

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

Isadora de Lima Teixeira¹
Kamilla Pires Vitor²
Felipe Latini de Oliveira³
Vinícius Sigilião Silveira Silva³
Ricardo Arizono dos Reis³
Irlane Toledo Bastos³

felipe.latini@hotmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Agrárias

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

¹ Acadêmica do 10º período de Agronomia, Centro Universitário Vértice - Univértix, Matipó/MG

² Acadêmica do 10º período de Agronomia, Centro Universitário Vértice - Univértix, Matipó/MG

³ Professor (a) do curso de Agronomia do Centro Universitário Vértice - Univértix

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 é a segunda bebida mais consumida no mundo, ficando atrás apenas da água. Segundo a Organização Internacional do Café (OIC), entre outubro de 2021 e setembro de 2022, a produção global atingiu aproximadamente 170,83 milhões de sacas de 60 kg, enquanto o consumo mundial foi de 164,9 milhões de sacas no mesmo período (Freitas, 2023). No Brasil, mesmo diante da bienalidade negativa característica do ano de 2025, estima-se um aumento de 2,7% na colheita em relação à safra anterior, com previsão de alcançar 55,7 milhões de sacas. Caso esse número se confirme, será o maior volume já registrado em um ano de baixa bienalidade, superando a safra de 2023 em 1,1% (Custódio *et al.*, 2023; Albuquerque, 2024).

Em 2021, os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná foram responsáveis por uma produção estimada de 49,2 milhões de sacas, cultivadas em uma área de aproximadamente 1,8 milhão de hectares, consolidando-se como os principais polos cafeeiros do país (Albuquerque, 2024). Dentro das espécies cultivadas, o café arábica se destaca por apresentar sabor mais suave e notas naturalmente adocicadas, atribuídas à maior concentração de açúcares nos grãos, em comparação ao café robusta (Custódio *et al.*, 2023).

A formação de lavouras de café arábica ocorre, majoritariamente, por meio de mudas originadas de sementes. Para assegurar o êxito no estabelecimento da lavoura, é indispensável que as sementes possuam alta qualidade fisiológica e sanitária. Além disso, recomenda-se que tanto as sementes quanto as mudas sejam adquiridas de viveiristas registrados no Registro Nacional de Sementes e Mudanças

(RENASEM), garantindo a rastreabilidade e o controle por parte dos órgãos fiscalizadores em todas as etapas de produção e comercialização (Knupp et al., 2024).

2.2 Mudanças de qualidade

A fase de formação das mudas é fundamental para o sucesso do plantio do cafeeiro, pois influencia diretamente na sobrevivência e no bom desenvolvimento das plantas no campo, especialmente em ambientes desafiadores. Mudanças vigorosas, com sistema radicular bem desenvolvido, tendem a se adaptar mais facilmente, reduzindo a necessidade de replantio e promovendo maior uniformidade na lavoura (Moura et al., 2024). A aquisição de mudas de qualidade é, portanto, decisiva para o sucesso da lavoura cafeeira, sendo papel dos viveiristas produzir plantas saudáveis e robustas, dado o caráter perene da cultura (Favarin et al., 2003; Olaetxea et al., 2019).

O bom desenvolvimento das mudas de *Coffea arabica* depende de manejo adequado e nutrição balanceada, com fornecimento correto de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Zn e B). Além disso, condições ideais de cultivo — como temperatura entre 20 °C e 28 °C, boa luminosidade, umidade moderada e ventilação do substrato — são essenciais para favorecer a fotossíntese e evitar estresses hídricos. Para garantir mudas de alta qualidade, é necessário utilizar sementes ou estacas selecionadas, substratos bem preparados, irrigação controlada e manejo criterioso, assegurando mudas uniformes, bem enraizadas e aptas ao transplante (Viqui et al., 2016).

2.3 Ácidos húmicos

O uso de substâncias húmicas em mudas de café tem demonstrado resultados positivos no aumento da produtividade, ao melhorar a absorção de água e nutrientes e reforçar a resistência da planta a estresses bióticos e abióticos (Santos, 2024). Esses compostos estimulam o crescimento radicular, permitindo maior exploração do solo e promovendo o vigor das mudas. Estresses abióticos, como secas e temperaturas extremas, e bióticos, como pragas e doenças, afetam o desenvolvimento das plantas, e as substâncias húmicas contribuem para mitigar esses impactos. Entre os efeitos mais observados dos ácidos húmicos estão a indução de raízes laterais e adventícias, o alongamento radicular e o aumento de pelos radiculares, o que amplia a capacidade de absorção das plantas (Olaetxea et al., 2019).

Além do café, os benefícios dessas substâncias são relatados em outras culturas, como o mamão, onde promovem melhor desenvolvimento e adaptação das mudas ao transplante (Dousseau et al., 2022), e na alface, com aumento do enraizamento a partir da aplicação de turfa (Lages et al., 2024). No caso específico do cafeeiro arábica, uma muda ideal deve ter de 20 a 30 cm de altura, entre 4 e 6 pares de folhas saudáveis, coletos com mais de 3 mm de diâmetro e raízes bem distribuídas. A ausência de pragas e doenças, além de uma estrutura vigorosa, garante maior sucesso no campo, resultando em lavouras mais produtivas e duráveis (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 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., cultivar 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 sementeira, 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); MFSR (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	G L	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

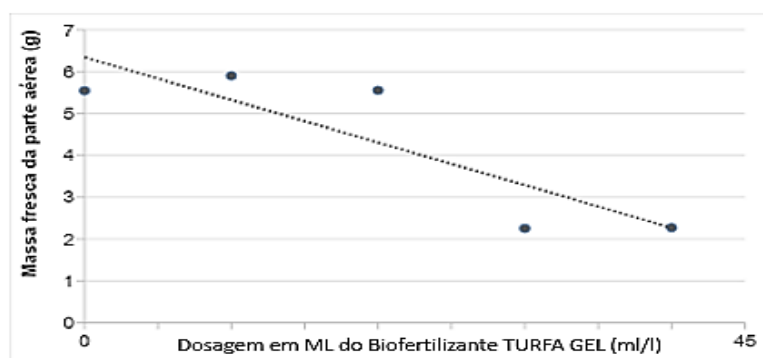
*Significativo ao nível de 5% de probabilidade. MFPA= massa fresca da parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MFSR = massa fresca do sistema radicular; MSSR = massa seca do sistema radicular; APA = altura da parte aérea; CSR = comprimento do sistema radicular; NPF = número do par de folhas.

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,

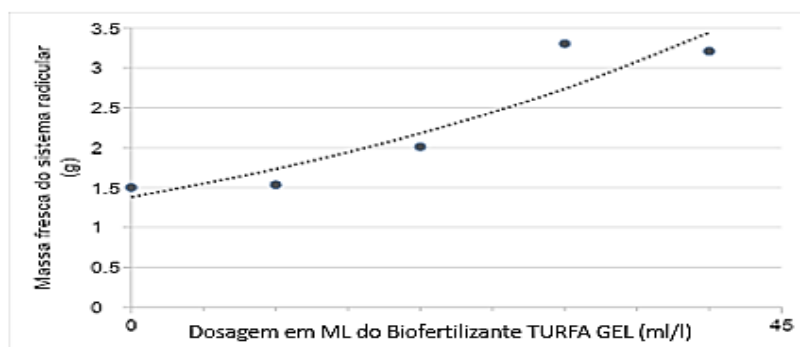
indicando aumento do crescimento até esse ponto e posterior decréscimo. O modelo ajustado foi significativo ($p < 0,05$) e apresentou coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,8103$), o que indica boa explicação da variação dos dados pela equação.

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 $y = 1,3798 \cdot e^{0,0229x}$ e coeficiente de determinação $R^2 = 0,8557$, 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 arábica*, 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 (Viqui *et al.*, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que o biofertilizante Turfa Gel favorece o desenvolvimento morfológico de mudas de *Coffea arabica*, especialmente pelo estímulo ao crescimento radicular. Doses mais elevadas (30 e 40 mL L⁻¹) potencializam o vigor das raízes, mas exigem ajustes no manejo para equilíbrio entre parte aérea e radicular. A dose de 20 mL L⁻¹ foi a mais indicada nas condições testadas, promovendo crescimento equilibrado. Além disso, o aumento da massa fresca indica um potencial efeito

prolongado do biofertilizante sobre o acúmulo de biomassa ao longo do desenvolvimento das mudas.

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.; NOVEMBRE, 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/HHwnyy7LsCMpV9NZzWqtfTt/?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:

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](#). 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.