que apresentam um sistema radicular bem

desenvolvido e crescimento vigoroso tendem a se adaptar mais rapidamente ao ambiente definitivo, resultando em menor necessidade de replantio e maior uniformidade do estande (Moura *et al.*, 2024).

A aquisição de mudas de qualidade é um dos principais fatores para o sucesso na formação de uma lavoura cafeeira produtiva, além de contribuir para a redução dos custos com replantio. Para isso, é essencial que os viveiristas produzam mudas saudáveis e vigorosas, especialmente considerando que se trata de uma cultura perene, como o cafeeiro (Favarin *et al.*, 2003; Olaetxea *et al.*, 2019).

As mudas de café arábica precisam de cuidados especiais em relação à nutrição, ao crescimento e ao manejo para se desenvolverem de forma saudável e forte. Para crescer bem, as plantas precisam de uma quantidade equilibrada de nutrientes grandes (como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e pequenos (como ferro, zinco e boro). Esses nutrientes são importantes para as raízes, as folhas e para ajudar as plantas a resistirem a problemas. As mudas precisam de boas condições para crescer. Isso inclui luz adequada, temperatura entre 20 °C e 28 °C, umidade moderada e boa ventilação do solo. Essas condições ajudam na fotossíntese e previnem a falta de água. Para conseguir mudas de boa qualidade, é importante escolher sementes ou estacas que sejam boas, usar substratos bem preparados, ter controle na irrigação e cuidar das plantas de forma correta. Isso ajuda a garantir que as mudas sejam uniformes, tenham um bom sistema de raízes e estejam prontas para o transplante (Viqui *et al.*, 2016).

2.3 Ácidos húmicos

O uso de substâncias húmicas em mudas de café contribui diretamente para o aumento da produtividade, pois melhora a capacidade de absorção de água e nutrientes, além de potencializar a resistência da planta a estresses bióticos e abióticos. Essas substâncias favorecem o crescimento das raízes das mudas, o que facilita a exploração mais eficiente do solo (Santos, 2024).

Estresses abióticos referem-se a condições ambientais adversas, como temperaturas extremas e escassez de água, que prejudicam o desenvolvimento das plantas. Já os estresses bióticos resultam em interações com outros seres vivos, como herbívoros, patógenos e a competição por recursos. No entanto, ainda é necessário investigar mais profundamente os mecanismos pelos quais as substâncias húmicas

influenciam o crescimento, as características fisiológicas e bioquímicas das plantas (Santos, 2024).

Os efeitos mais frequentemente mencionados dos ácidos húmicos nas plantas estão associados ao sistema radicular, abrangendo a formação de raízes laterais e adventícias, o alongamento radicular e a geração de pelos radiculares. Esses fatores contribuem para o aumento da massa radicular e da área de contato das raízes, resultando em uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes pela planta (Olaetxea *et al.*, 2019).

Uma das principais vantagens das substâncias húmicas é sua capacidade de influenciar diretamente o aumento da produtividade nas culturas agrícolas. No cultivo do mamão (*Carica papaya*), por exemplo, esses compostos têm demonstrado resultados significativos, promovendo o desenvolvimento das mudas e melhorando características que favorecem a sobrevivência durante o processo de transplante (Dousseau *et al.*, 2022). Da mesma forma, em culturas como a alface, observou-se um aumento no enraizamento das mudas com a aplicação de diferentes doses de turfa (Lages *et al.*, 2024).

Uma muda boa de café arábica deve ter características que assegurem seu bom crescimento após ser transplantada. O tamanho ideal geralmente fica entre 20 e 30 cm de altura, com pelo menos 4 a 6 pares de folhas saudáveis. Isso mostra que a planta está se desenvolvendo bem. O diâmetro do coleto (a parte de baixo do caule) deve ser maior que 3 mm, o que mostra que ele é forte e tem boas reservas. Além disso, a muda deve ter raízes bem espalhadas e sem estarem enroladas, folhas verdes e saudáveis, um caule reto e sem pragas ou doenças. Esses fatores mostram a saúde, a força e a habilidade da muda de se adaptar rapidamente no campo, o que leva a uma maior produtividade e durabilidade da plantação (Viqui *et al.*, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Este estudo é caracterizado como uma pesquisa experimental com uma abordagem quantitativa, conduzida em ambiente semi-controlado, em uma área de produção de mudas localizada em uma fazenda experimental. O local é protegido por sombrite 50% e dispõe de sistema de irrigação, embora não haja controle preciso de variáveis como temperatura e umidade. De acordo com Gil (2019), a pesquisa

experimental é definida pela manipulação de variáveis, com a finalidade de analisar os efeitos resultantes, frequentemente realizada em ambientes que são controlados.

3.2 Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Centro Universitário Vértice – Univértix, localizada no município de Matipó, Minas Gerais. A área experimental encontra-se nas coordenadas geográficas 20°16'51" de latitude Sul e 42°20'22" de longitude Oeste, a uma altitude aproximada de 650 metros. O experimento foi iniciado em fevereiro de 2024.

3.3 Preparo do substrato e plantio das mudas

Utilizou-se a espécie de café arábica *Coffea arabica* L., cultivas 785/15 Amarelo. As mudas foram plantadas em sacolas de polietileno com dimensões de 10 x 20 cm, preenchidas com um substrato composto por terra de barranco peneirada e esterco bovino curtido, na proporção volumétrica de 3:1. Como fonte de fósforo, foi incorporado o formulado NPK 03-15-00, na dose de 6 kg de P₂O₅ para cada mistura de 6 carrinhos de terra mais 2 carrinhos de esterco. Para o fornecimento de cálcio e magnésio, foram adicionados 2 kg de calcário dolomítico por m³ de substrato. No mais, o cloreto de potássio foi utilizado apenas na cobertura.

Os tratamentos das mudas utilizadas no experimento foram iniciadas aos 3 meses de idade após a semeadura, e foram mantidas sobre as mesmas condições até o início da aplicação dos tratamentos, o que aconteceu quando atingiram o estágio fenológico conhecido como “orelha de onça”.

3.4 Aplicação dos tratamentos

Foram aplicadas cinco concentrações do biofertilizante à base de substâncias húmicas e fúlvicas, diluídas em 1 litro de água, nas proporções de 0% (controle), 1%, 2%, 3% e 4%. As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador manual com capacidade de 2 L, nas mudas em estágio de “orelha de onça”.

Cada aplicação foi realizada com volume padrão de 200 mL por parcela experimental. Para garantir a uniformidade, determinou-se previamente a vazão do pulverizador, sendo observado que, após 15 segundos de aplicação contínua, eram liberados exatamente 200 mL de calda.

As aplicações foram feitas com intervalo de 28 dias, nas seguintes datas: primeira aplicação em 21 de setembro de 2024 e segunda aplicação em 19 de outubro de 2024, totalizando duas aplicações por tratamento.

3.5 Avaliações morfológicas e biométricas

As avaliações foram realizadas em 26 e 27 de novembro de 2024. Foram coletadas 20 mudas por tratamento, provenientes da região central dos canteiros, desconsiderando as bordaduras, com o objetivo de reduzir o efeito de borda.

As mudas foram transportadas ao Laboratório do Centro Universitário Vértice – Univértix, onde foram lavadas em água corrente para a remoção de impurezas do sistema radicular.

As avaliações foram realizadas 65 dias após a primeira aplicação do biofertilizante. Foram determinadas as seguintes características morfológicas das mudas: MFPA (massa fresca da parte aérea, em gramas); MSPA (massa seca da parte aérea, em gramas); MF SR (massa fresca do sistema radicular, em gramas); MSSR (massa seca do sistema radicular, em gramas); APA (altura da parte aérea, em centímetros); CSR (comprimento do sistema radicular, em centímetros); e NPF (número de pares de folhas).

Para a determinação da massa seca, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 ± 2 °C até atingirem peso constante. Para a avaliação das outras variáveis além da massa seca, utilizou-se régua e balança de precisão para pesagem.

3.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (doses de 0%, 1%, 2%, 3% e 4% de substâncias húmicas e fúlvicas diluídas em 1 L de água) e quatro repetições. A unidade experimental foi composta por 20 mudas de café.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo ($p \leq 0,05$), foi aplicado ajuste de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, ano). A

escolha dos modelos de regressão foi baseada na significância dos coeficientes e no coeficiente de determinação (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo das dosagens do Turfa Gel para as características de massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), conforme mostra a Tabela 1. Para as demais variáveis analisadas — massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), altura da parte aérea (APA), comprimento do sistema radicular (CSR) e número de pares de folhas (NPF) — não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para características observadas nas mudas do café arábica variedade 785 /15 amarelo quando tratadas com diferentes dosagens (mililitros do produto por litros de água) do biofertilizante Turfa Gel, em experimento desenvolvido no município de Matipó-MG no ano 2024

FV	GL	Quadrados Médios						
		MFPA (g)	MSPA (g)	MFSR (g)	MSSR (g)	APA (cm)	CSR (cm)	NPF
Dosagens	4	13,969*	0,028 ^{ns}	3,139*	0,003 ^{ns}	0,537 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,010 ^{ns}
Resíduo	12	0,155	0,019	0,175	0,002	0,867	6,684	0,003
Média		4,30	1,41	2,31	0,30	14,55	23,28	4,41
C.V. (%)		9,14	9,84	18,11	13,53	6,40	11,1074	2,63

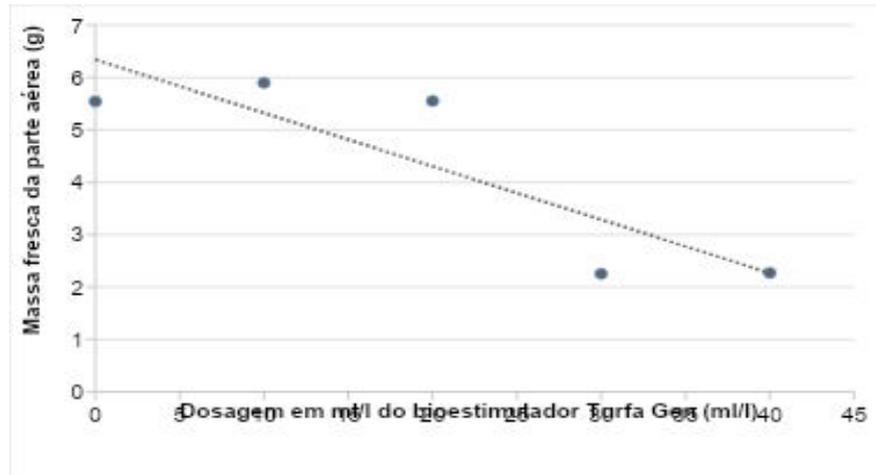
*Significativo ao nível de 5% de probabilidade. MFPA= massa fresca da parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MFSR = massa fresca do sistema radicular; MSSR = massa seca do sistema radicular; APA = altura da parte aérea; CSR = comprimento do sistema radicular; NPF = número do par de folhas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 1 verificou-se que os valores dos coeficientes de variação variaram entre médios ou baixos revelando que o experimento foi conduzido corretamente, apresentando alta ou média precisão de acordo com a característica.

Na Figura 1, observa-se que a massa fresca da parte aérea variou negativamente com o aumento da dose de Turfa Gel em todo o período, ajustando-se a uma equação polinomial de segundo grau ($R^2 = 0,8103$). A produção máxima foi obtida com a dose de 10 mL/L, e a partir desta dose a massa fresca decresceu (Figura 1). Esses resultados corroboram com os resultados obtidos para a cultura conforme o uso da dose. Isso indica que, para a parte aérea, doses elevadas podem não ser vantajosas, sugerindo possível efeito inibitório do biofertilizante em excesso.

Figura 1 - Variação da produção de massa fresca da parte aérea (gramas) de mudas do café arábica variedade 785 /15 amarelo, em função das dosagens do bioestimulante Turfa Gel (mililitros do produto por litro de água), em experimento desenvolvido no município de Matipó-MG, no ano 2024.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os coeficientes de variação (CV) variaram de 2,63% a 18,11%, indicando boa precisão experimental, especialmente para as características MFPA e MSPA, conforme classificação de Barreto *et al.* (2024), que considera CV inferiores a 20% como indicativos de boa precisão.

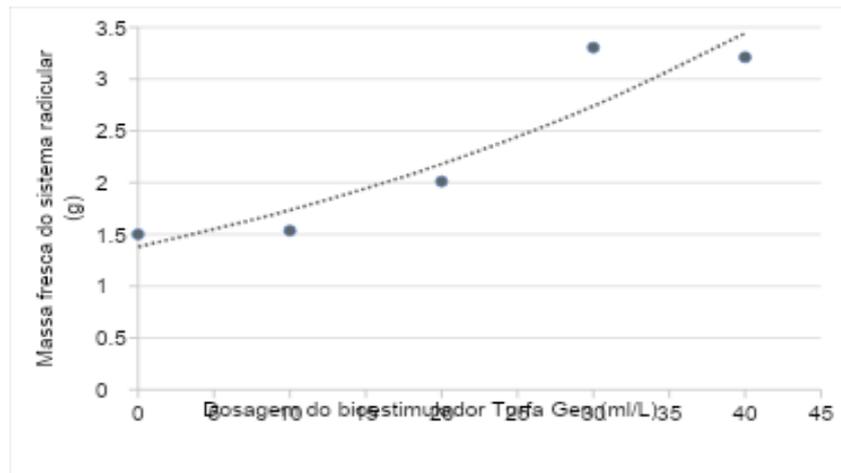
Na Figura 1, observa-se que a MFPA apresentou resposta quadrática às doses do biofertilizante, com a produção máxima estimada em 10 mL/L de Turfa Gel, indicando aumento do crescimento até esse ponto e posterior decréscimo. O modelo ajustado foi significativo ($p < 0,05$) e apresentou coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,8103$), o que indica boa explicação da variação dos dados pela equação.

Conforme a Figura 1, observa-se que a massa fresca da parte aérea teve uma tendência de redução de peso com o aumento da dose do produto. Pode-se observar que de acordo com o gráfico, a dose de 10ml representou uma significância estatística quando comparado à maior dose do experimento.

Uma hipótese que pode ser levantada é que, de acordo com Reis (1979), para que se tenha um aumento de massa seca, é necessário que venha precedido pelo ganho de peso da massa fresca.

A Figura 2 nos mostra um aumento da massa fresca do sistema radicular ao aumentar a dose do produto.

Figura 2 - Variação da produção de massa fresca do sistema radicular (gramas) de mudas do café arábica variedade 785 /15 amarelo, em função das dosagens do bioestimulante Turfa Gel (mililitros do produto por litro de água), em experimento desenvolvido no município de Matipó-MG, no ano 2024.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados indicam que o Turfa Gel Litho Plant® pode ter efeito diferencial sobre os órgãos da planta, promovendo crescimento radicular em detrimento da parte aérea em doses mais altas. Tal efeito pode estar relacionado à atuação do biofertilizante na indução de raízes, possivelmente por vias hormonais associadas ao enraizamento, como o aumento da atividade auxínica (Viqui *et al.*, 2016; Santana; Brigante, 2023).

Observa-se um ajuste exponencial crescente entre a dosagem do biofertilizante Turfa Gel e a massa fresca do sistema radicular, com equação $y=1,3798 \cdot e^{0,0229x}$ / $y=1,3798 \cdot e^{0,0229x}$ e coeficiente de determinação $R^2=0,8557$, $R^2=0,8557$, indicando boa representatividade do modelo. À medida que a concentração do bioestimulante aumentou, verificou-se acréscimo progressivo na biomassa radicular, sugerindo resposta fisiológica positiva das mudas ao produto. A maior média foi registrada na dosagem de 40 mL L⁻¹, com massa fresca superior a 3,0 g, evidenciando o potencial do Turfa Gel para estimular o crescimento do sistema radicular em condições controladas.

A aplicação de diferentes concentrações do biofertilizante Turfa Gel influenciou de forma diferenciada o desenvolvimento das mudas de *Coffea arabica*, refletindo-se em alterações nas massas fresca das partes aérea e radicular, bem como em parâmetros morfológicos como altura, comprimento radicular e número de pares de folhas, pois a massa seca houve diferenças de tais.

A maior massa fresca da parte aérea (MFPA) foi observada na dose de 10 mL L⁻¹ (5,90 g), superior à testemunha (5,54 g) e às demais dosagens. A partir de 20 mL L⁻¹, houve queda acentuada na MFPA, com valores mínimos nas doses de 30 e 40 mL L⁻¹ (2,26 e 2,27 g, respectivamente), sugerindo possível efeito inibitório do

biofertilizante em concentrações mais elevadas. Por outro lado, a massa seca da parte aérea (MSPA) variou menos entre os tratamentos, com discreto aumento na dose de 10 mL L⁻¹ (1,50 g) e valores estáveis nas demais (entre 1,30 e 1,50 g), indicando menor sensibilidade da matéria seca a variações na dosagem do produto (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias das características observadas nas mudas do café arábica variedade 785 /15 amarelo quando tratadas com diferentes dosagens (mililitros do produto por litros de água) do biofertilizante Turfa Gel, em experimento desenvolvido no município de Matipó-MG no ano 2024

Turfa Gel ml/L	CARACTERÍSTICA						
	MFPA (g)	MSPA (g)	MFSR (g)	MSSR (g)	APA (cm)	CSR (cm)	NPF
0	5,54	1,30	1,50	0,26	14,60	22,90	4,20
10	5,90	1,50	1,54	0,31	14,13	23,45	4,45
20	5,55	1,46	2,01	0,33	14,23	23,18	4,40
30	2,26	1,34	3,30	0,29	14,91	23,40	4,25
40	2,27	1,44	3,21	0,29	14,90	23,45	4,75

MFPA= massa fresca da parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MFSR = massa fresca do sistema radicular; MSSR = massa seca do sistema radicular; APA = altura da parte aérea; CSR = comprimento do sistema radicular; NPF = número do par de folhas.

Fonte: Dados da pesquisa.

A massa fresca do sistema radicular (MFSR) apresentou incremento progressivo com o aumento da dose de Turfa Gel, atingindo o pico na dose de 30 mL L⁻¹ (3,30 g), seguida por leve queda na dose de 40 mL L⁻¹ (3,21 g). Esse resultado demonstra que as doses mais elevadas favoreceram o acúmulo de biomassa radicular, corroborando o papel bioestimulante do produto. A massa seca do sistema radicular (MSSR) variou entre 0,26 g (testemunha) e 0,33 g (20 mL L⁻¹), com tendência de aumento nas doses até 20 mL L⁻¹, e estabilização nos valores superiores, indicando que a matéria seca também responde positivamente às doses moderadas do produto (Tabela 2).

A altura da parte aérea (APA) manteve-se relativamente constante em todos os tratamentos, variando de 14,13 cm (10 mL L⁻¹) a 14,91 cm (30 mL L⁻¹), sugerindo que o crescimento em altura não foi significativamente impactado pelas diferentes concentrações de Turfa Gel. De forma semelhante, o comprimento do sistema radicular (CSR) oscilou levemente entre os tratamentos, com variações de apenas 0,55 cm, indicando que o desenvolvimento longitudinal das raízes foi pouco afetado, embora a biomassa tenha sido amplamente modificada, não houve diferença (Tabela 2).

O número de pares de folhas (NPF) mostrou discreto incremento com o aumento das doses, variando de 4,20 (testemunha) para 4,75 na dose de 40 mL L⁻¹.

Apesar da diferença sutil, o dado sugere estímulo à emissão foliar nas maiores concentrações do biofertilizante (Tabela 2).

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação do bioestimulante Turfa Gel influenciou positivamente diversas características morfológicas das mudas de *Coffea arabica*, especialmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular. O aumento progressivo da massa fresca das raízes com o acréscimo das doses, conforme mostrado na Figura 1, reflete um efeito estimulante direto sobre o crescimento radicular. A equação exponencial ajustada ($R^2 = 0,8557$) indica uma forte correlação entre o aumento da dose e o acúmulo de biomassa radicular, o que sugere que os compostos presentes no Turfa Gel, como ácidos húmicos e fúlvicos, não atuaram de forma eficaz na indução de crescimento.

Esse resultado está em consonância com os achados de Paiva (2020), que destacou o papel dos ácidos húmicos na estimulação da atividade meristemática e na promoção do desenvolvimento de pelos radiculares, aumentando a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas. A melhoria no sistema radicular é particularmente benéfica em culturas perenes como o café, uma vez que garante maior estabilidade e eficiência fisiológica desde a fase inicial do ciclo.

Apesar do notável incremento da biomassa radicular, foi observada uma redução na massa fresca da parte aérea a partir da dose de 20 mL L⁻¹, com queda acentuada nas doses de 30 e 40 mL L⁻¹. Esse comportamento pode estar relacionado a uma redistribuição de assimilados, com maior alocação de recursos para o sistema radicular em detrimento do crescimento aéreo. Segundo Viqui *et al.* (2016) a aplicação de bioestimulantes pode alterar a relação parte aérea/raiz dependendo da intensidade do estímulo hormonal, da disponibilidade de nutrientes e das condições ambientais.

Por outro lado, a massa seca da parte aérea (MSPA) e a altura das plantas (APA) apresentaram variações discretas entre os tratamentos, sugerindo que, embora o Turfa Gel tenha influenciado a produção de biomassa fresca, a taxa de acumulação de matéria seca e o crescimento longitudinal das plantas não foram significativamente alterados nas condições experimentais. Essa resposta moderada pode indicar que, em doses mais elevadas, o produto não favorece o crescimento aéreo proporcional ao radicular ou que há limitação na capacidade fotossintética frente à maior demanda nutricional gerada (Custódio *et al.*, 2023).

O número de pares de folhas (NPF) aumentou ligeiramente com o incremento das doses, atingindo o maior valor (4,75) na dose de 40 mL L⁻¹. Esse dado pode

indicar um estímulo à emissão foliar, ainda que de forma menos expressiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2024), ao utilizar bioestimulantes em mudas de café, observando efeitos mais evidentes em raízes do que em folhas.

De forma geral, os dados sugerem que o uso de Turfa Gel pode ser vantajoso para a produção de mudas de café, principalmente por estimular o crescimento do sistema radicular, o que pode contribuir para uma maior resistência ao transplante, maior exploração do solo e melhor absorção de água e nutrientes (Viquei *et al.*, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a aplicação do biofertilizante Turfa Gel influencia positivamente o desenvolvimento morfológico de mudas de *Coffea arabica*, sobretudo no crescimento do sistema radicular. A resposta positiva observada para a massa fresca das raízes, com aumento proporcional às doses aplicadas, evidencia o potencial do produto como indutor do vigor radicular, característica essencial para a formação de mudas com maior capacidade de absorção de água e nutrientes, além de maior resistência a estresses abióticos.

No entanto, doses a partir de (30 e 40 mL L⁻¹) tendem a priorizar o desenvolvimento do sistema radicular, exigindo um ajuste na recomendação da aplicação para maximizar os benefícios do produto. Assim, a dose intermediária de 20 mL L⁻¹ mostrou-se mais adequada nas condições avaliadas, promovendo um crescimento mais equilibrado entre sistema radicular e parte aérea.

Além disso, considerando o fato de que o crescimento da massa fresca precede o aumento da massa seca, é possível que o impacto do biofertilizante se prolongue ao longo do desenvolvimento das mudas, fortalecendo sua biomassa total.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E.M.; LESSA, L.C.R.; ARAÚJO, J.A.; TABOSA, F.J.S. Análise de quebras estruturais no mercado brasileiro de café arábica. **Revista de Economia e Agronegócio - REA**, [s.l.], v. 22, n.3, p. 1-19, 2024. Disponível em: [17150 V22 N3 2024](#). Acesso em: 06 de jun. 2025.

BARRETO, F.; BORROMEU, M.R.; GOMES, A.; FERNANDES, F. Efeito Dos Estimulantes De Crescimento E Do Tempo De Embebição Na Germinação De Sementes De Café Arábica (*Coffea Arabica* L.). **Hikamatzu| Journal of Multidisciplinary**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 314-327, 2024. Disponível em: [Efeito Dos Estimulantes De Crescimento E Do Tempo De Embebição Na Germinação De](#)

Sementes De Café Arábica (*Coffea Arabica* L.) | Hikamatzu | Journal of Multidisciplinary. Acesso em: 06 de jun. 2025.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Atual estimativa traz produção de café em 58,81 milhões de sacas na safra 2024.** 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/atual-estimativa-traz-producao-de-cafe-em-58-81-milhoes-de-sacas-na-safra-2024>. Acesso em: 13 de set. 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de café: 3º levantamento 2024.** 2024b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 20 de nov. 2024.

CUSTÓDIO, F.V.; FEHR, L.C.F.A.; CARDOSO, A.M.; DUARTE, S.L. Análise dos custos de produção do café arábica nas regiões polos do Brasil. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 121-136, 2023. Disponível em: [Análise dos Custos de Produção do Café Arábica nas Regiões Polos do Brasil | Custódio | REVISTA DE CONTABILIDADE DO MESTRADO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS DA UERJ](#). Acesso em: 06 de jun. 2025.

DOUSSEAU, S.; BRANDÃO, T. M. S.; SIMON, C. A.; OLIVEIRA NETO, E. B. O. **Substâncias húmicas no desenvolvimento de mudas do mamoeiro.** Linhares, ES: Incaper, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/4239>. Acesso em: 12 set. 2024.

FAVARIN, J. L.; COSTA, J. D.; NOVENBRE, A. D.C.; FAZUOLI, L. C.; FAVARIN, M. G. G. V. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, [s.l.], v. 25, n.1, p. 13-19, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/HHwnyy7LsCMpV9NZzWqfTt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 de nov. 2024.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 02 de abr. 2024

FREITAS, F. Cafeicultura é um dos destaques da agenda estratégica da Emater- MG. Agricultura MG gov 2023. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/cafeicultura-e-um-dos-destaques-da-agenda-estrategica-da-emater-mg>. Acesso em: 11 de set. 2024

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: [Internet Archive: Scheduled Maintenance](#). Acesso em: 06 de jun. 2025.

KNUPP, V. R. A.; COELHO, A. P. F.; SANTOS, R. L.; SILVA, C. S.; PEDROSA, A. W. Influência do ácido fúlvico na qualidade fisiológica de sementes de café arábica, cultivar Catuaí Vermelho IAC 44. **Revista Semiárido De Visu**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 725-736, 2024. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/865/564>. Acesso em: 19 de nov. 2024

LAGES, M.L.T.; LIMA, M.V.G.; SANTI, A.; SOUZA, K.G.; MAGALHÃES, M.O.L.; MARTINEZ, R.A.S. Turfa líquida e substratos no desenvolvimento de cultivares de alface. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. e11660-e11660, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/11660/7620>. Acesso em: 24 de nov. 2024.

MOURA, J.D.; SOARES, L.G.A.; ARAÚJO, C.V.S.; CAMBRAIA, T.L.L.; COSTA, E.A.C.; VIDAL, S.E.P.; HERMINIO, P.J.; CLEMENTE, J.M. Produção de mudas de Coffea arabica com diferentes fontes e doses de fósforo. *Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, [s.l.], v.17, n.12, p.1-13, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/12524/7333>. Acesso em: 06 de jun. 2024=5.

OLAETXEA, M.; MORA, V.; BACAICOA, E.; BAIGORRI, R.; GARNICA, M.; FUENTES, M.; ZAMARREÑO, A.M.; SPÍCHAL, L.; GARCÍA-MINA, J.M. Root ABA and H⁺-ATPase are key players in the root and shoot growth-promoting action of humic acids. **Plant Direct**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pld3.175>. Acesso em: 06 de jun. 2025.

PAIVA, M.J.A. AÇÃO E MODO DE APLICAÇÃO DOS ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE MILHO. Universidade Federal de Viçosa. 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/f1ffd671-75c6-4597-9b83-d9fb06e4186b/content> . Acesso em: 12 de set. 2024

REIS, G.G. Análise de crescimento das plantas: mensuração do crescimento. **Embrapa**, Belém, v.1, n.1, p.1-27, 1979. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/374936/1/FL00953.pdf>. Acesso em: 06 de jun. 2025.

RIOS, G.B. DIFERENTES DOSES DE STIMULATE SOBRE MUDAS DE CAFÉ. Orientador: Gustavo Rennó. 2020. 24 (f.). Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Agrônoma - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1476/1/Gustavo%20Barbosa%20Rios.pdf>. Acesso em: 14 de set. 2024

SANTANA, G.R.; BRIGANTE, G.P. EFEITO DA AUXINA E DO CARVÃO ATIVADO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ (Coffea arabica). **Revista Agroveterinária do Sul de Minas-ISSN: 2674-9661**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 22-38, 2023. Disponível em: [EFEITO DA AUXINA E DO CARVÃO ATIVADO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ \(Coffea arabica\) | Revista Agroveterinária do Sul de Minas - ISSN: 2674-9661](https://www.repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1476/1/Gustavo%20Barbosa%20Rios.pdf). Acesso em: 06 de jun. 2025.

SANTOS, L.R. Efeito bioestimulante de substâncias húmicas sobre o desenvolvimento inicial do café arábica. Orientadora: Hermínia Emília Prieto Martinez. 2024. 79 (f.). Dissertação, Pós-graduação em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2024. Disponível em:

<http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/14638/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 21 de nov. 2024.

VIQUI, L.M.; NUNES, L.C.N.; POSSE, S.C.P.; CATTANEO, L.F.; DOUSSEAU, S.; MACHADO FILHO, J.A.; RASTOLDO, L.S. Eficiência da matéria orgânica líquida na formação de mudas do cafeeiro conilon. **Revista Ifes Ciência**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 47-57, 2016. Disponível em: Repositório Institucional do Incaper: Eficiência da matéria orgânica líquida na formação de mudas do cafeeiro conilon.. Acesso em: 06 de jun. 2025.

EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO SILAGEM

ACADÊMICOS: Antônio Ítalo Campos Gardingo; Gilzimar Martins Mota.

ORIENTADOR: Felipe Latini de Oliveira.

LINHA DE PESQUISA: Linha 1: Ciência do Solo; Fertilidade do Solo e Adubação

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de nitrogênio no desenvolvimento do milho silagem. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice - Univértix, em Matipó-MG, utilizando delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos: testemunha (sem adubação nitrogenada), ureia, ureia tratada e sulfato de amônio. As variáveis analisadas incluíram altura da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e radicular, bem como diâmetro do colmo. Os dados revelaram que os tratamentos com sulfato de amônio e ureia tratada apresentaram os melhores resultados no diâmetro do colmo, evidenciando maior robustez estrutural das plantas. Esse parâmetro é crucial para o suporte da parte aérea e pode impactar diretamente na qualidade e rendimento da silagem. Os demais parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas, o que pode estar relacionado à fertilidade natural do solo utilizado e ao curto período de avaliação experimental. Os resultados indicam que, embora não haja efeito marcante sobre altura e biomassa total em curto prazo, a escolha da fonte nitrogenada pode influenciar positivamente aspectos estruturais e fisiológicos da planta. Conclui-se que o uso de fontes nitrogenadas pode otimizar o desenvolvimento inicial do milho silagem, devendo ser considerado em estratégias de manejo nutricional. Recomenda-se a continuidade de estudos em campo, com ciclos completos e avaliações de produtividade final, visando maior aplicabilidade dos resultados à realidade agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: nitrogênio; fonte nitrogenada; milho.

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio, considerado um dos pilares da nutrição vegetal, é um macronutriente cuja presença é indispensável para o pleno desenvolvimento das plantas. Ele não apenas participa ativamente do crescimento vegetativo, mas também orchestra funções fisiológicas fundamentais da fotossíntese à formação enzimática, passando pelos processos nutricionais mais intrincados e pelas estruturas radiculares mais sensíveis (Lima, 2024).

Em praticamente todas as culturas de interesse comercial, o nitrogênio se manifesta como um insumo estratégico, sendo aplicado com o objetivo de ampliar os índices de produtividade. É, aliás, um dos três nutrientes que compõem a tríade

essencial ao ciclo de vida vegetal ao lado do fósforo e do potássio considerando os macronutrientes (Ribeiro; Guimarães; Venegas, 1999).

A aplicação desse elemento no solo não ocorre de forma aleatória. Ela é tecnicamente planejada, variando conforme as exigências da cultura, o tipo de solo e o estágio de desenvolvimento da planta. As fontes mais comuns utilizadas no manejo agrícola incluem o sulfato de amônio, o nitrato de amônio e a tão conhecida uréia. Cada uma dessas substâncias carrega consigo diferentes concentrações de nitrogênio, impactando de modo distinto a absorção radicular e os resultados fenológicos (Meneghini *et al.*, 2020).

No contexto da agricultura, a escolha da fonte de nitrogênio pode ter um impacto significativo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Um exemplo claro dessa influência é no milho (*Zea mays L.*), um dos principais cereais cultivados no mundo. Originário da América Central, o milho é amplamente utilizado na alimentação humana e animal, além de ser uma importante matéria-prima para diversas indústrias devido às suas reservas nutritivas nos grãos. A produtividade do milho, como de muitas outras culturas, está fortemente associada à disponibilidade de nitrogênio no solo, o que torna a escolha da fonte desse nutriente um fator crítico para o sucesso da lavoura (Silva *et al.*, 2020).

Contudo, apesar de sua relevância, o uso do nitrogênio na agricultura ainda gera muitas discussões, principalmente em torno da quantidade e da qualidade do nitrogênio nos produtos agrícolas e quanto aos melhores métodos para maximizar a produtividade das culturas (Dutra, 2018). A aplicação do nitrogênio em excesso, por exemplo, pode levar a problemas ambientais, como a contaminação dos recursos hídricos, enquanto a deficiência pode resultar em queda de produtividade (Dutra, 2018).

O objetivo geral desta pesquisa é identificar qual das fontes de nitrogênio aplicadas resulta no desempenho mais expressivo da cultura do milho silagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Milho

O milho (*Z. mays L.*) é uma planta anual que apresenta grande diversidade em termos de tipos, tamanhos e cores, podendo atingir consideráveis alturas, conforme a cultivar. Possuindo em suas características morfológicas porte ereto com folhas alternadas, longas e estreitas que desempenham um papel crucial na captura de luz

solar, um caule cilíndrico, sistema radicular fasciculado que favorecem a absorção de nutrientes essenciais, como o nitrogênio, frutos do tipo cariopse (Melo, 2021).

Pertencente à família *Poaceae*, o milho é amplamente cultivado em diversas partes do mundo, devido ao seu alto valor comercial e à versatilidade no uso, seja na alimentação humana, produção de ração animal ou em uma variedade de produtos industriais. Como uma cultura de alta exigência nutricional, o milho é particularmente sensível à disponibilidade de nitrogênio, sendo um excelente modelo para o estudo da importância desse macronutriente na agricultura (Anjos, 2024).

A planta demanda quantidades significativas de nitrogênio ao longo de seu ciclo de vida, com maiores exigências durante o estágio vegetativo e a fase de formação das espigas. O uso adequado desse nutriente é essencial para promover o crescimento e a produtividade da cultura, impactando diretamente no rendimento das lavouras (Santos, 2022).

2.2 Fontes Nitrogenadas

O nitrogênio é um elemento químico presente na atmosfera terrestre, compondo cerca de 78% do ar em sua forma gasosa (N_2). Esse elemento desempenha um papel crucial na formação de moléculas orgânicas essenciais, como proteínas e ácidos nucleicos, além de ser fundamental no ciclo biogeoquímico que sustenta a vida no planeta (Santos, 2022).

Entre os mais comuns estão a ureia, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio, que são aplicados para suprir as exigências nutricionais das culturas. No entanto, o manejo inadequado do nitrogênio pode causar sérios impactos ambientais, como a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, além de contribuir para a poluição atmosférica (Silva *et al.*, 2020).

Estando entre os principais, a ureia é um dos fertilizantes nitrogenados mais utilizados na adubação em todo o território nacional, possuindo 44% de nitrogênio disponíveis na forma de amida (NH_2), sendo uma fonte de fácil acesso para a utilização no desenvolvimento das culturas (Silva *et al.*, 2023).

De acordo com Silva *et al.* (2020), fontes nitrogenadas provenientes de amônia (NH_3) tende a ter um alto índice de volatilização podendo ser menos eficiente na função de disponibilizar nitrogênio limitando a sua disponibilidade no solo para o desenvolvimento da planta.

A fixação biológica do nitrogênio é realizada por bactérias simbióticas presentes nos nódulos das raízes de leguminosas. É um dos principais processos que tornam o nitrogênio disponível para as plantas. Essas bactérias convertem o gás atmosférico em amônia, uma forma assimilável pelas culturas agrícolas (Amaral, 2023; Rocha, 2021).

Além da fixação biológica, a mineralização do nitrogênio é outro processo vital. Nesse caso, microrganismos decompositores transformam a matéria orgânica do solo em amônia, disponibilizando o nitrogênio para as plantas, esse nitrogênio pode ser temporariamente imobilizado pelos próprios microrganismos, reduzindo sua disponibilidade para as culturas (Silvestre, 2023).

2.3 Adubação nitrogenada

Os fertilizantes nitrogenados desempenham um papel central na nutrição das plantas cultivadas, sendo essenciais para suprir o nitrogênio necessário ao seu crescimento. Esses fertilizantes podem ser de origem orgânica, como esterco e compostos nitrogenados, ou inorgânica, como nitratos e amônio (Lacerda; Negro, 2024).

Sua aplicação no solo busca corrigir deficiências nutricionais. Entretanto, é crucial que o uso desses fertilizantes seja realizado de forma racional, otimizando a absorção de nitrogênio pelas culturas e minimizando os impactos negativos ao meio ambiente (Ribeiro; Guimarães; Venegas, 1999).

O excesso de nitrogênio pode gerar desequilíbrios nutricionais nas plantas, apresentando um crescimento vegetativo exagerado, com folhas mais escuras e porte maior, tornam-se mais suscetíveis a doenças e pragas (Abud; Guerra Neto; Delbon, 2023). Por outro lado, a deficiência de nitrogênio nas plantas também representa um desafio. Sinais de deficiência incluem folhas mais claras, especialmente as mais velhas, devido à menor produção de clorofila. Além disso, o crescimento das plantas é prejudicado, resultando em menor porte e produtividade reduzida. (Coelho *et al.*, 2019).

A fertilidade do solo é um fator determinante para o sucesso das culturas agrícolas, uma vez que regula a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas. Por isso, é fundamental manter um solo equilibrado e fértil, criando condições adequadas para o crescimento vigoroso das plantas (Mattos, 2024).

Nesse contexto, a adubação assume um papel estratégico, sendo a prática de aplicar fertilizantes no solo para suplementar os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas. Os fertilizantes podem conter macronutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio (Laconski; Nogueira; Fialho, 2020).

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental. A pesquisa experimental é uma metodologia de investigação científica que busca controlar as variáveis independentes para observar e medir os efeitos das variáveis dependentes. O objetivo principal é testar hipóteses e causas-efeitos por meio de procedimentos padronizados, visando a obtenção de resultados precisos e confiáveis (Quevedo; Santos; Espejo, 2021)

O experimento foi iniciado no dia 16 de fevereiro de 2025 e conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice (Univértix), localizada em Matipó-MG, nas coordenadas geográficas 20° 16' 51" Sul e 42° 20' 22" Oeste, com uma altitude aproximada de 650 metros.

Para atender aos objetivos do estudo, a seleção das sementes foi criteriosa, optando-se pela variedade ANQA A2102 PRO2, reconhecida pela sua aptidão para a produção de silagem. Essa escolha visou a garantir uniformidade no desenvolvimento das plantas e a obtenção de resultados confiáveis.

O solo utilizado no experimento foi coletado no campo experimental da Fazenda Escola e enviado ao laboratório Água Limpa, em Manhuaçu-MG, para a realização de análises químicas detalhadas. Essas análises são fundamentais para compreender as condições iniciais do solo, permitindo ajustes na adubação e manejo para atender às exigências nutricionais da cultura de milho silagem.

Foram avaliados quatro tratamentos, denominados (T1) Testemunha, (T2) – ureia, (T3) – ureia tratada, (T4) sulfato de amônia, cada um com 15 repetições, realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

As doses utilizadas durante o plantio foram definidas conforme a recomendação para o estado de Minas Gerais (Ribeiro; Guimarães; Venegas, 1999), sendo aplicados em doses específicas de 6,5g de ureia (44%), 6,5g de ureia tratada (44%) e 14,5g de sulfato de amônia (21%) por saquinho, visando a fornecer a quantidade recomendada de 180kg/há.

O objetivo dessas análises foi determinar o pH, os teores de macro e micronutrientes e a quantidade de matéria orgânica para identificar as necessidades de correção dos nutrientes (Quadro 1).

Quadro 1 - Resumo da análise química do solo utilizado como substrato para avaliação de plântulas de milho.

pH	MO	P ⁽¹⁾	K	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽²⁾	Al ⁽²⁾	H+A1	SB	T	V
H ₂ O	dag/Kg	mg/dm ³			cmolc/dm ³					%
6,72	2,63	88,37	109,75	5,53	1,60	0,00	1,90	7,41	7,41	79,59

Sendo: MO – Matéria Orgânica (Colorimetria); P – Fósforo; K – Pótássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; SB – Soma de Bases Trocáveis; T - Capacidade de troca Catiônica a pH7; V - Índice de Saturação em Bases

(1): Extrator Mehlich 1;

(2) - Mg- Al- Extrator: KCL - 1 mol/L

Fonte - Análise Laboratório de Análise de Solos localizado em Manhuaçu-MG, 2024.

O experimento teve início no dia 16 de fevereiro de 2025, data em que foi realizada a semeadura das sementes de milho silagem. Para garantir o controle das variáveis ambientais e facilitar o acompanhamento individual das plantas, optou-se pela utilização de sacos de polietileno com dimensões padronizadas de 30 centímetros de altura por 15 centímetros de diâmetro sendo dispostos em canteiro aberto sem cobertura. Cada unidade experimental recebeu duas sementes, cuidadosamente posicionadas no centro do substrato.

Logo após a semeadura, efetuou-se a primeira irrigação, com o propósito de assegurar o teor de umidade necessário ao processo de germinação um fator decisivo nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal. O manejo inicial incluiu, ainda, a prática do desbaste, realizada sete dias após o plantio, quando se eliminou a planta menos vigorosa de cada recipiente. Essa intervenção visou a garantir uniformidade de crescimento e reduzir a competição por recursos hídricos e nutricionais.

A adubação nitrogenada, elemento central deste estudo, foi aplicada em 18 de março de 2025, obedecendo às recomendações técnicas específicas para a cultura do milho silagem, estabelecidas no 5ª Aproximação. A dosagem e a forma de aplicação seguiram os parâmetros delineados por Ribeiro, Guimarães e Venegas (1999), respeitando as exigências fisiológicas da planta e os estágios fenológicos adequados à assimilação do nutriente.

A irrigação foi realizada, manualmente, com o auxílio de um regador, visando a fornecer a demanda hídrica da planta de 400 a 700mm em todo seu ciclo, para garantir homogeneidade nos tratamentos.

Dois meses após o plantio, dia 19 de abril de 2025, foram realizadas aferições para avaliar o desenvolvimento das plantas. Os parâmetros analisados foram: altura das plantas; peso da matéria fresca e da matéria seca da parte aérea e raiz e diâmetro do colmo. As plantas foram levadas ao laboratório para lavagem e separação das partes.

Após a lavagem, foram realizadas as seguintes medições: Massa fresca da raiz e da parte aérea, utilizando uma balança analítica com precisão de 0,001 g e Comprimento da parte aérea e raízes, medido em centímetros (cm), com o auxílio de uma fita métrica milimétrica, diâmetro do colmo em milímetro (mm) com o auxílio de um paquímetro.

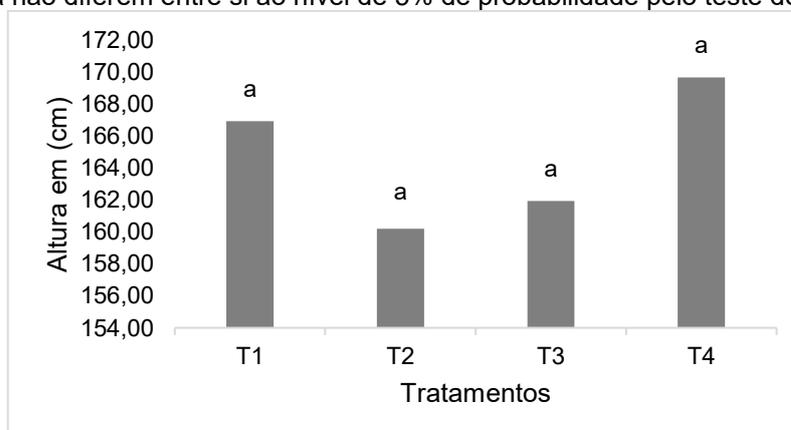
Após a obtenção da massa fresca de cada parte das plantas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e transferidos para uma estufa. O material permaneceu na estufa sob temperatura controlada de 60°C até que a perda de umidade se estabilize (Souza *et al.*, 2017), permitindo a determinação precisa do peso da matéria seca, registrado em gramas (g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Sisvar, aplicando o teste de Scott-knott à 5% de probabilidade.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se os resultados médios para altura da parte aérea. Não houve diferença significativa entre as médias, para os parâmetros analisados.

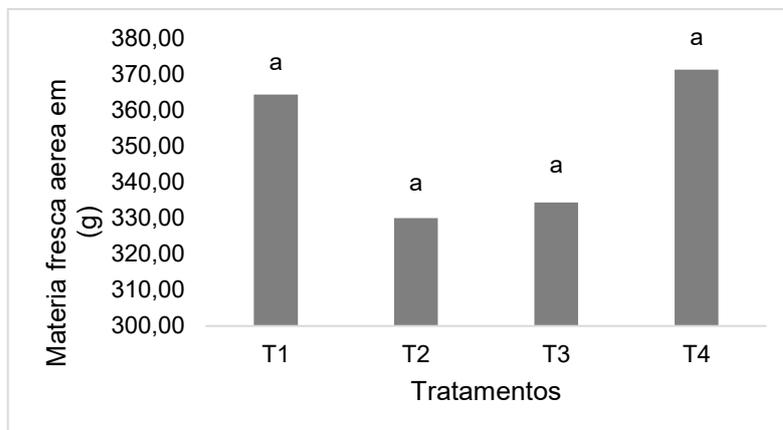
Figura 1 - Resultados médios da Altura de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a massa fresca da parte aérea (Figura 2), observou-se que não houve diferença significativa entre as médias, para os parâmetros analisados.

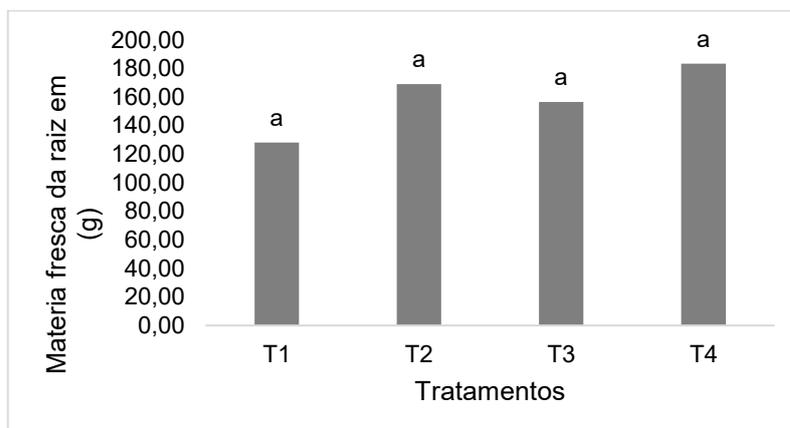
Figura 2 - Resultados médios da Matéria Fresca Aérea de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.



Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 3, observa-se que não houve diferença significativa na massa fresca da raiz nos tratamentos, que foram estatisticamente iguais.

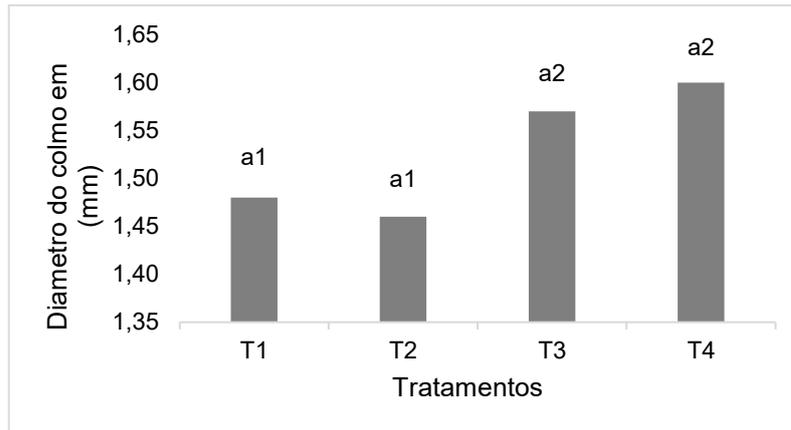
Figura 3 - Resultados médios da Matéria Fresca da Raiz de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 4, observam-se os resultados médios para diâmetro do colmo. Houve diferença significativa entre as médias, sendo que os tratamentos T4 – sulfato de amônia e T3 – ureia tratada, apresentaram melhor média que os tratamentos T1 – testemunha e T2 – ureia.

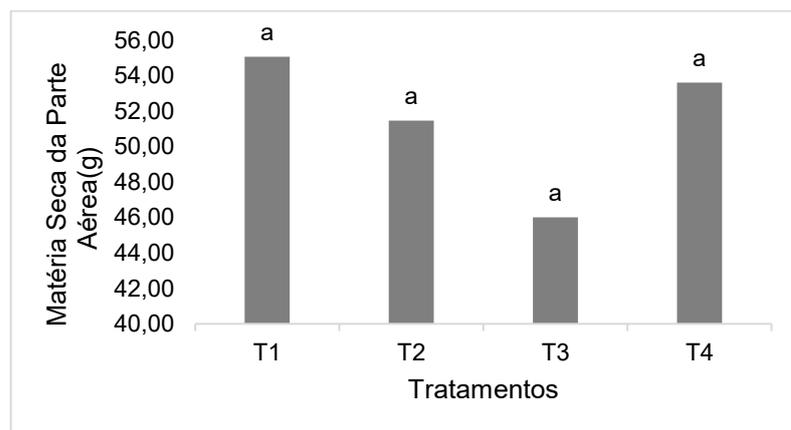
Figura 4 - Resultados médios do Diâmetro de Colmo de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 5, observa-se que não houve diferença nas médias para a Matéria Seca da Parte Aérea nos tratamentos, sendo todos estatisticamente iguais.

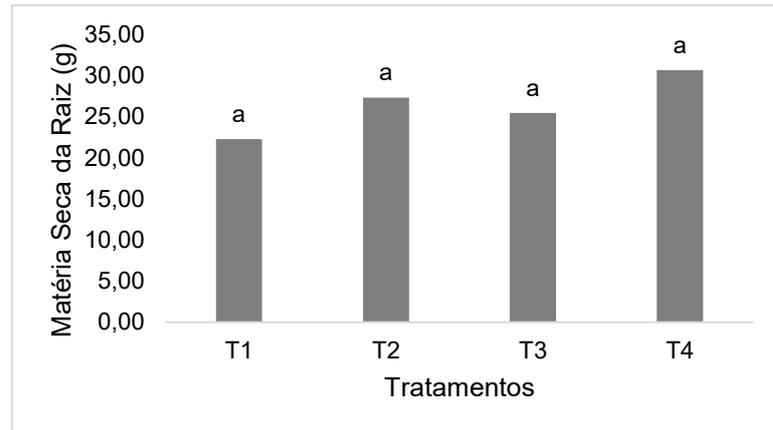
Figura 5 - Resultados médios do Matéria Seca da Parte Aérea de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.



Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 6, observa-se que não houve diferença na Matéria Seca da Raiz nos tratamentos, sendo todos estatisticamente iguais.

Figura 6 - Resultados médios do Matéria Seca da Raiz de Plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.



Fonte: Dados da pesquisa.

Com esses resultados, é possível concordar com a adubação nitrogenada sugerida para os solos do Estado de Minas Gerais (Ribeiro; Guimarães; Venegas, 1999), pois todas as médias foram estatisticamente iguais não se diferenciando.

Santos (2022) observou que a aplicação de diferentes fontes de nitrogênio não levou ao aumento do desenvolvimento do sistema radicular e da altura das plantas, porém diferentes doses de nitrogênio favoreceram seu desenvolvimento. O sulfato de amônia, por sua vez, possui cerca de 20% de N além de 22 a 24% de (S) em sua composição que auxiliam no desenvolvimento das plantas. Como observado nos dados coletados sobre o diâmetro do colmo, Santos (2022) afirma que essa medida tem total favorecimento ao melhor desenvolvimento de grãos, pois a planta tende a ter maior capacidade de armazenar fotoassimilados.

Na cultura do feijão, Silva (2024) observou que a cultivar apresentou maior dominância nos resultados de crescimento e produção em relação à dose de (N) aplicada na adubação de cobertura. Também nesse sentido, Silva *et al.* (2020) afirmam que o baixo teor de nitrogênio na planta induz o florescimento e a sua ausência afeta a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo, além disso, ainda, pode causar a quebra da clorofila, ocasionando um crescimento problemático e uma produção frustrada.

O destaque estatístico do diâmetro do colmo — influenciado positivamente pelos tratamentos com sulfato de amônio (T4) e ureia tratada (T3) — indica que esses fertilizantes promovem maior robustez estrutural na planta. Esse parâmetro, embora muitas vezes negligenciado em análises superficiais, desempenha um papel essencial na sustentação da parte aérea, na condução de seivas e, sobretudo, na resistência às

adversidades climáticas. Conforme Santos (2022), colmos mais espessos tendem a correlacionar-se com maior acúmulo de fotoassimilados, refletindo-se positivamente na produção de biomassa e na qualidade da silagem.

A resposta diferenciada para o diâmetro do colmo evidencia a complexidade da absorção e assimilação do nitrogênio em suas distintas formas. A ureia tratada, ao oferecer proteção contra volatilização, disponibiliza o nutriente de maneira mais gradual e estável, favorecendo o crescimento contínuo e vigoroso das células meristemáticas. Já o sulfato de amônio, ao disponibilizar também enxofre em sua composição, potencializa reações metabólicas fundamentais, como a síntese de aminoácidos sulfurados, que influenciam diretamente na qualidade proteica do tecido vegetal.

Esse resultado corrobora estudos como o de Silva *et al.* (2023), que apontam para a eficiência da ureia tratada em minimizar perdas por volatilização de amônia, principalmente em solos com pH mais elevado. Mesmo que a altura e a biomassa total não tenham mostrado diferença estatística, o vigor estrutural da planta tratado com fertilizantes mais estáveis deve ser considerado um indicativo agrônomo relevante.

A testemunha T1, como esperado, apresentou desempenho inferior nos parâmetros avaliados. Tal fato pode ser atribuído ao solo previamente fértil da área experimental, com pH equilibrado e teores razoáveis de matéria orgânica e macronutrientes, conforme demonstrado na análise química inicial. Isso ressalta a importância do diagnóstico do solo para evitar adubações desnecessárias e promover práticas de manejo mais sustentáveis e econômicas.

Em termos de massa fresca e seca, o comportamento similar entre os tratamentos pode estar associado ao curto período de avaliação (dois meses), o que limita o acúmulo expressivo de biomassa diferenciada. Em estudos de ciclo mais longo, tais variações tendem a se intensificar, refletindo os efeitos acumulativos do manejo nutricional. Portanto, recomenda-se ampliar a janela de observação nos próximos experimentos, incluindo análises fenológicas, como rendimento de grãos e produção efetiva de silagem por hectare.

Apesar da ausência de diferenças estatisticamente significativas para a maioria dos parâmetros analisados como altura de planta, massa fresca e matéria seca da parte aérea e da raiz, os dados coletados revelam nuances interpretativas que merecem atenção. É na sutileza da resposta fisiológica das plantas às diferentes

fontes nitrogenadas que se encontram pistas valiosas para futuras aplicações agronômicas. A ausência de diferença não implica em neutralidade prática; ao contrário, sugere a possibilidade de equivalência agronômica entre as fontes, abrindo margem para critérios complementares de escolha, como custo, disponibilidade, solubilidade e impacto ambiental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos resultados promissores no diâmetro do colmo, o estudo aponta para a necessidade de ampliar as pesquisas em condições de campo e por um período que abranja todo o ciclo da cultura do milho. Isso permitirá uma avaliação mais precisa da dose ideal de nitrogênio e seus efeitos na produtividade final da silagem, sua composição bromatológica e a eficiência do uso do nutriente. A ausência de diferenças em outros parâmetros pode ter sido influenciada pelas condições controladas e o tempo reduzido de observação, que talvez tenham mascarado os efeitos a longo prazo.

Em suma, a pesquisa reforça que a escolha da fonte de nitrogênio vai além do custo inicial, envolvendo a eficiência agronômica, a sustentabilidade ambiental e o custo-benefício para o produtor. É fundamental continuar investigando, por meio de estudos mais abrangentes e análises econômicas e ambientais, para garantir um manejo da fertilidade do solo e da nutrição vegetal que seja racional, eficaz e promova uma produção de milho silagem mais sustentável e rentável no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABUD, L. L. S.; NETO, R. G.; LIMA, V. M. M. Efeito de Solução de KCl na Germinação de Sementes de Milheto. **Scientific Electronic Archives**, [s. l.], v. 17, n. 4, ago. 2024. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1953>. Acesso em: 19 nov. 2024.

AMARAL, M. B. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Leguminosas Forrageiras Tropicais**. 2023. Tese (Pós-Graduação em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/18939/1/2023%20-%20MAYAN%20BLANC%20AMARAL.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ANJOS, N. Y. M. **Desempenho Agronômico do Milho (*zea mays* L.) Sob Influência de Bioestimulantes e *trichoderma harzianum***. 2024. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Biosistemas) - Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2024. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/38824>. Acesso em: 19 nov. 2024.

COELHO, V. A. T.; SOUZA, C. G.; SOUZA, E. N.; LACERDA, L. G.; CARDOSO, P. A. **Deficiências de Macronutrientes em Abobrinha Italiana (*Cucurbita pepo* L.):** Caracterização de Sintomas e Crescimento. *Society and Development*, [s. l.], v. 9, n. 3, nov., 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7340975>. Acesso em: 19 nov. 2024.

DELBON, S. L. O. **Utilização de Inoculantes Biológicos para Fixação de Nitrogênio em Leguminosas.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Faculdade De Engenharia Química, Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/39249/1/Utiliza%C3%A7%C3%A3oInoculantesBiol%C3%B3gicos.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

DUTRA, E. H. **Debate Público Sobre Mudanças Climáticas e Agricultura no Brasil:** Práticas Discursivas na Faculdade de Agronomia da Ufrgs. 2018. Dissertação, (Pós-graduação em Desenvolvimento Rural). Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/242082/001144450.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 nov. 2024.

LACERDA, A. G. P.; NEGRO, G. Comparação Entre o Uso dos Fertilizantes Nitrogenados (Ureia) e N-Base na Qualidade Bromatológica da Aveia Preta. *Repositório Institucional*. v. 3, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/viewFile/5824/3508>. Acesso em: 19 nov. 2024.

LACONSKI, J. M. O.; NOGUEIRA, P. H. S.; FIALHO, R. C. Adubação Orgânica, Mineral e Organomineral e Sua Influência no Crescimento do Feijoeiro em Pitanga- Pr. *Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná*, Pitanga, v. 7, n. 3, p. 61-73. dez, 2020. Disponível em: <https://ucpparana.edu.br/content/uploads/2020/12/TRIVIUM-Volume-7-Numero-3-2020.pdf#page=61>. Acesso em: 20 nov. 2024.

LIMA, A. L. C. **Fertilizantes Nitrogenados:** Uma Revisão Bibliográfica Sobre Impactos Ambientais. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) - Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/42062> Acesso em: 18 nov. 2024.

MATTOS, L. **Fontes Orgânicas Alternativas de Nitrogênio para a Cultura do Milho.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Departameto de Ciências Agrônômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/32127/TCC%20Lucas%20de%20Mattos%20-%20FONTES%20ORG%C3%82NICAS%20ALTERNATIVAS%20DE%20NITROG%C3%8ANIO%20PARA%20A%20CULTURA%20DO%20MILHO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MELO, A. P. **Efeitos da *Crotalaria Retusa* L. No Cultivo Solteiro e Consorciado de Milho e Feijão e de Brócolis em Sucessão.** 2021. Tese (Pós-Graduação em Fitotecnia). Campus viçosa. Universidade federal de viçosa, Viçosa, 2021. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/8b02515e-35fc-4f10-8062-a38bdb65c5d8/content>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MENEGHINI, L. A.; LOPES, C. L.; ANDRADE, E. A.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Fontes e doses de adubação nitrogenada na cultura do milho segunda safra. *Revista Cultivando Saber*, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 1 - 8, 2020. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/982/905> Acesso em: 18 nov. 2024.

PENHA JUNIOR, C. M.; GOMES, C. E. B.; MARQUES, R.; AGUIAR, A. C. F.; SANTOS, J. S.; ZANANDREA, I. Aspectos Anatômicos de Raízes de Plantas de Milho Cultivadas sob Diferentes Condições de Adubação. *Journal of Geospatial Modelling*, [s. l.], v. 3, n. 1, 31 dez. 2023. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/geospatial/article/view/22274>. Acesso em: 19 nov. 2024.

QUEVEDO, R. C.; SANTOS, C. A.; ESPEJO, M. M. S. Pesquisa Experimental Na Contabilidade Gerencial: Uma Revisão Sistemática. In: IV Simpósio Sul-Mato-Grossense de Administração, 2021,

Parnaíba. **Anais do [...]**. Paranaíba: UFMS, 2021, 1-20. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/SIMSAD/article/view/13344/9201> Acesso em: 20 nov. 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações Para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5 Aproximação**. Viçosa, 1999.

ROCHA, C. G. **Desenvolvimento, Calibração e Aplicação de Novas Metodologias Analíticas para Medidas das Emissões de Amônia e Óxidos de Nitrogênio Provenientes do Solo Adubado**. 2021. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a0071616-ee8e-4ebf-9149-995446257cb5/content>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SANTOS, D. C. **Doses e Formas de Aplicação Nitrogenada Sobre o Rendimento de Grãos de Milho**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Campus Ibirubá; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Ibirubá, 2022. Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1520/1234567891520.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SANTOS, K. D. **Uso de Fertilizantes Nitrogenados em Pastagens**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Campus de Araguaína, Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/5144/1/Kelly%20Dias%20dos%20Santos%20-%20TCC.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SILVA, J. P. M. **Resposta de Cultivares de Feijoeiro-Comum de Grãos Especiais do Tipo Exportação à Adubação Nitrogenada em Cobertura**. 2024. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Câmpus de Jaboticabal, Universidade Federal Paulista, Jaboticabal, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/d845b246-5e57-42a5-b000-8f52eac2d36e/content>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SILVA, L. E. B.; SILVA, J. C. S.; SOUZA, W. C. L.; LIMA, L. L. C.; SANTOS, R. L. V. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays L.*): revisão de literatura. **Diversitas Journal**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1636 - 1657, 2020. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/869. Acesso em: 17 nov. 2024.

SILVA, M. H.; SILVA, M. A. A.; DUARTE, E. R.; BONNETI, R. A. T.; PALUDETTO, A.; MIYASHIRO, C. F. A Relação do Nitrogênio com o Desenvolvimento das Plantas e Suas Formas de Disponibilidade. **Recima21**, [s. l.], v. 5, n. 1, dez, 2023. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4762>. Acesso em 19 nov. 2024.

SILVESTRE, L. D. **Disponibilidade de Nitrogênio em Plantação de Eucalipto em Função do Manejo de Resíduos Florestais e Fertilização Após Duas Rotações de Cultivo**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-11122023-084647/publico/Leticia_Delarizza_Silvestre_versao_revisada.pdf. Acesso em: 19 nov. 2024.

SOUZA, M. A.; DETMANN, E.; BATISTA, E. D.; FRANCO, M. O.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; ROCHA, G. C. Estudo colaborativo para avaliação dos teores de matéria mineral em alimentos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 62-75, mar. 2017a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402017000100007>. Acesso em: 7 jul. 2025.

