

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
VANESSA PRADO CARNEIRO

APLICAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS EM LAVOURA CAFEEIRA NO
MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO

Monte Carmelo

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

VANESSA PRADO CARNEIRO

APLICAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS EM LAVOURA CAFEEIRA NO
MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriane de Andrade Silva.

Monte Carmelo

2022

VANESSA PRADO CARNEIRO

APLICAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS EM LAVOURA CAFEEIRA NO
MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso
de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau
de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 21 de junho de 2022

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Adriane de Andrade Silva
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Gleice Aparecida de Assis
Membro da Banca

Prof.^a Dr.^a Regina Maria Gomes
Membro da Banca

Monte Carmelo
2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo a Deus, por estar sempre ao meu lado, me dando forças e saúde pra superar todos os momentos difíceis que passei.

Ao meu pai Bolivar, que eu perdi no início do curso, mas foi totalmente essencial para a escolha do meu curso, e minha mãe, Valéria e meu irmão Marcus Vinícius, que me aprovaram e estiveram comigo em todos os momentos que eu precisei.

Agradecer a Universidade Federal de Uberlândia – *campus* Monte Carmelo e todos os funcionários que me proporcionaram um ambiente propício para o desenvolvimento do meu curso.

A minha professora Adriane de Andrade por toda a ajuda no meu trabalho de conclusão de curso. Por toda paciência comigo e todo cuidado pra me ajudar em tudo, e nunca desistir de mim, e ter me ajudado nesse período importante do meu aprendizado.

Agradecer também ao proprietário da fazenda e todos os produtos disponibilizados para minha pesquisa.

Aos meus amigos e parceiros de pesquisa, por toda ajuda e apoio durante esse período tão importante da minha formação acadêmica.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a minha graduação.

RESUMO

A qualidade nutricional é um dos fatores que mais interfere na produtividade das culturas agrícolas e na cafeicultura isso não é diferente. Por ser uma cultura perene e alto valor agregado é muito importante realizar um manejo adequado de fertilidade visando uma maior qualidade do produto. A utilização de biofertilizantes muitos deles a base de ácidos húmicos e fúlvicos vem sendo estudado em diversas culturas e os resultados encontrados tem sido satisfatórios, proporcionando aumento de qualidade e produtividade do produto agrícola. Com isso o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes fontes de biofertilizantes no crescimento vegetativo do cafeeiro e avaliar a influência dos mesmos na absorção de nutrientes pelas folhas. O trabalho foi conduzido na fazenda Araras 2 localizada no município de Monte Carmelo na microrregião do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro no cerrado de Minas Gerais. A área é cultivada com a variedade Paraíso MGH 419-1, espaçamento utilizado foi de 3,8 m entre linhas e 0,7 m entre plantas em uma área de 6,54 hectares. Os tratamentos utilizados foram: T0 – tratamento controle (padrão fazenda); T1 - aplicação de ácido Húmico – K- Humate – dose 1 L/ha; T2- Aplicação de ácido Húmico ALLTECH – dose 1 L/ha; T3 – Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 1,0 L/ha; T4 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 1,5 L/ha; T5 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 2,0 L/ha; T6 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 2,5 L/ha. Foi realizadas avaliações de crescimento vegetativo e amostragem foliar para observar o estado nutricional das plantas e verificar se existe diferença entre os tratamentos. A utilização de biofertilizantes tem potencial para proporcionar ganhos de crescimento no cafeeiro e ganhos na absorção de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: cafeicultura, biofertilizantes, qualidade nutricional.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVOS.....	6
3 REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Importância da Cafeicultura	7
3.2 Aspectos fisiológicos da cultura	8
3.3 Manejo nutricional do cafeeiro	9
3.4 Ácidos Húmicos e Fúlvico	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Área experimental e tratamentos	11
4.2 Avaliações realizadas	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6 CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma cultura em que a nutrição influencia diretamente na qualidade do produto, e não se deve descuidar dos aspectos ligados à fertilidade do solo e das plantas, por ser uma cultura perene e de alto valor agregado.

Recentemente tem-se observado que o uso de biofertilizantes, principalmente a base de ácidos húmicos e fúlvicos podem contribuir com a produtividade e qualidade de bebida do café. Esses insumos são aplicados ao longo do ciclo da cultura e favorecem também para a redução de ataques de pragas, melhor crescimento vegetativo.

Em termos simples, pode-se dizer que as substâncias húmicas são compostos orgânicos condensados, produzidos pela ação microbiana, e que diferem dos biopolímeros por sua estrutura molecular e elevada persistência no solo. Essa definição de substâncias húmicas é, portanto, desvinculada do conhecimento exato de forma e massa molecular. Os processos bioquímicos envolvidos na formação do húmus ainda não são bem entendidos. Existem pouco consenso e muitas dúvidas em relação ao processo genericamente definido como humificação (Baldotto et al., 2010).

As composições químicas e de grupos funcionais médias dos ácidos húmicos e dos ácidos fúlvicos (Schnitzer & Khan, 1972) revelam que os ácidos húmicos apresentam mais C e menos O que os ácidos fúlvicos, mostrando que o ácido húmico é relativamente mais polimerizado que o ácido fúlvico e que os ácidos fúlvicos contêm mais grupamentos funcionais ácidos, por unidade de massa, que os ácidos húmicos. A relação entre as frações ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, por exemplo, constitui-se num índice de estabilidade da matéria orgânica (Baldotto, 2006; Ribas et al., 2008).

Notadamente, as substâncias húmicas alteram o desenvolvimento das plantas (Chen & Avid, 1990; Canellas et al., 2002; Nardi et al., 2002). Assim objetivou-se nesse trabalho observar as alterações de sua aplicação em uma lavoura de café em produção.

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes fontes de biofertilizantes no crescimento vegetativo do cafeeiro e avaliar a influência dos mesmos na absorção de nutrientes pelas folhas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da Cafeicultura

O café é uma das principais culturas cultivadas no Brasil, sendo importante para a economia do país. Pertencentes ao gênero *Coffea*, o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora* são as duas espécies que são cultivadas no território brasileiro (FERNANDES et al., 2012). A cultura foi introduzida no país em 1727 e com o passar dos anos foi sendo introduzida nos diversos estados brasileiros, sendo hoje Minas Gerais e Espírito Santo os dois estados que mais produzem café do país. Com a evolução das técnicas de cultivo, com a introdução de maquinários, cultivares adaptadas, técnicas de correção de solo e controle de pragas e doenças a produção veio aumentando ano a ano, chegando a dobrar a média anual do período de 1960 (22,9 milhões de sacas) até a safra 2016 (47,1 milhões de sacas) (MATIELLO et al., 2015).

A safra brasileira de café 20/21 sofreu uma redução de produção em relação à safra 19/20, Essa redução é recorrente da bienalidade negativa em quase todas as regiões produtoras e também as condições climáticas, principalmente em relação ao aspecto pluviométrico, ficando aquém do esperado. Com isso estima-se uma queda de 25,7% em relação a safra anterior, chegando a uma produção de 46,8 milhões de sacas de 60 Kg de café beneficiado (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021).

A espécie *C. arabica*, é a principal espécie cultivada no Brasil onde a área cultivada com café arábica equivale a cerca de 81% da área total atribuída a cafeicultura nacional, sendo estimada em 1.806,6 mil hectares. Minas Gerais maior produtor dessa espécie do país, também sofreu com quedas de produção chegando a 21,4 milhões de sacas de café produzida nessa safra, o que significa um volume 31% menor do que na safra anterior (CONAB, 2021).

Além de ser o maior produtor de café do mundo, o Brasil também é o maior exportador de grãos da cultura. Segundo a Organização Mundial do Café - OIC (2021) as exportações globais de café tiveram um aumento no decorrer do ano de 2021. Ainda de acordo com a OIC, as exportações brasileiras do ano cafeeiro 20/21 aumentaram 24 % em relação a safra 19/20 totalizando 15,5 milhões de sacas de 60 Kg exportadas.

Essas informações reforçam a importância da cultura para a economia brasileira, indicando que pesquisas que visem aumentar a produtividade da cultura e qualidade dos grãos são totalmente válidas de serem realizadas.

3.2 Aspectos fisiológicos da cultura

O desenvolvimento do cafeeiro juntamente com sua produtividade depende totalmente do ambiente onde ele é cultivado. Condições ambientais adequadas facilitam no manejo, no aumento de produção e diminuem os riscos com a cultura (MATIELLO et al, 2016). A presença de condições meteorológicas ideais durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura do café é de grande importância para a produtividade final da cultura (EVANGELHISTA et al., 2002).

A região do cerrado mineiro uma das principais regiões produtoras de café de Minas Gerais propicia para a cultura condições favoráveis para seu cultivo. Temperatura média entre 18 e 22°C, altitude variando de 800 a 1250 metros e índice pluviométrico próximo aos 1600 mm anuais fazem com que a cultura possa se estabelecer bem na região (ORTEGA e JESUS, 2011). Evangelhista et al. (2002) cita que o período de seca com baixas pluviosidades que ocorre na época da colheita no cerrado, evita que ocorra fermentações nos grãos que estão sob o processo de secagem, reduzindo perdas de qualidade. Já a temperatura amena permite um processo mais longo e uniforme da maturação dos frutos.

O crescimento vegetativo do café possui grande influência na produtividade final. Os ramos laterais do cafeeiro são os ramos plagiotrópicos, sendo estes os responsáveis por carregar as gemas produtivas da planta. Portanto, teoricamente, quanto maior o número de ramos produtivos e quanto maior a quantidade de nós por ramo, maior será a produtividade da lavoura cafeeira (MATIELLO et al., 2015).

Assis et al. (2014) avaliando desenvolvimento vegetativo e produtividade de cafeeiros sob diferentes lâminas de irrigação observaram que nas duas primeiras safras a altura da planta correlacionou positivamente com a produtividade do cafeeiro. Estes mesmos autores também relataram correlação entre produtividade e número de ramos plagiotrópicos na planta.

Avaliando a correlação entre crescimento vegetativo e produtividade de diferentes cultivares de cafeeiro em diferentes regiões de Minas Gerais, Carvalho et al. (2010) concluíram que existe correlação entre os diferentes parâmetros de crescimento da planta, e também correlação entre as características de crescimento e produtividade. Também observaram que os caracteres vegetativos são influenciados pelo ambiente.

Com isso se torna importante fornecer um ambiente adequado para a cultura se desenvolver, com condições climáticas ideais e com o manejo mais alinhado possível.

3.3 Manejo nutricional do cafeeiro

Para estabelecer um manejo adequado de adubação é necessário conhecer os principais problemas relacionados a nutrição da planta e posteriormente determinar quais são os nutrientes limitantes, a quantidade a ser aplicada e a época e forma de aplicação adequada. As análises de solo e foliares auxiliam os produtores rurais nas tomadas de decisão, onde as análises de solo caracterizam a quantidade de nutrientes disponíveis no solo e as foliares fornecem indicativos sobre o estado nutricional das plantas (MARTINEZ et al., 2003).

O cafeeiro tem como característica uma alta absorção de nutrientes advindos do solo, sendo necessário a aplicação de corretivos e fertilizantes para que a lavoura alcance altas produtividades (FARNEZI et al., 2009). Para completar seu ciclo de vida as culturas agrícolas demandam de macronutrientes e micronutrientes, que são essenciais para seu desenvolvimento. Em relação aos macronutrientes as plantas demandam em maior quantidade do que os micronutrientes porém o mais importante para um correto desenvolvimento é que todos os nutrientes estejam em níveis adequados (LOPES, 1998).

Em ordem de grandeza os macronutrientes mais exigidos pelas plantas de café são: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre. Já para os micronutrientes a ordem de demanda da planta é: ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo). A recomendação de aplicação de fertilizantes e corretivos de solo devem acontecer visando suprir a necessidade dos nutrientes e manter um equilíbrio adequado entre os nutrientes no solo, visto que o excesso de alguns nutrientes ocasionam em não absorção de outros (MATIELLO et al., 2016).

Franco et al (2020) estudando os impactos da adubação na produção de cafés em pequenas propriedades utilizando de doses variando de 0 a 1,12 kg de 20-05-20 por planta de café, concluíram que a adubação com 1,2 Kg por planta forneceu ao produtor um aumento de 286% de produtividade. Os mesmos autores também fizeram uma avaliação de lucro final onde sem a aplicação de adubo o agricultor conseguiu um lucro de 5,9 mil reais e com a dose de 1,2 kg por planta de adubo ele obteve um lucro de 10,5 mil reais, demonstrando a importância da adubação.

Os fertilizantes utilizados nas lavouras podem ser classificados de três formas: fertilizantes minerais, fertilizantes orgânicos e fertilizantes organominerais. A utilização de fontes orgânicas de nutrientes vem crescendo cada vez. Como benefícios da utilização de adubos orgânicos podemos citar: aumento da retenção de água no solo, fornecimento de um

grande número de nutrientes, aumento da microbiota do solo e melhoria da textura e estrutura do solo (SOUZA E PRESOTTI, 1997).

Silva et al. (2020) avaliando a combinação de adubação mineral e orgânica na cultura do café concluíram que a combinação das duas formas de adubação promoveram o aumento do porte dos cafeeiros se comparado com as adubações orgânicas e minerais aplicadas de forma isolada. Fernandes et al. (2012) estudando a aplicação de palha de café como fonte de nutrientes para as plantas concluíram que a utilização de palha de café pode ser uma alternativa de aporte de nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre proporcionando uma redução da adubação com fertilizantes minerais. Também observaram que as adubações com palha tenderam a aumentar a CTC do solo e também os níveis de matéria orgânica, além de reduzir a quantidade de Cu^+ .

3.4 Ácidos Húmicos e Fúlvico

Os condicionadores de solo são substâncias com cadeias carbônicas iguais ou semelhantes às presentes na natureza, podendo ser sintetizados industrialmente ou extraídos de turfas ou minas. Os ácidos húmicos e fúlvicos fazem parte das substâncias húmicas possuindo alta capacidade de trocas de cátions estando presentes no solo, na água e em sedimentos com M.O estável. São originadas da degradação ou deposição de resíduos orgânicos animais e vegetais, da ciclagem de C, N, H e O da matéria orgânica, do metabolismo composto destes compostos e da polimerização microbiológica de compostos orgânicos (CARON, GRAÇAS e CASTRO, 2015).

Constituindo a maior fração das substâncias húmicas os ácidos húmicos são precipitados escuros que se dissolvem em solventes orgânicos e ácidos minerais. Possuem capacidade de troca de cátions entre 350 e 500 meq 100 g⁻¹, com origem na lignina, apresentando elevado peso molecular e grandes quantidades de ácidos carboxílicos e significativas quantidades de nitrogênio. Já os ácidos fúlvicos são substâncias solúveis em água e em soluções ácidas e alcalinas. Apresentam menor peso molecular que os ácidos húmicos, menor quantidade de compostos fenólicos e grupos carboxílicos e uma menor concentração de estruturas aromáticas. Apresentam melhor solubilidade em água e troca de cátions entre 700 e 1000 meq 100 g⁻¹ (CARON, GRAÇAS e CASTRO, 2015).

Bento et al. (2021) estudando o impacto da aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos na produção de mudas de café observaram que o aporte de ácido fúlvico proporcionou melhor

resposta para as variáveis espaçamento entre os nós, altura de plantas, comprimento de raiz, diâmetro de colo, peso seco da parte aérea e peso seco de raiz. Também observaram que o ácido fúlvico foi mais eficiente que o ácido húmico, porém o ácido húmico foi superior ao tratamento controle sem a aplicação dos ácidos.

Outros autores relataram a eficiência do ácido fúlvico em outras culturas. Borcioni, Mógor e Pinto (2016) observaram que a utilização do ácido promoveu maior crescimento radicular e maior circunferência de cabeça em alface (*Lactuca sativa* L.). Catchi et al (2016) observaram o incremento no crescimento vegetativo de plantas de soja (*Glycine max*) e no número de vagens por planta, refletindo assim em sua produtividade.

Com isso é importante os estudos com a utilização desses ácidos buscando um maior desenvolvimento da planta e consequentemente aumentos de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O trabalho foi conduzido na fazenda Araras 2, situada nas coordenadas 18°44'19"S de latitude e 47°31'19"W de longitude, altitude de 890 metros, localizada no município de Monte Carmelo na microrregião do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro no cerrado de Minas Gerais. Os valores médios de temperatura, umidade relativa e precipitação, durante o período de condução do experimento se encontram na Tabela 1.

Tabela 1: Dados meteorológicos de Monte Carmelo/MG durante a condução do experimento

Meses	T (C°)	UR (%)	Precipitação (mm)
Nov/20	25,03	73,5	125
Dez/20	25	81,6	392
Jan/21	24,6	80,1	230,9
Fev/21	24,1	84,8	338,2
Mar/21	24,1	76,6	104,4
Abr/21	23,0	71,3	45

Fonte: Sismet Cooxupé, 2021.

O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho, com topografia plana. A área é cultivada com café arabica L., Variedade Paraíso MGH 419-1, espaçamento utilizado foi de 3,8 m entre linhas e 0,7 m entre plantas, com densidade populacional

estimada de 3.765 plantas ha⁻¹, cultivado no talhão 8 da propriedade com 6,54 hectares. Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma análise de solo para caracterização da fertilidade da área (Tabela 2).

Tabela 2: Análise dos atributos químicos e textura de um Latossolo Vermelho distrófico, sob cultivo de café na fazenda araras - Monte Carmelo, MG. 2020.

Característica	Valor
pH CaCl ₂ (1:2,5)	5,6
pH água (1:2,5)	6,2
Fósforo Mellich – mg dm ⁻³	4,2
Potássio (K) – mg dm ⁻³	136,4
Enxofre (S-SO ₄ ²⁻)	3,18
Cálcio (Ca ²⁺) Cmol _c dm ⁻³	2,33
Magnésio (Mg ²⁺) Cmol _c dm ⁻³	1,22
CTC efetiva (t) Cmol _c dm ⁻³	3,90
CTC potencial (T) Cmol _c dm ⁻³	5,50
Acidez Trocável(Al ³⁺) Cmol _c dm ⁻³	0,00
Acidez Potencial (H + Al) Cmol _c dm ⁻³	1,60
Soma de Bases (SB) Cmol _c dm ⁻³	3,90
Saturação por alumínio (m) %	0
Saturação por bases (V) %	71
Carbono Orgânico (CO) g kg ⁻¹	16,10
Matéria Orgânica (MO) g dm ⁻³	27,70
Boro (B) mg dm ⁻³	0,06
Cobre (Cu) mg dm ⁻³	1,50
Ferro (Fe) mg dm ⁻³	35,0
Manganês (Mn) mg dm ⁻³	7,30
Zinco (Zn) mg dm ⁻³	1,00

Extratores: pH em água, K e P assimilável por Melich-1, P=remanescente, teores de Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ trocáveis extraídos por KCl, acidez potencial por Acetato de Cálcio, matéria orgânica do solo (MOS) por titulometria de acordo com metodologia da EMBRAPA (2011). Realizada pelo Laboratório LABRAS – Monte Carmelo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos e sete tratamentos. Cada parcela foi composta por 30 plantas, considerada

útil as dez plantas centrais, sendo cinco plantas de bordadura de cada lado. Cada parcela foi distanciada um da outra com 10 metros para não haver interferência entre os tratamentos.

Os tratamentos foram constituídos das seguintes dosagens e fontes de bioestimulantes e fertilizantes.

T0 - Tratamento Controle – Testemunha sem aplicação de Fertilizantes Orgânicos e Organominerais; Na adubação padrão da fazenda via fertirrigação estima-se a aplicação de 695,65 kg ha⁻¹ de Uréia (45% N), 229,77 kg ha⁻¹ de KCl (58% K₂O), 40,74 kg ha⁻¹ de Sulfato de magnésio (8% Mg e 12% S), 10,43 kg ha⁻¹ de Boro e 184,79 kg ha⁻¹ de formulado 19-04-19 (N-P₂O₅-K₂O). Na adubação via solo aplicaram-se 269,69 kg ha⁻¹ de KCl (58% K₂O) e 6,5 t ha⁻¹ de composto orgânico. (Essas aplicações foram realizadas somente anteriormente à novembro de 2020 - após o tratamento controle ficou sem aplicação de fertilizante);

T1 – aplicação de ácido Humico – K- Humate – dose 1 L/ha;

T2- Aplicação de ácido Humico ALLTECH – dose 1 L/há;

T3 – Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 1,0 L/ha;

T4 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 1,5 L/ha;

T5 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 2,0 L/ha;

T6 - Aplicação Produtos DENKA – 413 dose de 0,5 L/ha e NK218 – 2,5 L/ha;

Os tratamentos foram medidos em proveta graduada e solubilizados em tanque tratorizado com capacidade de 3000 L, no desenvolvimento vegetativo, avaliação nutricional e produtividade. A aplicação com tanque tratorizado foi indicada por representar a mesma tecnologia que seria adotada pelos produtores.

4.2 Avaliações realizadas

As avaliações das características vegetativas da planta foram realizadas no período de novembro a abril, e os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Altura de planta (Altura) - medida do colo até o ponto de inserção da gema terminal com auxílio de uma régua, em centímetros.
- Comprimento de ramos plagiotrópicos (C. ramo acima e C. ramo abaixo) - medição de um ramo plagiotrópico localizado no terço médio da planta, desde a inserção do mesmo no ramo até a extremidade do ramo plagiotrópico, em centímetros.

Também foi realizado amostragens foliares antes das aplicações dos tratamentos e 30 dias após a aplicação, para avaliar como estava o estado nutricional das plantas dentro de cada tratamento. A amostragem foi feita da seguinte forma: as folhas foram coletadas em dois ramos no terço mediano da planta, no terceiro par de folhas a partir do ápice do ramo com frutos, sendo coletadas em 10 plantas aleatórias da parcela dos dois lados da planta, totalizando 40 folhas por parcela. As folhas foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para o laboratório. Foi solicitado as análises de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em g.Kg^{-1} e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn e B) em mg.Kg^{-1} .

Os dados de crescimento foram submetidos à análise de variância, e posteriormente submetidos ao teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Todos os dados obtidos foram analisados utilizando-se o software SISVAR.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável comprimento de plagiotrópico primário acima e comprimento de plagiotrópico primário abaixo não apresentaram diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade em nenhuma das datas avaliadas. Já a variável altura de planta (m) apresentou diferença significativa em nível de 1% para as datas 13/11/2020, 21/12/2020 e 12/13/2021. Não houve diferença significativa entre os blocos pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para tamanho de plantas (m) de cafeeiros submetidos a diferentes tratamentos.

FV	GL	p-valor			
		13/11/2020	21/12/2020	12/03/2021	23/04/2021
Tratamento	6	0,009 **	0 **	0,0001 **	0,7666 ^{ns}
Bloco	3	0,2933 ^{ns}	0,5285 ^{ns}	0,0912 ^{ns}	0,8935 ^{ns}
Erro	18				
Total	27				
CV (%)		3,76	1,64	1,81	6,7
Média geral		2,03	2,13	2,26	2,83

NS e **: não significativo, significativo ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

A média de altura de plantas (m) para as datas 13/11/2020, 21/12/2020, 12/03/2021 e 23/04/2021 foram 2,03, 2,13, 2,26 e 2,83 metros, respectivamente. Os tratamentos 413 e 1 dose de NK18 2,0 L, 413 e 1 dose de NK18 2,5 L, 413 e 1 dose de NK18 1,5 L e Altec (soil

plex fert) foram superiores estatisticamente aos tratamentos com Ácido Fúlvico, 413 e NK18 e a testemunha nas datas de 13/11/2020 e 21/12/2020 (Tabela 4).

Tabela 4: Altura de planta (m) de cafeeiros submetidos a diferentes fontes de biofertilizantes.

Tratamentos	Médias			
	13/11/2020	21/12/2020	12/03/2021	23/04/2021
Testemunha	1,94 b	2,04 b	2,12 c	2,69 a
Ácido Fúlvico	1,95 b	2,06 b	2,19 b	2,78 a
413 e NK18	1,96 b	2,09 b	2,22 b	2,80 a
413 e 1 dose de NK18 2,0 L	2,07 a	2,16 a	2,28 a	2,86 a
413 e 1 dose de NK18 2,5 L	2,10 a	2,16 a	2,30 a	2,87 a
413 e 1 dose de NK18 1,5 L	2,10 a	2,19 a	2,35 a	2,88 a
Altec (soil plex fert)	2,11 a	2,18 a	2,35 a	2,88 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Para a data de 12/03/2021 a testemunha sem aplicação foi inferior aos demais tratamentos e os tratamentos constituídos de 413 e 1 dose de NK18 2,0 L, 413 e 1 dose de NK18 2,5 L, 413 e 1 dose de NK18 1,5 L e Altec (soil plex fert) foram superiores em relação ao tratamento com Ácido Fúlvico e ao tratamento com 413 e NK18.

SANTOS et al. (2013) trabalhando com aplicação de biofertilizantes fluídos a base de ácidos húmicos em mudas de café observaram crescimento superior em torno de 20% na altura da muda, 20% no crescimento de raiz e 40% em diâmetro de copa em relação a testemunha sem a aplicação do biofertilizantes. JESUS et al. (2016) acrescentando formulados comerciais com ácidos húmicos e fúlvicos no manejo pós plantio do café observaram que o tratamento com acréscimo do formulado obteve superioridade nos caracteres vegetativos do cafeeiro como número de folhas, altura de planta (cm), diâmetro de caule (mm) e número de guias.

Não houve diferença entre os tratamentos na data de 23/04/2021 pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Em relação aos níveis dos nutrientes foliares não houve diferença significativa pelo Teste F nos teores médios de N e Fe entre os tratamentos utilizados. Houve diferença significativa no teor médio de Ca a nível de 5% de probabilidade. Para os demais nutrientes P, K, S, Mg, Zn, B, Mn e Cu houve diferença significativa entre os tratamentos a nível de 1% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 5).

Tabela 5: Análise de variância dos níveis dos nutrientes foliares submetidos a diferentes fontes de biofertilizantes.

FV	GL	p-valor										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	B	Mn	Cu
Tratamento	6	0,73 ^{ns}	0,0005**	0,0023**	0,016*	0,0069**	0,0002**	0,60 ^{ns}	0,0002**	0,0007**	0,0002**	0,0008**
Bloco	3	0,35 ^{ns}	0,047*	0,97 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,0093**	0,29 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,0009**	0,076 ^{ns}	0,0012**	0,33 ^{ns}
Erro	18											
Total	27											
CV (%)		9,35	8,28	6,30	11,65	10,55	9,71	54,19	19,83	9,22	16,77	9,34
Média geral		27,81	1,51	19,30	9,43	2,93	2,01	88,28	13,25	42,00	86,43	15,39

NS, * e **: não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade e significativo ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Avaliando o impacto da aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos em mudas de cafeeiro Bento et al. (2021) observaram que não houve diferença significativa para teores N, P, Ca, Mg e S nas folhas do cafeeiro, porém demonstrando maior média que o tratamento controle somente com aplicação de água.

Não ocorreu diferença significativa entre os blocos a nível de 5% de probabilidade pelo Teste F para os nutrientes N, K, Ca, S, Fe, B e Cu. Os demais nutrientes apresentaram diferença significativa entre os blocos (Tabela 5). A média geral dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S foram de 27,81, 1,51, 19,30, 9,43, 2,93 e 2,01 respectivamente.

Os tratamentos com Ácido Fúlvico, 413 e NK18, 413 e 1 dose de NK18 2,5 L, 413 e 1 dose de NK18 1,5 L e Altec (soil plex fert) proporcionaram maiores níveis de P na folha em relação aos demais tratamentos (Tabela 6). A testemunha sem aplicação ofereceu uma quantidade superior de K na folha em relação aos demais tratamentos. (Tabela 6).

Tabela 6: Teores dos macronutrientes foliares em cafeeiro submetidos a diferentes adubações foliares.

Tratamentos	(g.Kg ⁻¹)				
	P	K	Ca	Mg	S
Testemunha	1,2 b	22,1 a	7,60 b	2,5 b	1,5 c
Ácido Fúlvico	1,52 a	17,87 b	10,40 a	2,92 b	2,25 a
413 e NK18	1,58 a	19,75 b	10,55 a	3,37 a	2,32 a
413 e 1 dose de NK18 2,0 L	1,37 b	18,5 b	10,12 a	3,3 a	2,17 a
413 e 1 dose de NK18 2,5 L	1,60 a	19,37 b	9,07 b	2,77 b	2,00 b
413 e 1 dose de NK18 1,5 L	1,70 a	19,38 b	9,40 b	2,97 b	1,97 b
Altec (soil plex fert)	1,58 a	18,12 b	8,87 b	2,65 b	1,87 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

A aplicação de Ácido Fúlvico, 413 e NK18 e 413 e 1 dose de NK18 2,0 L foram superiores em relação aos demais na suplementação de Ca foliar, sendo que 413 e NK18 e

413 e 1 dose de NK18 2,0 L também proporcionaram ao cafeeiro maiores níveis de Mg foliar (Tabela 6). Em relação ao nível de S foliar os tratamentos com Ácido Fúlvico 413 e NK18 e 413 e 1 dose de NK18 2,0 L foram os que proporcionaram os maiores teores desse nutriente enquanto a testemunha e o tratamento com Altec foram os que obtiveram menores níveis desse nutriente (Tabela 6).

Em relação ao teor de Cu foliar os tratamentos com adubação de Altec e a testemunha sem adubação foram inferiores aos outros tratamentos (Tabela 7). Para o nutriente manganês as adubações com Ácido Fúlvico, 413 e NK18, 413 e 1 dose de NK18 2,0 L e 413 e 1 dose de NK18 1,5 L foram as que proporcionaram maiores teores desse nutriente, enquanto a testemunha proporcionou menor teor.

Tabela 7: Teores dos micronutrientes foliares em cafeeiro submetidos a diferentes adubações foliares.

Tratamentos	(mg.Kg ⁻¹)			
	Cu	Mn	Zn	B
Testemunha	12,00 b	49,00 c	6,00 b	39,00 b
Ácido Fúlvico	16,00 a	100,25 a	17,75 a	53,00 a
413 e NK18	17,00 a	111,00 a	15,00 a	42,25 b
413 e 1 dose de NK18 2,0 L	16,00 a	104,00 a	15,75 a	38,75 b
413 e 1 dose de NK18 2,5 L	16,00 a	89,00 a	13,75 a	40,00 b
413 e 1 dose de NK18 1,5 L	17,00 a	77,75 b	12,00 a	39,00 b
Altec (soil plex fert)	13,75 b	74,00 b	12,5 a	42,00 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com adubação para o teor de zinco foliar, porem todos eles foram superiores a testemunha sem adubação. O tratamento com Ácido Fúlvico foi superior aos demais no fornecimento de boro para a folha (Tabela 7).

6 CONCLUSÕES

Os tratamentos com 413 e 1 dose de NK18 2,0 L, 413 e 1 dose de NK18 2,5 L, 413 e 1 dose de NK18 1,5 L e Altec (soil plex fert) proporcionaram um ganho em altura superior aos demais nas primeiras avaliações realizadas porem ao final os tratamentos não se diferiram entre si.

Os tratamentos com ácidos húmicos e fúlvicos demonstram potencial de proporcionar ganhos de crescimento e uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas de café.

REFERÊNCIAS

ASSIS, G. A. Correlação entre crescimento e produtividade do cafeeiro em função do regime hídrico e densidade de plantio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 666-676, May./June. 2014.

Baldotto MA (2006) Propriedades redox e grupos funcionais de ácidos húmicos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Campos dos Goytacazes. 100p.

Baldotto MA, Canela MC, Canellas LP, Dobbss LB & Velloso ACX (2010) Redox index of soil carbon stability. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:1543-1551.

BENTO, J. F. A. R. et al. Impacto de ácidos húmicos e fúlvicos na produção de mudas de cafeeiro. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p. 67277-67285, jul. 2021. ISSN: 2525-8761.

BORCIONI, E.; MÓGOR, F. A.; PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 509-515, jul./set. 2016. ISSN 1806-6690.

Canellas LP, Olivares FL, Okorokova-Facanha AL & Facanha AR (2002) Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 130:1951-1957.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, n. 58, p. 5-37, 2015. ISSN 1414-4530.

CARVALHO, A. M. et al. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.269-275, mar. 2010.

CATUCHI, T. A. et al. Desempenho produtivo da cultura da soja em razão da aplicação ácido húmico e fúlvico na sementeira e via foliar. **Colloquium Agrariae**, v. 12, p. 36-42, 2016. DOI: 10.5747/ca.2016.v12.nesp.000168.

Chen Y & Avid T (1990) Effects of humic substances on plant growth. In: Maccarthy P, Capp CE, Malcolm RL & Bloom PR (Eds.) *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. Madison, American Society of America. p.161-186.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira, Safra 2021, Terceiro levantamento**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/café>. Acesso em: 20 dez. 2021.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G.; SEDIYAMA, G. C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.445-452, 2002.

FARNEZI, M. M. M.; SILVA, E. B. S.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do alto jequitinhonha (MG): normas dris e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.969-978, 2009.

FERNANDES, A. L. T. et al. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 324-336, jul./set. 2013.

FERNANDES, A. L. T. et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, abr./jun. 2012. ISSN 1983-4063.

FRANCO, C. H. C.; FRANCO, N. A. C.; DENADAI, M. S. Impacto da adubação na produção de café em pequena propriedade rural. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FATEC, 9., 2020, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Fatec, 2020. p. 1-8. ISSN: 2318-535X.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – OIC. **Coffee Market Report, February 2021**. Disponível em: < <https://www.ico.org/Market-Report-20-21-e.asp>>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba, 1998. p. 177.
MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, jun. 2003.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de Café no Brasil**: manual de recomendações. ed. 2016. 585 p.

Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A & Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34:1527-1536.

ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M. Território Café do Cerrado: transformações na estrutura produtiva e seus impactos sobre o pessoal ocupado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 49, n. 3, p. 771-800, jul./set. 2011.

Ribas LM, Baldotto MA, Canellas LP & Rezende CE (2008) Qualidade e mobilidade da matéria orgânica de sistemas adjacentes à Lagoa de Cima, Campos dos Goytacazes-RJ. *Geochimica Brasiliensis*, 22:103-112.

RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. **Inovações no manejo dos cafezais e preparo do café**. Ponta Grossa: ATENA, 2019. p. 1-39. DOI 10.22533/at.ed.451190611.

Schnitzer M & Khan SU (1972) *Humic substances in the environment* New York, Marcel Dekker. 327p.

SILVA, A. S. L. et al. Combinações percentuais de material orgânico e mineral na adubação de café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais...** Vitória, 2019. p. 1-5. ISSN: 1984-9249.

SOUZA, J. L.; PREZOTTI, L.C. Estudos de solos em função de diversos sistemas de adubação orgânica e mineral. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 37. Manaus-. **Anais**. 1997. *Horticultura Brasileira*, n.16, v.1, p.300.