



GUSTAVO HEITOR GABRIEL

**AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DE FERTILIZANTES
COMPLEXADOS COM COMPOSTOS ORGÂNICOS NA
FERTIRRIGAÇÃO DO CAFEIEIRO**

LAVRAS - MG

2020

GUSTAVO HEITOR GABRIEL

**AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DE FERTILIZANTES COMPLEXADOS COM
COMPOSTOS ORGÂNICOS NA FERTIRRIGAÇÃO DO CAFEEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Agronomia, para
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Rubens José Guimarães
Orientador

LAVRAS – MG

2020

*À minha família, em especial meus pais, meu irmão e minha irmã, que apesar da distância,
sempre estiveram presentes, me apoiaram e acreditaram em mim.*

*Aos meus amigos, professores, colegas de trabalho e tantas pessoas que contribuíram para a
minha formação e para o meu desenvolvimento acadêmico.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Fernando e Cecília, meus exemplos de vida, força e determinação, bem como aos meus irmãos Guilherme e Giovana, por não medirem esforços e me apoiarem incondicionalmente, possibilitando a realização desse sonho.

À Universidade Federal de Lavras, pela estrutura e preparo, bem como o incentivo e preocupação à qualidade de vida e aos ensinamentos na formação acadêmica e crescimento pessoal.

Aos professores, que tive o prazer de receber seus conhecimentos, tanto os do ensino fundamental e médio quanto os da Universidade Federal de Lavras, em especial ao professor Rubens, pela orientação, suporte e complacência na realização deste trabalho.

À empresa C3 Consultoria e Pesquisa, pela oportunidade que me foi concedida em ampliar meus conhecimentos e permitir que eu pudesse contribuir com o meu trabalho, além da experiência de conviver em um ambiente de trabalho rico em sabedoria e bons relacionamentos.

Aos irmãos da República Zona Rural, pela amizade e companheirismo nesses anos em Lavras, bem como aos colegas de faculdade e amigos de infância que estiveram presentes durante todo esse trajeto.

A vocês, minha eterna gratidão.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Uma das principais atividades agrícolas do Estado de Minas Gerais, a cafeicultura é um importante componente da economia brasileira, sendo o nosso país o maior produtor e exportador mundial de café. Grande parte dessa produtividade se deve ao manejo correto e o fornecimento apropriado de nutrientes. Atualmente a utilização de fontes orgânicas se destacam por melhorar as características físicas, físico-químicas e biológicas do solo, além de potencializar os fertilizantes minerais. Em razão da grande quantidade e variedade das fontes de fertilizantes e do conhecimento sobre a estreita relação entre nutrição de plantas e produtividade, objetivou-se avaliar a aplicação do fertilizante organomineral MaxHumic® sobre a produtividade e parâmetros de qualidade do cafeeiro. O experimento foi conduzido por duas safras (2018/2019 e 2019/2020). O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições no município de Guarda-Mor – MG em um talhão irrigado por gotejamento. Os tratamentos consistiram de doses decrescentes da recomendação nutricional do organomineral Max Humic® aplicados via fertirrigação (100, 75, 50 e 25% da recomendação) e uma testemunha com fontes minerais dos macronutrientes equivalentes à recomendação de 100% adubados a lanço. Foram avaliados dados biométricos (número de nós e enfolhamento), produtividade, renda, rendimento, classificação, maturação dos frutos, caracterização química e nutricional do solo, caracterização nutricional foliar e a condutividade elétrica do solo. O organomineral Max Humic® mostrou ser uma alternativa ao fornecimento de nutrientes, melhorando os aspectos químicos do solo onde a produtividade média do biênio foi maior quando utilizada a dose recomendada pela empresa.

Palavras-chave: Nutrição. Cafeeiro. Adubo organomineral.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados pluviométricos de Guarda Mor – MG.....	17
Figura 2 – Disposições das vazões dos gotejadores coletados nas linhas avaliadas.....	17
Figura 3 – Resultados produtivos médios do biênio 2018/19 e 2019/20 em função dos tratamentos.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do Latossolo Vermelho Distrófico, Guarda-Mor/MG.....	15
Tabela 2. Vazão dos gotejadores, uniformidade do sistema e classificação.....	17
Tabela 3. Descrição dos tratamentos na área experimental.....	18
Tabela 4. Base de recomendações nutricionais para produção de café.....	19
Tabela 5. Quantidade de nutrientes para diferentes produtividades.....	19
Tabela 6. Planejamento de aplicações para Guarda Mor/MG.....	20
Tabela 7. Número médio de internódios, crescimento e enfolhamento, em função dos diferentes tratamentos Guarda Mor/MG, 2019.....	21
Tabela 8. Número médio de internódios, crescimento e enfolhamento, em função dos diferentes tratamentos Guarda Mor/MG, 2020.....	21
Tabela 9. Produtividade, rendimento e renda em função dos diferentes tratamentos, Guarda Mor/MG, 2019.....	22
Tabela 10. Produtividade, rendimento e renda em função dos diferentes tratamentos, Guarda Mor/MG, 2020.....	23
Tabela 11. Classificação dos grãos de café em função dos diferentes tratamentos, resultados em porcentagem (%), Guarda Mor/MG, 2019.....	24
Tabela 12. Classificação dos grãos de café em função dos diferentes tratamentos, resultados em porcentagem (%), Guarda-Mor/MG, 2020.....	25
Tabela 13. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 0-20 cm após o primeiro ano de condução, 2019.....	26
Tabela 14. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 20-40 cm após o primeiro ano de condução, 2019.....	28
Tabela 15. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 20-40 cm após o segundo ano de condução, 2020.....	30

Tabela 16. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 20-40 cm após o segundo ano de condução, 2020.....	31
Tabela 17. Resultados nutricionais de extrato de saturação dos tratamentos de 0 a 20 cm após o primeiro ano de condução, 2019.....	32
Tabela 18. Resultados nutricionais de extrato de saturação dos tratamentos de 0 a 20 cm após o segundo ano de condução, 2019.....	33
Tabela 19. Resultados nutricionais foliares das aplicações após o primeiro ano de condução, 2019.....	35
Tabela 20. Resultados nutricionais foliares das aplicações após o segundo ano de condução, 2020.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1. Importância da cafeicultura.....	12
2.2. Nutrição do cafeeiro.....	13
2.3. Adubação organomineral.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

As buscas por novas tecnologias para a produção de fertilizantes vêm sendo desenvolvidas com o intuito de suprir a demanda nacional quanto à redução de importação de nutrientes. Algumas alternativas como o aproveitamento de nutrientes provenientes da pecuária, como a tecnologia de produção de fertilizantes orgânicos e organominerais, estão sendo testadas e propostas para uso nos sistemas de produção agrícola. A tecnologia que vem ganhando destaque no mercado, são as relacionadas ao desenvolvimento dos organominerais nas formas sólidas e fluídas (FERREIRA, 2014).

Os fertilizantes organominerais podem trazer benefícios quanto à eficiência agronômica, apresentando vantagens como a melhoria da interação da planta com o mineral através da adsorção de fósforo no sistema coloidal do solo (CHAABANE, 1994; PARENT et al., 2003), minimizando a transformação de P_2O_5 em formas indisponíveis para as plantas (IYAMUREMYE et al., 1996; KHIARI; PARENT, 2005), melhorando o sistema radicular na planta jovem (LEE; BARTLETT, 1976) e modificando a oxirredução no solo (TISHKOVITCH et al., 1983).

O que caracteriza o fertilizante organomineral é o seu potencial químico reativo relativamente inferior ao fertilizante mineral; porém, sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura. Assim, sua eficiência agronômica pode se tornar maior se comparado às fontes minerais solúveis (KIEHL, 2008).

A aplicação de fertilizantes orgânicos e organominerais formam, durante a sua mineralização, ácidos húmicos e ácidos orgânicos que podem ser adsorvidos em superfícies do solo, diminuindo o potencial de adsorção de fósforo por bloqueio de sítios para a formação de complexos com alumínio, ferro e cálcio (AKHTAR et al., 2002; IYAMUREMYE et al., 1996; HAYNES; MOKOLOBATE, 2001; MKHABELA; WARMAN, 2005)

A aplicação de resíduos orgânicos também pode promover, principalmente nas camadas mais superficiais do solo, o incremento dos teores de nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio (MCDOWELL et al., 2001; GATIBONI et al., 2008; CERETTA et al., 2010; GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2013). Com isso, há melhoria no ambiente químico do solo para o crescimento de raízes, por causa do aumento da saturação por bases e da redução da saturação por Al (LORENSINI et al., 2011; BRUNETTO et al., 2012).

A matéria orgânica do solo provém, em quase sua totalidade, de resíduos vegetais cuja composição média varia entre as diferentes espécies de vegetais e, dentro da mesma espécie, com a idade e nutrição da planta (GOMES, 2015).

As substâncias húmicas são constituídas principalmente de ácidos húmicos, fúlvicos e huminas, os quais, do ponto de vista químico, apresentam composição semelhante à matéria orgânica do solo, que é composta de celulose, hemicelulose, lignina e, em menor quantidade, de proteínas, açúcares, pentosanas pectinas, taninos e substâncias betuminosas (HAYES; MCPHADEN; WALLACE, 1989; MELO; SILVA; DIAS, 2008). Portanto, a utilização de produtos orgânicos, como insumos agrícolas, pode promover várias ações físicas, biológicas e químicas benéficas para as plantas e o solo (SILVA et al., 2013).

Neste contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar performance de fertilizantes complexados com compostos orgânicos na fertirrigação do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cafeicultura

Uma das principais atividades agrícolas do Estado de Minas Gerais, a cafeicultura é um importante componente da economia brasileira. No cenário atual, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020), a produção de café no Estado na safra 2019/2020 está estimada em 31,4 milhões de sacas beneficiadas de 60 quilos, representando aproximadamente 50% da produtividade nacional.

O cafeeiro é uma cultura perene de clima tropical pertencente à família Rubiaceae, e possui duas principais espécies cultivadas no Brasil e no mundo que são o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora*, conhecidas popularmente por café arábica e robusta, respectivamente. Em função de apresentar bebida de maior qualidade, o café arábica possui grande demanda para a produção de blends, enquanto o robusta, apesar da bebida de qualidade inferior, apresenta alto teor de sólidos solúveis e conseqüentemente alta demanda pela indústria de café solúvel.

O Brasil se destaca no cenário global como o maior produtor e exportador de café, e segundo maior consumidor, ficando atrás dos Estados Unidos. As lavouras cafeeiras estão presentes em 15 estados brasileiros, sendo os principais produtores os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Paraná e Rondônia, sendo MG o maior contribuinte para a produção nacional. No ES e RO, o cultivo principal é de café robusta enquanto nos outros, o café arábica é cultivado.

Segundo a Conab, na safra de 2020, a produtividade média será em torno de 32 sacas por hectare. A área de café no país vem apresentando redução e esse comportamento tem sido compensado pelo ganho de produtividade alcançado pelos produtores com a aplicação de novas tecnológicas (CONAB, 2020). Contudo, com o aumento de tecnologias, aumenta também a preocupação com os impactos ambientais causados pelas novas práticas agrícolas. Atualmente, uma das preocupações é tornar a atividade produtiva sustentável, sem agredir o meio ambiente, fazendo com que a lavoura se desenvolva corretamente, aumentando a produção e mantendo a qualidade (GUIMARÃES; REIS, 2010).

2.2 Nutrição do cafeeiro

A produtividade de uma cultura possui estreita relação com a absorção eficiente de nutrientes. Para estabelecer o fornecimento apropriado de nutrientes, é necessário identificar os principais problemas inerentes à nutrição da planta e, posteriormente, determinar quais os nutrientes são limitantes, suas quantidades, épocas e formas de aplicação corretas (MARTINEZ et al., 2003).

Os nutrientes N, P, K, Ca e Mg são os requeridos em maior quantidade na cafeicultura, sendo o nitrogênio e potássio os mais consumidos, pois são os responsáveis pela formação da planta e do fruto, o cálcio é responsável pelo desenvolvimento do tronco, o magnésio tem uma pequena participação na formação dos frutos e o fósforo absorvido em pequenas quantidades (REIS E GUIMARÃES, 2010).

A absorção de nitrogênio acontece sempre que a planta está em sua fase de crescimento e, à medida que a planta envelhece, a taxa de absorção fica menor, necessitando de maior aplicação. O nitrogênio estimula o crescimento da planta (vegetação e ramificação), expansão da área foliar, formação das flores, entre outros (TROEH & THOMPSON, 2007)

O fósforo é um dos elementos que mais requerem atenção na área agrícola pois em condições naturais no Brasil, a disponibilidade é muito baixa (SOUZA et al., 2004). Teores totais de fósforo em solos brasileiros ficam em torno de 0,2% a 0,3%, com alto grau de interação principalmente com cálcio, ferro, alumínio e matéria orgânica (RAIJ, 1991). Esse nutriente tem participação direta em processos metabólicos da planta, como a transferência de energia, respiração, glicose, síntese de ácidos nucleicos, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, metabolismo de carboidratos e fixação de N (ARAÚJO & MACHADO, 2006).

Responsável por estimular a formação de raízes, alongamento dos colmos, ativação de enzimas, indução de resistência a doenças e auxílio na absorção de outros nutrientes, o potássio é o segundo nutriente mais exigido na cafeicultura. Também possui importância na fotossíntese, na formação e transporte de carboidratos e proteínas e estimula o enchimento de frutos, retirando das folhas e levando para os grãos (TROEH & THOMPSON, 2007).

Os nutrientes não exercem somente funções específicas no metabolismo da planta a fim de seu crescimento e produção. Eles também atuam na alteração da morfologia (forma de

crescimento), anatomia (paredes das células da epiderme mais grossas, lignificadas ou silificadas) e composição química (síntese de compostos tóxicos), as quais podem aumentar ou reduzir a resistência das plantas aos patógenos (MARSCHNER, 1995). Portanto, sempre que o fornecimento dos nutrientes pelo solo for menor que a exigência da cultura, torna-se necessário recorrer ao uso de adubos (FAQUIN, 1994) a fim de minimizar o stress sofrido pelas plantas em busca de melhores condições de produtividade.

2.3 Adubação organomineral

As primeiras observações de que extratos orgânicos poderiam atuar positivamente sobre o crescimento de plantas, foram descritas há mais de 100 anos (BOTTOMLEY, 1914; 1917). A partir da década de 80, as primeiras indústrias de produção de Ácidos Húmicos, os quais têm ação direta sobre o metabolismo e crescimento das plantas, começaram a se instalar em maior número nos EUA e na Europa (MALCOM & MACCARTHY, 1986). Recentemente, o Brasil começou a investir na produção de substâncias húmicas para utilização comercial (BENITES et al., 2003), sendo a turfa a principal fonte utilizada para extração da substância, enquanto nos EUA e Europa se utiliza a leonardita.

A utilização da matéria orgânica permite que se tenha uma racionalização do adubo mineral, promovendo um aumento da capacidade de troca catiônica, reduzindo perdas por lixiviação e auxiliando na liberação dos nutrientes a planta (BITTENCOURT et al., 2006). A disponibilidade de matéria orgânica e a qualidade dos resíduos adicionados ao solo influenciam a concentração e atividade dos microrganismos responsáveis por converter a matéria orgânica crua biodegradável para o estado de matéria prima orgânica umidificada, processo que libera CO₂ (SEVERINO et al., 2004). Quando se associa os benefícios da matéria orgânica, devido a melhoria das características físico-químicas do solo, aos benefícios da adubação mineral, devido à alta solubilidade dos nutrientes, tem-se a adubação organomineral (GARCIA et al., 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Lavrinha localizada no município de Guarda Mor – MG, em duas safras consecutivas, em lavoura da variedade Catucaí 2SL na 5ª safra no primeiro ano de condução. O espaçamento da lavoura é de 3,8 x 0,6m (4.386 plantas ha⁻¹), com sistema de irrigação por gotejamento. Previamente à instalação do experimento, foram coletadas sub amostras do solo para caracterização química e geração das recomendações (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do Latossolo Vermelho Distrófico, Guarda-Mor/MG (2018).

	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	Al	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³		.....cmol _c dm ⁻³		
0-20cm	5,9	33,3	194	5,4	1,1	0	3,6
20-40cm	5,9	1,8	139	2,5	0,7	0	2,5
	S	C.O.	SB	t	T	V	m
	mg/ dm ⁻³	dag dm ⁻³		.....cmol _c dm ⁻³%.....	
0-20cm	36,2	1,9	7	7	10,6	66	0
20-40cm	154,9	1,0	3,6	3,6	6,1	58,7	0
	P (rem)	P (res)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg L ⁻¹				.....mg dm ⁻³		
0-20cm	7,1	-	0,9	5,2	51,8	17,6	12,5
20-40cm	2,1	-	0,6	2,2	22,3	3,7	2

C.O.: carbono orgânico; T e t: capacidade de troca catiônica total (à pH 7,0) e efetiva respectivamente; SB: soma de bases; P rem: Fósforo remanescente; H+Al: Acidez potencial; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; P e K: extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ = extração em KCl 1 mol L⁻¹.

Fonte: Faz. Lavrinha, 2018.

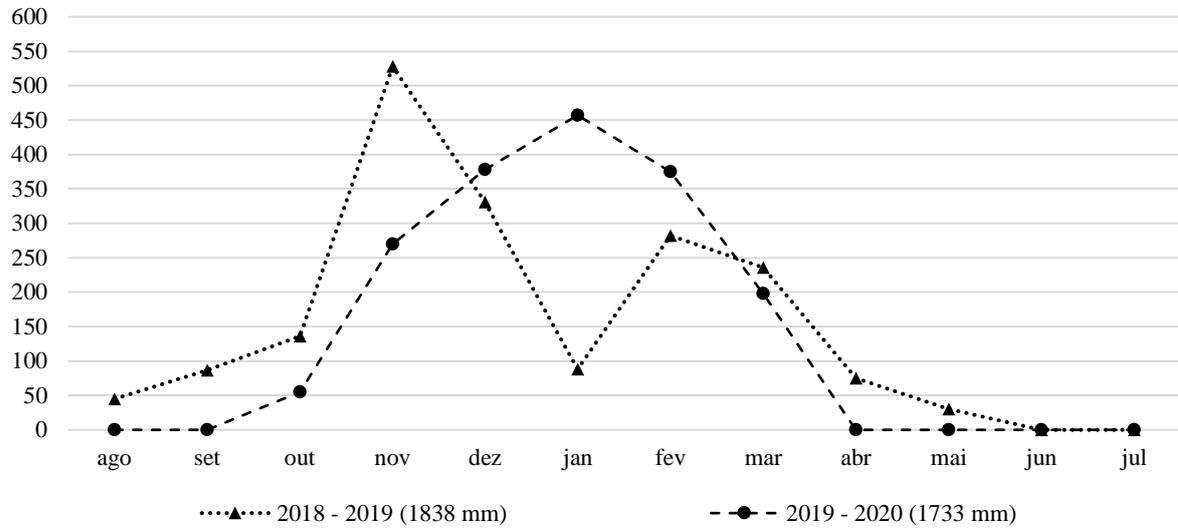


Figura 1. Dados pluviométricos de Guarda Mor – MG.

Fonte: Faz. Lavrinha, 2020.

Antes da aplicação dos produtos via gotejo, foi realizada a avaliação da uniformidade de distribuição da lâmina de irrigação na área do experimento (Figura 2), onde se constataram coeficientes de uniformidade de 86 e 89,5%, o que classifica o sistema como bom (Tabela 2).

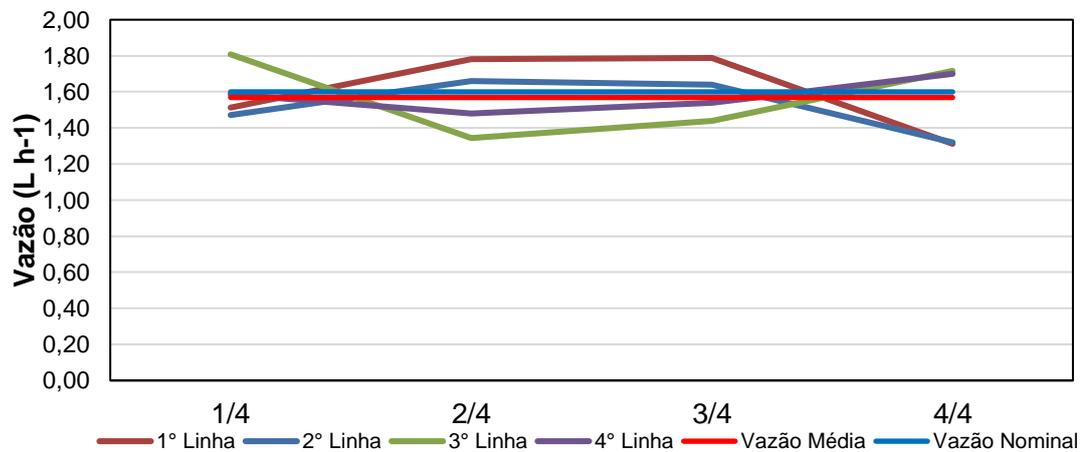


Figura 2. Disposições das vazões dos gotejadores coletados nas linhas avaliadas.

Tabela 2. Vazão dos gotejadores, uniformidade do sistema e classificação.

Média	1,57 L/h
Média 25% menores	1,35 L/h
Média 12,5 % maiores	1,8 L/h
Uniformidade de Emissão (UE)	86,31%
Uniformidade de Emissão Absoluta (UEa)	86,78%
Uniformidade Estatística (Us)	89,35%

Classificação US	Bom
------------------	------------

Classe UE, UEa e Us (%)	
Excelente	>90
Bom	80-90
Razoável	70-80
Ruim	<70

Para a aplicação via gotejo, foi montado um projeto onde uma bomba costal de 20L foi acoplada ao sistema de irrigação no início de cada parcela, encerrando-se o fluxo da irrigação ao final dela. A injeção do produto, que é encontrado em forma líquida, foi feita lentamente e controlada para que não contaminasse as parcelas adjacentes. A adubação das fontes minerais foram feitas manualmente.

Matriz experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram adotados 5 tratamentos, os quais consistiram de 4 níveis nutricionais balizados pelo nitrogênio, fósforo e potássio, sendo 100%, 75%, 50% e 25% dos níveis recomendados para lavoura em produção e; uma testemunha de comparação posicionada com fontes minerais convencionais equivalentes à recomendação de 100% fracionadas em 5 aplicações no período chuvoso (Set, Nov, Dez, Jan, Fev), conforme Tabela 3. As parcelas foram constituídas de 40 plantas.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos na área experimental

Tratamentos	
T1	Controle (Fontes Minerais) 100%
T2	Max Humic 100%
T3	Max Humic 75%
T4	Max Humic 50%
T5	Max Humic 25%

Os fertilizantes organominerais da linha Max Humic utilizados foram Max Humic Nitro 20-00-00; Max Humic NK 12-00-12, Max Humic Phós 02-25-00 e Max Humic Boro 6,5%. A necessidade nutricional foi calculada em função da análise de solo e a estimativa de produtividade da lavoura, utilizando como base de cálculos as Tabelas 4 e 5. A produtividade esperada por hectare será multiplicada pelos níveis de cada nutriente para corrigir, se necessário, as recomendações de adubação.

Tabela 4. Base de recomendações nutricionais para produção de café

Kg / saca de café						g / saca de café				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
6,2	0,6	5,9	3,0	1,9	0,3	110	10	10	8,8	6,5

Fonte: Matiello; Garcia; Almeida (2006)

Tabela 5. Quantidade de nutrientes para diferentes produtividades

Produtividade (sc.ha ⁻¹)	Kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
40	248,00	24,00	236,00	120,00	76,00	12,00	4.400	400	400	352	260
50	310,00	30,00	295,00	150,00	95,00	15,00	5.500	500	500	440	325
60	372,00	36,00	354,00	180,00	114,00	18,00	6.600	600	600	528	390
70	434,00	42,00	413,00	210,00	133,00	21,00	7.700	700	700	616	455
80	496,00	48,00	472,00	240,00	152,00	24,00	8.800	800	800	704	520

Na Tabela 6, estão as épocas de aplicações dos tratamentos e os referentes produtos aplicados em cada época. A testemunha refere-se à adubação mineral, onde as fontes utilizadas foram o Sulfato de Amônio, 20-00-20, MAP e Ácido Bórico.

Tabela 6. Planejamento de aplicações para Guarda Mor/MG.

	Setembro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
T1	Sulfato de Amônio; MAP e Ácido Bórico	20-00-20	20-00-20	20-00-20	20-00-20
T2	Max Humic Nitro; Max Humic Phós e Max Humic Boro 6,5%	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK
T3	Max Humic Nitro; Max Humic Phós e Max Humic Boro 6,5%	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK
T4	Max Humic Nitro; Max Humic Phós e Max Humic Boro 6,5%	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK
T5	Max Humic Nitro; Max Humic Phós e Max Humic Boro 6,5%	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK	Max Humic NK

Avaliações

Para as avaliações, foram selecionados dez ramos de cada lado da parcela em 10 plantas sequenciais. Estas plantas marcadas foram utilizadas em todas as avaliações, sendo elas: avaliações nutricionais, biométricas, produtividade, assim como as análises inerentes ao solo, como condutividade elétrica e acidez na região de aplicação.

As avaliações nutricionais das plantas foram realizadas através de análises de folhas coletadas trimestralmente e, no solo, foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20cm e 20-40cm na primeira e na última planta das 10 marcadas em ambos os lados da parcela, totalizando 4 pontos de coleta por parcela, sendo realizada uma antes da implantação e uma após a última aplicação, com a avaliação de condutividade elétrica e acidez na região de aplicação, com o intuito de analisar as possíveis mudanças que o produto possa ocasionar ao solo. A análise microbiológica para Carbono da Biomassa foi realizada no início das chuvas.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett e Shapiro-Wilk para avaliação das condições de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos, respectivamente. Os dados foram submetidos à ANOVA. Os resultados das associações entre fontes minerais e diferentes doses do Max Humic foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos de condução do experimento, não houve diferença estatística em nenhuma das variáveis biométricas (número de nós e enfolhamento). Observou-se que na última safra houve incremento no enfolhamento das plantas ao mesmo tempo que houve redução no crescimento dos internódios (Tabelas 7 e 8), consequência da maior produtividade.

Tabela 7. Número médio de internódios, crescimento e enfolhamento, em função dos diferentes tratamentos Guarda Mor/MG, 2019.

Tratamentos	Nº de nós	Enfolhamento (%)
Controle (Fontes Minerais) 100%	8,97 a	63,55 a
Max Humic 100%	9,02 a	67,45 a
Max Humic 75%	8,35 a	61,62 a
Max Humic 50%	8,32 a	61,37 a
Max Humic 25%	8,52 a	62,02 a
CV (%)	8,39	4,64

Resultados seguidos de mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Número médio de internódios, crescimento e enfolhamento, em função dos diferentes tratamentos Guarda Mor/MG, 2020.

Tratamentos	Nº de nós	Enfolhamento (%)
Controle (Fontes Minerais) 100%	7,95 a	84,02 a
Max Humic 100%	7,87 a	87,12 a
Max Humic 75%	7,50 a	84,37 a
Max Humic 50%	7,27 a	84,02 a
Max Humic 25%	7,50 a	82,17 a
CV (%)	8,77	3,43

Resultados seguidos de mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis de produtividade, renda e rendimento analisadas não apresentaram diferenças significativas em ambos os anos de condução do experimento; logo, a produtividade não foi alterada pelos tratamentos avaliados (Tabelas 9 e 10). Apesar disso, notou-se uma redução do coeficiente de variação da primeira para a segunda safra, o que é um sinal de que essa variável está se estabilizando ao longo da condução do experimento. Além disso, o tratamento 3 (75% da recomendação) apresentou maior média de produtividade nos dois anos de condução. A empresa Biofertil Brasil, que é a produtora do fertilizante Max Humic, recomenda, em sua bula, a utilização de 75% da dose recomendada para a lavoura. O resultado do experimento indica que, ainda que não haja diferença estatística, a empresa apresenta a melhor opção de posicionamento do produto em sua bula.

Tabela 9. Produtividade, rendimento e renda em função dos diferentes tratamentos, Guarda Mor/MG, 2019.

Tratamentos	Produtividade (sc.ha ⁻¹)	Renda (%)	Rendimento (L.sc ⁻¹)
Controle (Fontes Minerais) 100%	43,50 a	52,00 a	469,00 a
Max Humic 100%	38,50 a	50,75 a	449,50 A
Max Humic 75%	46,00 a	49,75 a	484,50 A
Max Humic 50%	44,25 a	52,25 a	451,25 A
Max Humic 25%	42,75 a	52,25 a	492,50 A
CV (%)	25,19	3,15	5,88

Letras minúsculas iguais na coluna dentro de cada parâmetro analisado ou “ns” não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 10. Produtividade, rendimento e renda em função dos diferentes tratamentos, Guarda Mor/MG, 2020.

Tratamentos	Produtividade (sc.ha⁻¹)	Renda (%)	Rendimento (L.sc⁻¹)
Controle (Fontes Minerais) 100%	53,00 a	47,50 a	507,75 a
Max Humic 100%	57,25 a	46,75 a	512,00 a
Max Humic 75%	60,25 a	49,75 a	517,25 a
Max Humic 50%	45,5 a	45,25 a	534,00 a
Max Humic 25%	49,75 a	47,00 a	535,00 a
CV (%)	21,31	5,36	6,03

Letras minúsculas iguais na coluna dentro de cada parâmetro analisado ou “ns” não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Pelas médias de produtividade do biênio do experimento (Figura 3), percebe-se que o tratamento Max Humic 75% apresentou maior valor absoluto, com uma diferença de aproximadamente 5 sacas por hectare para a testemunha (Fontes minerais 100%).

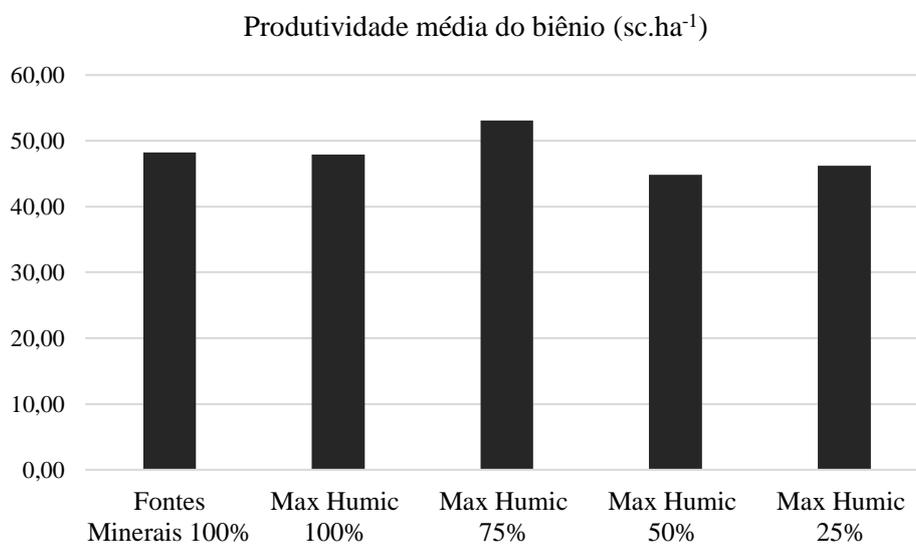


Figura 3. Resultados produtivos médios do biênio 2018/19 e 2019/20 em função dos tratamentos, Guarda Mor/MG, 2020.

Não houve interferência na classificação do café pela aplicação dos diferentes tratamentos na condução dos dois anos de experimento (Tabelas 11 e 12). Observou-se predominância de grãos de peneira 18 e 17 em todos os tratamentos. Contudo, as médias de peneiras obtiveram baixas variações, mostrando que o produto não influenciou a classificação de peneiras.

Tabela 11. Classificação dos grãos de café em função dos diferentes tratamentos, resultados em porcentagem (%), Guarda Mor/MG, 2019.

Tratamentos	18	17	16	Moca	15	14	13	Fundo
Controle (Fontes Minerais) 100%	23,45 a	33,93 a	19,67 a	12,22a	5,97 a	2,73 a	0,99 a	0,99 a
Max Humic 100%	23,82 a	30,07 a	22,29 a	11,02 a	7,76 a	2,76 a	1,00 a	1,00 a
Max Humic 75%	18,68 a	28,80 a	25,41 a	11,57 a	9,37 a	3,68 a	1,46 a	1,46 a
Max Humic 50%	22,18 a	32,79 a	21,79 a	10,29 a	7,18 a	3,49 a	1,25 a	1,25 a
Max Humic 25%	20,45 a	31,31 a	23,39 a	10,60 a	8,44 a	3,37 a	1,44 a	1,44 a
CV (%)	21,7	9,35	13,34	17,86	24,25	32,52	47,26	21,72

Resultados seguidos de mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Classificação dos grãos de café em função dos diferentes tratamentos, resultados em porcentagem (%), Guarda-Mor/MG, 2020.

Tratamentos	18	17	16	Moca	15	14	13	Fundo
Controle (Fontes Minerais) 100%	25,44 a	26,43 a	24,00 a	12,45 a	8,00 a	2,41 a	0,76 a	0,51 a
Max Humic 100%	30,09 a	25,57 a	19,25 a	15,38 a	5,60 a	2,47 a	0,98 a	0,66 a
Max Humic 75%	28,58 a	32,38 a	20,35 a	9,85 a	6,18 a	1,64 a	0,51 a	0,51 a
Max Humic 50%	32,18 a	26,63 a	19,45 a	11,49 a	6,70 a	2,15 a	0,89 a	0,51 a
Max Humic 25%	37,39 a	28,64 a	15,79 a	11,10 a	4,05 a	1,89 a	0,63 a	0,50 a
CV (%)	33,97	12,23	22,36	21,30	39,45	47,52	65,87	19,26

Resultados seguidos de mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise de solo do primeiro ano, foi possível observar que houve influência no pH pelo uso dos diferentes produtos até 20 cm de profundidade. Constatou-se uma maior acidificação do solo quando utilizada as fontes minerais padrão (Tabela 13). Segundo dados dos padrões referenciais da Fundação PROCAFÉ, os níveis ideais para pH são entre 5,0 e 6,0 e todos os tratamentos com Max Humic estão acima desta faixa.

Por consequência do menor pH, a disponibilidade de ferro também foi alterada, apresentando menor teor desse nutriente nas duas menores doses do Max Humic em relação ao controle (Tabela 13).

Tabela 13. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 0-20 cm após o primeiro ano de condução, 2019.

Tratamentos	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³		
Controle (Fontes Minerais) 100%	5,45 b	0,40 a	48,95 a	3,63 a	1,47 a	2,40 a
Max Humic 100%	6,23 a	0,68 a	88,08 a	3,68 a	1,55 a	1,68 b
Max Humic 75%	6,28 a	0,25 a	83,93 a	3,36 a	1,48 a	1,65 b
Max Humic 50%	6,60 a	0,68 a	78,35 a	3,21 a	1,33 a	1,58 b
Max Humic 25%	6,55 a	0,55 a	83,18 a	3,17 a	1,37 a	1,53 b
CV(%)	2,90	43,88	38,02	16,30	21,61	8,70
Tratamentos	S	M.O.	SB	t	T	V
	mg/ dm ⁻³	dag kg ⁻¹	.....cmol _c dm ⁻³%.....
Controle (Fontes Minerais) 100%	10,78 a	3,30 a	5,23 a	5,34 a	7,63 a	68,60 a
Max Humic 100%	3,50 a	3,60 a	5,45 a	5,45 a	7,13 a	76,40 a
Max Humic 75%	8,89 a	3,20 a	5,05 a	5,05 a	6,70 a	75,50 a
Max Humic 50%	5,96 a	3,30 a	4,74 a	4,74 a	6,32 a	74,75 a
Max Humic 25%	6,99 a	3,20 a	4,75 a	4,75 a	6,28 a	74,63 a
CV(%)	63,72	8,74	15,78	16,22	11,02	5,29
Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	.....mg dm ⁻³					
Controle (Fontes Minerais) 100%	0,39 a	1,85 a	34,25 a	3,30 a	2,08 a	
Max Humic 100%	0,31 a	1,65 a	28,25 ab	2,98 a	2,25 a	
Max Humic 75%	0,41 a	1,40 a	21,75 ab	2,30 a	1,45 a	
Max Humic 50%	0,31 a	1,45 a	23,50 b	2,15 a	1,75 a	
Max Humic 25%	0,35 a	1,45 a	24,75 b	2,23 a	1,68 a	
CV(%)	19,12	23,78	17,89	29,94	31,46	

M.O.: matéria orgânica; T e t: capacidade de troca catiônica total (à pH 7,0) e efetiva respectivamente; SB: soma de bases; P rem: Fósforo remanescente; H+Al: Acidez potencial; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; P e K: extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ = extração em KCl 1 mol L⁻¹.

Na maior profundidade avaliada, houve interferência na quantidade de potássio (K) em relação à dose aplicada. As plantas que receberam 100% da dose recomendada, independente da fonte, se sobressaíram às que receberam apenas 25%, sendo que as doses intermediárias apresentaram similaridades com todos os demais (Tabela 14). Vale ressaltar que o indicado pelo PROCAFÉ é que os níveis de K no solo fiquem entre 100 e 160 mg dm⁻³, portanto, verifica-se, entre as variações dos resultados, uma constância de teores mais baixos de potássio nas menores doses, principalmente quando se trabalhou com 25% dos níveis recomendados.

Assim como na análise de 0-20cm, esta análise também apresentou diferenças no teor de ferro (Fe) do solo. Nesse caso, a testemunha foi estatisticamente diferente dos tratamentos com 75 e 25% da dose recomendada de Max Humic (Tabela 14).

Em ambas as análises, com exceção do tratamento 5 na profundidade de 20-40 cm, todos os tratamentos com Max Humic apresentaram valores de V% maior que a testemunha, com destaque para a dose de 100% de Max Humic que possui maior valor absoluto em ambas análises.

As demais variáveis não foram interferidas pelos tratamentos testados, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 20-40 cm após o primeiro ano de condução, 2019.

Tratamentos	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³		
Controle (Fontes Minerais) 100%	6,30 a	6,18 a	90,60 a	2,03 a	0,80 a	1,88 a
Max Humic 100%	6,90 a	1,95 a	90,00 a	2,00 a	0,86 a	1,65 a
Max Humic 75%	6,65 a	1,23 a	72,20 ab	1,78 a	0,84 a	1,63 a
Max Humic 50%	6,78 a	0,40 a	77,58 ab	1,85 a	0,68 a	1,63 a
Max Humic 25%	6,75 a	0,53 a	42,53 b	1,63 a	0,72 a	1,60 a
CV(%)	4,45	133,30	23,89	28,21	31,46	7,29

Tratamentos	S	M.O.	SB	t	T	V
	mg/ dm ⁻³	dag kg ⁻¹	.....cmol _c dm ⁻³%.....
Controle (Fontes Minerais) 100%	15,69 a	2,50 a	3,05 a	3,05 a	4,93 a	61,58 a
Max Humic 100%	12,66 a	2,70 a	3,09 a	3,09 a	4,74 a	64,53 a
Max Humic 75%	27,53 a	2,30 a	2,80 a	2,80 a	4,42 a	63,18 a
Max Humic 50%	20,65 a	1,80 a	2,73 a	2,73 a	4,36 a	61,83 a
Max Humic 25%	16,79 a	2,40 a	2,45 a	2,45 a	4,05 a	59,43 a
CV(%)	73,58	9,45	27,01	27,01	16,52	11,09

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....mg dm ⁻³				
Controle (Fontes Minerais) 100%	0,30 a	1,33 a	25,75 a	1,78 a	1,75 a
Max Humic 100%	0,25 a	0,88 a	16,25 ab	1,13 a	1,28 a
Max Humic 75%	0,26 a	0,63 a	11,50 b	1,00 a	1,40 a
Max Humic 50%	0,24 a	0,75 a	14,50 ab	1,08 a	1,20 a
Max Humic 25%	0,26 a	0,63 a	12,25 b	0,83 a	1,15 a

CV(%)	28,76	48,36	36,85	54,94	27,92
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

C.O.: carbono orgânico; T e t: capacidade de troca catiônica total (à pH 7,0) e efetiva respectivamente; SB: soma de bases; P rem: Fósforo remanescente; H+Al: Acidez potencial; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; P e K: extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ = extração em KCl 1 mol L⁻¹.

Já no segundo ano de condução do experimento, nas análises feitas das amostras de 0 a 20cm de profundidade, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Contudo, é possível observar que em alguns aspectos, houve incremento da quantidade de nutrientes, elevando o valor da saturação por bases (V%), o que infere maior qualidade da fertilidade do solo. O tratamento 3 (75% da dose de Max Humic) apresentou o maior valor, o que pode justificar a maior produtividade deste tratamento dentre os outros.

Na análise de fósforo (P) houve um aumento exorbitante do nutriente. De acordo com Matiello (1997), a faixa adequada do nutriente no solo é de 1,2 – 2 mg dm⁻³. Logo, o nutriente se encontra em excesso, uma vez que os valores apresentados estão acima de 18,55 mg dm⁻³.

Na análise referente à profundidade de 20-40 cm, houve diferença significativa no manganês (Mn) onde o tratamento 2 (100% da dose Max Humic) foi superior ao tratamento com apenas 25% da recomendação enquanto os outros tratamentos apresentaram similaridade.

Tabela 15. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 0-20 cm após o segundo ano de condução, 2020.

Tratamentos	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³		
Controle (Fontes Minerais) 100%	6,05 a	38,97 a	102,75 a	3,62 a	1,58 a	2,47 a
Max Humic 100%	6,17 a	20,67 a	105,75 a	4,41 a	2,07 a	1,97 a
Max Humic 75%	6,30 a	24,32 a	86,53 a	4,42 a	2,27 a	2,07 a
Max Humic 50%	6,45 a	18,75 a	90,75 a	3,80 a	1,66 a	1,87 a
Max Humic 25%	6,37 a	18,55 a	97,50 a	3,59 a	1,87 a	1,97 a
CV(%)	2,85	59,13	46,78	30,55	22,34	19,77
Tratamentos	S	M.O.	SB	t	T	V
	mg/ dm ⁻³	dag kg ⁻¹	.....cmol _c dm ⁻³%.....
Controle (Fontes Minerais) 100%	6,25 a	2,32 a	4,85 a	5,47 a	7,94 a	68,50 a
Max Humic 100%	6,00 a	2,28 a	6,76 a	6,76 a	8,73 a	77,25 a
Max Humic 75%	4,50 a	2,03 a	6,94 a	6,94 a	9,01 a	77,25 a
Max Humic 50%	10,00 a	2,20 a	5,69 a	5,69 a	7,57 a	72,25 a
Max Humic 25%	3,75 a	2,01 a	5,70 a	5,70 a	7,68 a	73,00 a
CV(%)	71,56	10,59	29,46	25,69	16,58	11,93
Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	.....mg dm ⁻³					
Controle (Fontes Minerais) 100%	1,21 a	2,35 a	34,00 a	2,22 a	2,05 a	
Max Humic 100%	0,60 a	2,27 a	27,75 a	2,17 a	2,15 a	
Max Humic 75%	1,00 a	2,50 a	26,00 a	2,72 a	2,47 a	
Max Humic 50%	0,72 a	2,07 a	27,75 a	1,97 a	2,12 a	
Max Humic 25%	0,73 a	2,20 a	27,25 a	1,70 a	1,67 a	
CV(%)	73,01	32,95	29,93	43,92	65,43	

T e t: capacidade de troca catiônica total (à pH 7,0) e efetiva respectivamente; SB: soma de bases; P rem: Fósforo remanescente; H+Al: Acidez potencial; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; P e K: extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ = extração em KCl 1 mol L⁻¹.

Tabela 16. Resultados nutricionais de solo na profundidade de 20-40 cm após o segundo ano de condução, 2020.

Tratamentos	pH	P (melh)	K	Ca	Mg	H + Al
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³		
Controle (Fontes Minerais) 100%	6,35 a	8,32 a	108,50 a	2,56 a	1,13 a	2,00 a
Max Humic 100%	6,37 a	8,67 a	109,50 a	3,00 a	1,33 a	1,95 a
Max Humic 75%	6,47 a	3,80 a	83,75 a	2,99 a	1,41 a	1,85 a
Max Humic 50%	6,37 a	5,95 a	88,50 a	1,96 a	0,97 a	2,12 a
Max Humic 25%	6,47 a	2,90 a	93,50 a	1,97 a	1,00 a	2,20 a
CV(%)	3,32	91,71	39,87	26,79	26,05	19,77
Tratamentos	S	M.O.	SB	t	T	V
	mg/ dm ⁻³	dag kg ⁻¹	.....cmol _c dm ⁻³%.....
Controle (Fontes Minerais) 100%	8,00 a	2,32 a	3,97 a	3,97 a	5,97 a	66,00 a
Max Humic 100%	6,00 a	2,28 a	4,61 a	4,61 a	6,56 a	70,25 a
Max Humic 75%	8,50 a	2,03 a	4,62 a	4,62 a	6,47 a	71,25 a
Max Humic 50%	23,25 a	2,20 a	3,16 a	3,16 a	5,29 a	58,25 a
Max Humic 25%	8,25 a	2,01 a	3,21 a	3,21 a	5,41 a	58,50 a
CV(%)	140,37	10,59	24,49	24,49	16,36	12,43
Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	.....mg dm ⁻³					
Controle (Fontes Minerais) 100%	0,78 a	1,27 a	18,50 a	0,82 ab	1,10 a	
Max Humic 100%	0,58 a	2,20 a	25,75 a	1,35 a	1,62 a	
Max Humic 75%	0,64 a	1,45 a	16,50 a	1,15 ab	1,27 a	
Max Humic 50%	0,60 a	1,35 a	20,50 a	0,675 ab	0,75 a	
Max Humic 25%	0,50 a	1,20 a	16,75 a	0,60 b	0,75 a	
CV(%)	56,63	31,00	39,30	33,72	42,85	

Nas tabelas 17 e 18, constam os valores obtidos através da análise de extrato de saturação dos diferentes tratamentos avaliados. No primeiro ano é possível observar que houve grande diferença entre os valores da condutividade elétrica (CE) da testemunha em relação aos tratamentos que receberam o Max Hemic, independente da dose utilizada (Tabela 17). A testemunha apresentou CE de $6,35 \mu\text{S m}^{-1}$, sendo muito superior aos demais tratamentos (de $0,96$ a $1,49 \mu\text{S m}^{-1}$). De acordo com indicações disponíveis na literatura, os valores obtidos pelos tratamentos indicam apenas variação natural dentro da faixa permitida. Segundo Matiello et al. (1998), o limite de condutividade elétrica para o cafeeiro varia entre 2 a $3 \mu\text{S m}^{-1}$ para plantas jovens e adultas, respectivamente. Portanto, no primeiro ano de condução, a testemunha apresentou nível acima dos padrões aceitáveis para a cultura.

Tabela 17. Resultados nutricionais de extrato de saturação dos tratamentos de 0 a 20 cm após o primeiro ano de condução, 2019.

	T1	T2	T3	T4	T5
	mg L⁻¹				
Cálcio	36,78	13,22	31,73	14,15	13,67
Magnésio	22,13	2,27	20,21	3,08	3,08
Potássio	44,82	12,74	31,81	14,31	14,76
Enxofre	13,88	11,81	13,05	13,20	14,52
Fósforo	0,27	0,28	0,26	0,27	0,26
Cobre	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Ferro	0,49	1,79	0,60	0,57	0,66
Manganês	0,29	0,25	0,26	0,24	0,25
Zinco	0,27	0,28	0,30	0,30	0,28
Boro	0,27	0,26	0,27	0,26	0,26
Alumínio	2,06	16,25	2,91	3,39	4,16
C. Elétrica ($\mu\text{S m}^{-1}$)	6,35	0,96	1,20	1,35	1,49
UMIDADE (%)	64,34	64,18	57,37	64,94	64,18
pH	4,43	4,82	4,70	4,34	4,09

No segundo ano de condução (Tabela 18), os níveis de condutividade elétrica já não apresentam tanta discrepância. Contudo, o tratamento 3 apresentou valor acima dos padrões aceitáveis para a cultura ($3,37 \mu\text{S m}^{-1}$). Além disso, o tratamento 3 mostrou evolução quanto à disponibilidade de cálcio, magnésio e potássio, os quais no primeiro ano, apresentavam maiores valores para a testemunha.

Tabela 18. Resultados nutricionais de extrato de saturação dos tratamentos de 0 a 20 cm após o segundo ano de condução, 2020.

	T1	T2	T3	T4	T5
	mg L⁻¹				
Cálcio	7,17	8,70	11,98	5,88	4,43
Magnésio	3,00	5,32	7,68	2,55	1,69
Potássio	26,91	23,09	34,41	24,72	29,32
Enxofre	9,25	4,11	9,62	8,31	5,45
Fósforo	0,08	0,04	0,06	0,04	0,05
Cobre	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005
Ferro	1,55	1,85	1,41	1,77	1,66
Manganês	0,004	0,001	0,001	0,001	0,004
Zinco	0,002	0,002	0,002	0,05	0,02
Boro	0,13	0,069	0,138	0,07	0,12
Alumínio	13,36	15,02	10,442	14,74	12,08
C. Elétrica ($\mu\text{S m}^{-1}$)	2,48	2,50	3,37	2,07	2,04
UMIDADE (%)	55,68	59,10	56,57	55,12	55,35
pH	6,52	6,35	6,32	6,49	6,42

Os resultados nutricionais foliares são encontrados nas Tabelas 19 e 20, separados por tratamento. Ambos os anos apresentaram resultados semelhantes, sem nenhuma discrepância entre os resultados encontrados. As variações identificadas em alguns casos, podem ser explicadas pela maior produtividade e/ou crescimento de nós do tratamento.

O nitrogênio se manteve elevado durante todo o ciclo em ambos os anos, havendo pouca variação e discrepância entre os anos e os tratamentos. De modo geral, o organomineral não resultou em redução de nitrogênio foliar, inclusive nas menores doses. Os resultados foliares do fósforo ficaram dentro das faixas adequadas durante todo o ciclo (acima de $1,4 \text{ g kg}^{-1}$) em todos os tratamentos.

O potássio apresentou valores próximos aos níveis indicados ($20,2 - 25,0 \text{ g kg}^{-1}$) em praticamente todas as análises, inclusive com reduções de doses. Em alguns momentos, os tratamentos fertilizados com organomineral apresentaram, em sua maioria, teores maiores que o tratamento fertilizado com adubo químico convencional. Por outro lado, todos os tratamentos apresentaram deficiência do nutriente no último mês de análise do segundo ano (Tabela 20) provavelmente pela exportação do nutriente para o enchimento de grãos, visto que próximo a época da última coleta, os frutos tinham passado pelo estágio de chumbinho. De acordo com Rena et al. (2001), o fruto do cafeeiro neste estágio está sob intensa divisão celular, porém com pequeno crescimento e acúmulo de matéria seca, apresentando maior concentração de K no fruto.

Inicialmente, o boro apresentou baixos teores em todos os tratamentos e, ao longo dos meses, teve médias crescentes. Este comportamento foi visível tanto no primeiro quanto no segundo ano de condução do experimento. Na última análise em ambos os anos, observa-se, em todos os tratamentos, valores acima do indicado ($> 80,8 \text{ mg kg}^{-1}$)

Tabela 19. Resultados nutricionais foliares das aplicações após o primeiro ano de condução, 2019.

Data	Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
out/17	Geral (inicial)	35,3	1,5	29,5	8,1	4,0	2,5	27	25	24	24	143
dez/17	Controle (Fontes Minerais) 100%	30,1	1,4	21,5	12,0	3,5	1,2	33	19	29	45	141
dez/17	Max Humic 100%	30,8	1,4	22,5	11,8	4,5	1,1	44	25	28	34	140
dez/17	Max Humic 75%	31,8	1,4	21,0	13,5	5,0	1,3	45	24	37	36	148
dez/17	Max Humic 50%	30,8	1,2	22,0	12,5	4,0	1,3	44	19	34	46	141
dez/17	Max Humic 25%	29,0	1,3	19,5	12,5	4,2	1,2	45	25	33	48	142
dez/18	Controle (Fontes Minerais) 100%	31,1	1,7	19,0	11,7	3,5	1,7	48	31	65	45	157
dez/18	Max Humic 100%	29,7	1,4	19,5	10,2	3,3	1,8	48	18	97	52	184
dez/18	Max Humic 75%	30,1	1,5	21,0	10,5	3,3	1,9	44	22	90	39	185
dez/18	Max Humic 50%	32,5	1,6	21,5	9,7	3,4	1,9	43	27	95	60	190
dez/18	Max Humic 25%	30,0	1,8	20,5	10,2	3,5	1,8	46	30	72	44	189
abr/19	Controle (Fontes Minerais) 100%	30,8	1,6	20,0	13,8	3,4	2,8	71	186	72	28	130
abr/19	Max Humic 100%	31,5	1,6	19,5	12,6	3,6	2,5	63	203	78	26	140
abr/19	Max Humic 75%	31,9	1,6	21,0	13,1	3,4	2,5	67	211	94	27	135
abr/19	Max Humic 50%	30,4	1,5	18,5	13,3	3,1	2,3	73	228	88	36	144
abr/19	Max Humic 25%	29,7	1,6	21,0	13,1	3,6	2,3	72	232	53	28	169
jun/19	Controle (Fontes Minerais) 100%	31,5	1,8	20,0	13,2	4,0	1,0	65	85	41	22	133
jun/19	Max Humic 100%	34,3	1,8	21,0	13,0	3,5	1,2	73	105	62	20	160
jun/19	Max Humic 75%	33,6	1,8	20,5	13,5	3,5	1,3	66	90	81	22	153
jun/19	Max Humic 50%	32,5	1,8	21,0	14,0	4,0	1,8	71	90	72	23	112
jun/19	Max Humic 25%	32,2	1,8	20,5	11,5	3,7	1,2	73	135	44	28	188

Tabela 20. Resultados nutricionais foliares das aplicações após o segundo ano de condução, 2020.

Data	Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
nov/19	Controle (Fontes Minerais) 100%	31,1	1,7	26,5	9,6	3,4	2,4	32	25	44	21	100
nov/19	Max Humic 100%	32,5	1,5	25,5	8,6	3,1	2,1	30	25	53	10	108
nov/19	Max Humic 75%	32,2	1,6	25	8,9	2,6	2,2	30	25	62	13	84
nov/19	Max Humic 50%	31,8	1,6	26	9,1	3,1	2,1	33	30	62	13	84
nov/19	Max Humic 25%	30,4	1,6	25	10,6	3,6	4,1	37	35	53	17	84
jan/20	Controle (Fontes Minerais) 100%	31,1	1,8	27	14,6	3,7	2,8	51	46	38	7	197
jan/20	Max Humic 100%	30,8	1,7	23	13,9	3,7	2,9	57	57	53	9	165
jan/20	Max Humic 75%	30,4	1,8	23	14,9	3,4	2,8	57	57	94	9	230
jan/20	Max Humic 50%	29,4	1,7	25	13,4	3,4	2,7	58	41	53	7	262
jan/20	Max Humic 25%	32,2	1,9	23,5	15,9	3,7	2,9	55	52	38	11	294
abr/20	Controle (Fontes Minerais) 100%	30,1	1,6	15,5	13,4	3,9	2,2	113	41	105	20	149
abr/20	Max Humic 100%	28,7	1,6	16,5	10,6	3,1	2	97	52	122	16	111
abr/20	Max Humic 75%	27,6	1,6	17,5	13,1	3,6	2	123	57	151	20	149
abr/20	Max Humic 50%	28,3	1,5	17,5	10,6	3,1	2,1	104	47	133	20	124
abr/20	Max Humic 25%	28,7	1,7	17,0	11,9	3,6	2,4	101	52	122	27	124

5 CONCLUSÃO

- 1) A adubação com o fertilizante organomineral da linha Max Humic não mostrou performance superior sobre a produtividade, porém a média do biênio na dose de 75% foi maior que a testemunha.
- 2) Os tratamentos que receberam o fertilizante organomineral apresentaram menores valores de condutividade elétrica quando comparados à testemunha ao primeiro ano.
- 3) Apesar de um incremento na média de enfolhamento ao fim do segundo ano de condução, os tratamentos não interferiram nos fatores biométricos.
- 4) De modo geral, o organomineral aplicado via gotejo, foi capaz de fornecer, de modo eficiente, boa nutrição ao cafeeiro, visto que os tratamentos com o organomineral, apresentaram produtividades equivalentes às aplicação convencional, mostrando ser viável sua utilização em fertirrigação, devido ao custo da aplicação ser mais baixo e diminuir a compactação do solo por entrada das máquinas na lavoura

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, WS. **A method of computing the effectiveness of an insecticide.** Journal of Economic Entomology, v.18, n.1, p.265-267, 1925.

ARAÚJO, A.P. & MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S., ed. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.253-280.

ACOMP. SAFRA BRASILEIRA DE CAFÉ, v. 6– Safra 2020, n. 1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-62, janeiro 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/30380_d1e1f36c2356b81e8a385cd24f05993b. Acesso em 15 jun. 20.

AKHTAR, M. MCCALLISTER, D. L. AND ESKRIDGE, K. M. Availability and fractionation of phosphorus in sewage sludgeamended soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 33(13&14): 2057-2068. 2002.

BENITES, V.M.; MADARI, B. & MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro, **Embrapa Solos**, 2003a. 7p.

Bittencourt, V. C., Strini, A. C., Cesarim, L. G. & Souza, S. R. 2006. Torta de filtro enriquecida. **Revista Idea News**, 6, 2-6.

BOTTOMLEY WB. 1914. **The significance of certain food substances for plant growth.** Proceedings of the Royal Society of London 88: 237-247

BOTTOMLEY WB. 1917. **The isolation from peat of certain nucleic acid derivatives.** Proceedings of the Royal Society of London 90: 39-44

BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012.

BRUNETTO, G.; COMIN, J.J.; SCHMITT, D.E.; GUARDINI, R.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; MORAES, M.P. de; GATIBONI, L.C.; LOVATO, P.E.; CERETTA, C.A. Changes in soil acidity and organic carbon in a sandy Typic Hapludalf after medium-term pig slurry and deep-litter application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1620-1628, 2012.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1753-1761, 2008.

CERETTA, C.A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTI, E.; GATIBONI, L.C.; LOURENZI, C.R.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.593-602, 2010a.

CHAABANE, A. Nitrogen transfert in peatammoniacsoilplant system [Transfert de l'azote dans le système tourbe ammoniac sol plante]. **Unpublished PhD. thesis**. Quebec, Canada: Université Laval, Quebec. 1994.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Lavras - MG: UFLA/FAEPE, 1994. v. 1. 227p.

FERREIRA, N. R., **Eficiência agronômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo**. 2014. x, 67 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2014.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. Disponível em: <http://www.fundacaoprocafe.com.br/laboratorio/solos-e-folhas/padroes-referenciais>

GARCIA, J. C., BONETI, J. E. B., AZANIA, C. A. M., BELUCCI, L. R. & VITORINO, R. 2015. Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico. **Revista Eletrônica Thesis**, 24, 76-89.

GOMES, R. L., R. et al. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 9, n. 1, 2015.

GUIMARÃES, P.T.G.; REIS, T.H.P. **Nutrição e Adubação do Cafeeiro**. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. (Org.). *Café Arábica do plantio à colheita*. Lavras: UR Epamig SM, 2010.p.343-414.

HAYES, S.P.; MCPHADEN, M.J.; WALLACE, J.M. The influence of sea surface temperature on surface wind in the eastern equatorial Pacific: weekly to monthly variability. **J. Climate**, 2, 1500- 1506, 1989.

HAYNES, R.J. & MOKOLOBATE, M.S. Amelioration of Al toxicity and P efficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. **Nutr. Cycl. Agroecosys.** 59:47–63, 2001.

IYAMUREMYE, F., DICK, R.P. & BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: III. **Phosphorus speciation. Soil Sci.** 161(7):444–451, 1996b.

KHIARI, L., & PARENT, L. E. Phosphorus transformations in acid light-textured soils treated with dry swine manure. **Canadian J. Soil Sci.** 85(1):75-87, 2005.

KIEHL, E. J. Fertilizantes organominerais. 2. ed. Piracicaba, **Degaspari**, 2008. 160 p.

LEE, Y. S., & R. J. BARTLETT. Stimulation of plant growth by humic substances. **SoilSci. Soc. of AmericaJ.** 40(6):876-879. 1976.

LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

MALCOLM RL; MACCARTHY P. 1986. **Limitations in the use of commercial humic acids in water and soil research.** Environmental Science & Technology 20: 904-911.

MARSCHNER, H.; **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. New York : Academic, 1995. 889 p.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, June Faria Scherrer; SOUZA, Ronessa Bartolomeu de; V, Victor Hugo Alvarez; GUIMARÃES, Paulo Tácito Gontijo . Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Imprensa), Brasília, v. 38, n.6, p. 703-713, 2003.

MATIELLO, J.B.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R. **Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira.** Fundação Procafé: Varginha, 2006, 112p.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A; OLIVEIRA, D. B. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 32, n.2, p.101-110, 2008.

MCDOWELL, R.; SHARPLEY, A.; FOLMAR, G. Phosphorus export from an agricultural watershed: linking source and transport mechanisms. **Journal of Environmental Quality**, v.30, p.1587-1595, 2001.

MKHABELA, M. S. AND WARMAN, P. R. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. **Agric. Ecosys. Environ.** 106: 57-67. 2005.

PARENT, L. E.; KHIARI, L. & PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. **Acta Horticulturae**, 627:35-41, 2003.

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001, p. 101-128

SEVERINO, L. S., COSTA, F. X., BELTRÃO, N. E. M., LUCENA, A. M. A. & GUIMARÃES, M. M. B. 2004. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, 5, 650-655.

SILVA, A. P. da et al. Coffee seedlings in different substrates and protected environments. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.589-600, jul./ago. 2013.

TISHKOVITCH, A.V.; MEYEROVSKY, A.S.; VIRYASSOV, G.P.; OUSSYOUKEVITCH, G.A. & BARRANIKOVA, E.V. Peat as a fertilizer. **Ed Nauka i tekhnika**, Minsk, Belarus. 1983.

TROEH, R.F.; THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**, São Paulo: Andrei, 2007.p.63.