

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
MARIA OLIVIA QUEIROZ SILVA SOARES

INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO SOB CULTIVO DO CAFEEIRO EM FUNÇÃO DE
DOSES DE ADUBO MINERAL E ORGANOMINERAL

Monte Carmelo
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
MARIA OLIVIA QUEIROZ SILVA SOARES

INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO SOB CULTIVO DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO DE
DOSES DE ADUBO MINERAL E ORGANOMINERAL

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 Dra. Gleice Aparecida de Assis

Monte Carmelo
2023

MARIA OLIVIA QUEIROZ SILVA SOARES

INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO SOB CULTIVO DO CAFEEIRO EM FUNÇÃO DE
DOSES DE ADUBO MINERAL E ORGANOMINERAL

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, 12 de junho de 2023

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a. Gleice Aparecida de Assis
Orientadora

Prof. Dr. Edmar Isaias de Melo
Membro da banca

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

Monte Carmelo
2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui e que me deu sustentação durante toda a minha jornada. Obrigada Senhor!

Aos meus pais Elvira Aparecida Soares da Cruz e Mauro Queiroz e Silva, que sempre me apoiaram durante toda minha vida, acreditaram na minha educação e nunca mediram esforços para que essa conquista fosse possível, vocês são minha base. Minha gratidão e amor por vocês é imensurável.

A todos os meus irmãos, por todo amor, carinho e apoio, vocês sempre serão motivo de muita inspiração.

A toda a minha família, que sempre vibrou com cada conquista minha e com a graduação não foi diferente. Agradeço a Deus pela vida de todos vocês.

Aos meus amigos que conheci na universidade, nesses últimos anos vocês foram a minha família, sem vocês eu não teria conseguido. Obrigada pelo apoio, pelo suporte e carinho, quero levar vocês por toda a vida.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Gleice Aparecida de Assis, por todos os ensinamentos e companheirismo, pela sua orientação e paciência em cada trabalho realizado. Me sinto honrada de trabalhar com uma profissional que deixa perceptível o amor e dedicação que coloca em tudo que faz, dentro e fora da universidade, você é uma inspiração como profissional e ser humano. Que Deus abençoe sua vida imensamente.

Ao Prof. Dr Edmar Isaias de Melo pelo auxílio nas análises, paciência e todo conhecimento compartilhado. Em conjunto, agradeço ao Laboratório de Química (LABQ) e ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Recursos Naturais e Agrícolas (RENAGRI), pela contribuição, parceria e auxílio nas análises realizadas para o presente trabalho.

Ao proprietário Vinícius Crippa por ceder a área para realização do experimento na Fazenda Araras 2 e a sua família pelo apoio à pesquisa e educação.

Ao Dr. Miguel Henrique Rosa Franco e a empresa AgroCP por fornecer os insumos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura do Cerrado (NECACER), pelo auxílio na condução do experimento.

A Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de atuar na iniciação científica voluntária (registro DIRPE/PIVIC N° 263/2020). Agradeço também à todo corpo docente do curso de Agronomia, *Campus* Monte Carmelo, pelos ensinamentos e todo o aporte dentro e fora da sala de aula que foram fundamentais para meu crescimento, desenvolvimento

e formação.

Aos membros que compõe a banca por aceitarem o convite e se disponibilizaram a contribuir com a melhoria do trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO.....	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Cultura do cafeeiro	10
3.2 Indicadores de qualidade de solo	12
3.3 Adubação mineral e organomineral	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Área experimental e tratamentos.....	14
4.2 Características avaliadas	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS	27

RESUMO

Os fertilizantes organominerais vêm sendo bastante utilizados na cafeicultura, promovendo a disponibilidade de nutrientes, aumentando a matéria orgânica no solo e reduzindo as perdas de elementos essenciais às plantas. Nesse contexto, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar parâmetros de indicação de qualidade de solo sob cultivo do cafeeiro em função de doses de adubo mineral e organomineral, tendo solo de mata nativa como referência. O experimento foi instalado na Fazenda Araras 2, localizada em Monte Carmelo, Minas Gerais. O plantio da lavoura foi efetuado em dezembro de 2016, utilizando-se mudas da cultivar MGS Paraíso 2, no espaçamento de 3,8 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco blocos e seis tratamentos: (T1) 100% do tratamento com organomineral, (T2) 70% do tratamento com organomineral, (T3) 50% do tratamento com organomineral, (T4) 100% da adubação mineral, (T5) tratamento padrão da propriedade e (T6) 70% da adubação mineral. Além disso, foi inserido um tratamento correspondente à mata nativa (T7). As avaliações dos parâmetros condutividade elétrica, pH (em CaCl_2 e água deionizada) respiração basal do solo, fósforo assimilável e matéria orgânica foram realizadas em setembro de 2020 e setembro de 2022. Nos dois anos avaliados, verificou-se um aumento no pH em água e cloreto de cálcio nos solos fertilizados em relação à mata nativa. A condutividade elétrica dos solos com uso de adubo mineral ou organomineral apresentou um acréscimo de 101,08 e 128,69 $\mu\text{s cm}^{-1}$ em relação à mata nativa, respectivamente nos anos de 2020 e 2022. Para respiração basal do solo, matéria orgânica e teor de fósforo disponível, não houve diferenças entre as fontes de fertilizantes em relação à mata nativa no ano de 2020. Em 2022, maior taxa de respiração basal (TRB) foi detectada no solo correspondente ao padrão do produtor. Nos tratamentos com doses do fertilizante organomineral, houve um incremento médio de 0,67 mg C-CO₂/kg.h na TRB em relação ao solo de mata nativa. O maior teor de matéria orgânica, em 2022, foi observado no solo de mata nativa em relação aos tratamentos fertilizados.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., fertilizantes especiais, bioindicadores de qualidade.

ABSTRACT

Organomineral fertilizers have been widely used in coffee growing, providing nutrients, increasing organic matter in the soil and encouraging the loss of essential elements to plants. In this context, a survey was carried out with the aim of evaluating soil quality indication parameters under coffee cultivation as a function of mineral and organomineral fertilizer doses, using native forest soil as a reference. The experiment was installed at Araras 2 Farm, located in Monte Carmelo, Minas Gerais. The crop was planted in December 2016, using seedlings of the cultivar MGS Paraíso 2, spacing 3.8 m between rows and 0.6 m between plants. The experimental design used was in randomized blocks with five blocks and six treatments: (T1) 100% of the treatment with organomineral, (T2) 70% of the treatment with organomineral, (T3) 50% of the treatment with organomineral, (T4) 100% of mineral fertilization, (T5) standard treatment of the property and (T6) 70% of mineral fertilization. In addition, a treatment corresponding to the native forest (T7) was inserted. The evaluations of the parameters electrical conductivity, pH (in CaCl₂ and deionized water), basal respiration of the soil, assimilable phosphorus and organic matter were carried out in September 2020 and September 2022. In the two years evaluated, there was an increase in pH in water and calcium chloride in fertilized soils compared to native forest. The electrical conductivity of soils using mineral or organomineral fertilizer showed an increase of 101.08 and 128.69 $\mu\text{s cm}^{-1}$ in relation to native forest, respectively in the years 2020 and 2022. For soil basal respiration, organic matter and available phosphorus content, there were no differences between fertilizer sources in relation to native forest in the year 2020. In 2022, a higher basal respiration rate (TRB) was detected in the soil corresponding to the producer's pattern. In treatments with doses of organomineral fertilizer, there was an average increase of 0.67 mg C-CO₂/kg.h in the TRB in relation to native forest soil. The highest organic matter content, in 2022, was observed in native forest soil in relation to fertilized treatments.

KEYWORDS: *Coffea arabica* L., special fertilizers, quality bioindicators.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Brasil é uma atividade de grande importância socioeconômica, sendo que no estado de Minas Gerais está localizada a maior concentração de *Coffea arabica* L. com 1,35 milhão de hectares plantados, o que representa 73% da área ocupada com essa espécie no território nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2023). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) a cidade de Monte Carmelo, localizada na região do Alto do Paranaíba, em Minas Gerais, produziu, em 2021, 28.350 toneladas de café arábica, ocupando a sétima posição dentre os municípios produtores do estado.

A região do Cerrado Mineiro consolidou um conjunto de inovações e tecnologias, levando especialistas a classificarem um café de excelente qualidade, a fim de conferir maior identidade de origem ao expressar diretamente a localização da produção. Um destes fatores é o uso adequado de corretivos e fertilizantes, visando conferir o equilíbrio dos nutrientes na solução do solo e disponibilização dos mesmos às plantas de maneira benéfica.

Sabe-se que os fertilizantes minerais são comumente utilizados na cafeicultura e sua eficácia já é comprovada na disponibilização de nutrientes, além da sua ampla variação na forma de aplicação. Entretanto, alguns problemas como perdas de nutrientes no solo, principalmente do nitrogênio, são detectados dependendo da quantidade, forma de aplicação e fonte empregada. Nesse contexto, o incremento na matéria orgânica no solo promovida pelo uso de fertilizantes organominerais auxilia na redução de perdas de nutrientes, promovendo melhorias na qualidade do solo, manutenção da temperatura e umidade, e conseqüentemente no aumento da produtividade.

Os fertilizantes organominerais promovem melhorias nas características químicas, físicas e físico-químicas, auxiliando na qualidade do solo por meio da matéria orgânica fornecida em sua composição. Além de manterem a amplitude térmica do solo, promovendo maior permeabilidade e retenção da água, maior capacidade de troca de cátions, aumento na disponibilização de nutrientes e melhoria na microbiota do solo (FERNANDES et al., 2013).

No entanto, a qualidade do solo é baseada no equilíbrio entre os atributos químicos, físicos e biológicos. Dessa forma, a utilização exclusiva de adubos orgânicos não é eficiente na disponibilização de nutrientes para as plantas, sendo recomendada a utilização em conjunto com fontes de fertilizantes minerais. Neste sentido, os adubos organominerais podem trazer

resultados benéficos à cafeicultura, devido a maior disponibilização de nutrientes (MOURA, LOPES, LOPES, 2018).

O uso de fertilizantes organominerais, além de contribuir com os atributos químicos e biológicos do solo, também pode auxiliar na redução da perda de água no sistema quando utilizado em conjunto com o *mulching* de polietileno, proporcionando maior volume de raízes, principalmente as da placa superficial do cafeeiro, as quais são responsáveis pela maior absorção de água e nutrientes (BARBOSA, 2018).

Também é possível observar os benefícios da utilização de fertilizantes organominerais na disponibilização de nutrientes no solo, conforme observado por Carmo et al. (2014), os quais verificaram acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de cafeeiros da cultivar Mundo Novo IAC 379-19 e maior produção de massa seca nas plantas avaliadas com o uso de fertilizantes organominerais em relação às demais fontes.

Em função da utilização crescente de fertilizantes especiais no cultivo do cafeeiro, é de suma importância avaliar a qualidade do solo, a qual influenciará diretamente no manejo da cultura.

2 OBJETIVO

Avaliar parâmetros de indicação de qualidade de solo sob cultivo do cafeeiro em função de doses de adubo mineral e organomineral, tendo solo de mata nativa como referência.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do cafeeiro

A cafeicultura foi uma atividade vital no desenvolvimento e modernização do Brasil, que desde o século passado é líder no mercado cafeeiro. Os primeiros relatos da chegada de mudas de café plantadas no Brasil foram por volta de 1730 no Pará, onde a cultura não teve uma boa adaptação devido às condições edafoclimáticas. Em 1760 a cultura chegou ao Rio de

Janeiro e se instalou, tornando a região a maior produtora do país até meados do século XIX (RICCI, 2008).

Embora o gênero *Coffea* seja representado por mais de 100 espécies, as que mais se destacam no mercado mundial são *C. arabica* L. e *C. canephora*, Pierre (DAVIS et al., 2006), representando praticamente a totalidade do café comercializado no mundo (CARVALHO et al., 2022). O centro de origem do café arábica é relatado das florestas tropicais da Etiópia, Quênia e Sudão, com altitudes elevadas entre 1.500 e 2.800 m. A temperatura do ar nestas regiões apresenta pouca variação sazonal, com médias anuais variando entre 18°C e 22°C (FERNANDES et al., 2012). O café arábica é a espécie que melhor apresenta qualidade de bebida, alcançando preços superiores ao do robusta (VILELLA, 2001). Até junho de 2021 o Brasil dispunha de 176 cultivares de café cadastradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo que 135 destas cultivares são de *C. arabica* (CARVALHO et al., 2022).

Atualmente o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. O estado de Minas Gerais é o maior produtor de café arábica, apresentando produção estimada de 27,83 milhões de sacas de 60 kg, quase 30% a mais do que na safra anterior, mesmo o ano de 2023 sendo ciclo de bienalidade negativa. Isso se dá pelo aumento de áreas que estavam em renovação e principalmente pelas condições climáticas desfavoráveis sofridas no ano de 2021 que afetou as lavouras. Além disso, precipitações acima da média a partir do fim do ano de 2022 favoreceram o crescimento da lavoura para a safra 2023. A área total destinada à cafeicultura no país em 2023 (arábica e conilon) totaliza 2,25 milhões de hectares, aumento de 0,3% em relação à área da safra anterior, com 1,87 milhão de hectares destinados às lavouras em produção (CONAB, 2023).

O café, além de possuir grande importância econômica como produto de exportação, internamente há um aumento no consumo da bebida, sendo o Brasil o segundo maior consumidor de café do mundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC, 2022). Em pesquisa realizada pela ABIC (2021), sobre o perfil atual do brasileiro no consumo de café, um fator determinante para os consumidores refere-se à sustentabilidade de produção.

Neste contexto, o uso do manejo orgânico em propriedades cafeeiras proporciona maior sustentabilidade em relação ao manejo convencional. Essa diferença entre as práticas aplicadas geram alteração nas características químicas e biológicas do solo, influenciando diretamente a qualidade e produtividade da cultura (GUIMARÃES et al., 2013).

3.2 Indicadores de qualidade de solo

A avaliação de indicadores da qualidade do solo é uma prática importante nas análises das informações para a tomada de decisão no manejo correto de uma área, considerando fatores como a sustentabilidade produtiva e conservação do ecossistema (CAMARGO, 2016).

Os indicadores de qualidade do solo dividem-se em grupos, sendo eles, os indicadores físicos, químicos e biológicos. Os físicos são representados pela cor, textura, estrutura, regime hídrico e resistência do solo à penetração. Os indicadores de caráter químico se baseiam na determinação da acidez, na disponibilidade de nutrientes e da matéria orgânica presente nos solos. Já os indicadores biológicos se caracterizam pela presença e atividade de microrganismos no solo (PAIXÃO, 2019).

Alguns parâmetros utilizados como indicadores podem representar propriedades físicas, químicas ou biológicas em associação aos diferentes processos que ocorrem no solo, como por exemplo, a retenção hídrica, ciclagem de nutrientes, potencial de erosão, potencial de lixiviação, atividade biológica, entre outros (RIBEIRO et al., 2020).

Os indicadores da qualidade do solo devem ser sensíveis às variações de manejo e clima, além de possibilitar o monitoramento dessas mudanças ao longo do tempo (DORAN, PARKIN, 1994).

A utilização de indicadores biológicos para avaliar a qualidade de solo tem sido considerada uma prática adequada, uma vez que os microrganismos presentes no solo apresentam grande sensibilidade às mudanças de manejo, pois integram a maior fração ativa da matéria orgânica (NUNES et al., 2009). A respiração basal microbiana, por exemplo, pode representar um reflexo na velocidade que um resíduo orgânico adicionado ao solo se decompõe. Quando a atividade microbiana é elevada, a decomposição também é maior, o que consequentemente, promove maior liberação de nutrientes para as plantas (PADILHA et al., 2014). A respiração é determinada por meio da quantificação de carbono liberado na forma de dióxido de carbono. proveniente da respiração de microrganismos aeróbicos (COSTA et al., 2021).

De acordo com Araújo et al. (2012), os indicadores químicos geralmente são agrupados em variáveis que possuem relação com o teor de matéria orgânica, a acidez e a disponibilidade de nutrientes no solo.

Neste contexto, a biomassa microbiana associada ao conteúdo de matéria orgânica podem ser utilizadas como índice comparativo da qualidade do solo sob condições de diferentes manejos (ARAÚJO, MONTEIRO, 2007).

Para redução da degradação dos solos agrícolas, é importante a adoção de técnicas que possuam como premissa a manutenção da qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos (GUIMARÃES et al., 2016).

Os solos tropicais do Brasil possuem características de baixa fertilidade natural e alta acidez, o que confere a necessidade de complementação dos nutrientes no solo utilizando fertilizantes e corretivos para um melhor desenvolvimento das culturas em todo seu ciclo fenológico (ZONTA; STAFANATO, PEREIRA, 2021).

3.3 Adubação mineral e organomineral

O uso de fertilizantes minerais é amplamente conhecido em toda agricultura mundial. A legislação brasileira os define como fontes de nutrientes para as plantas compostos em sua maioria por produtos minerais naturais ou sintéticos, oriundos a partir de processos físicos, químicos ou físico-químicos. Fertilizantes minerais são importantes fontes de nutrientes às plantas devido a sua rápida liberação. Entretanto, existem algumas preocupações com sua utilização, devido a perdas por lixiviação, volatilização e segregação de grânulos em formulados (ZONTA; STAFANATO, PEREIRA, 2021).

A legislação brasileira define fertilizantes organominerais como produtos que combinam um componente mineral a um material orgânico, podendo ser de diferentes origens (CRUZ; PEREIRA, FIGUEIREDO, 2017). Uma alternativa econômica e eficiente na destinação dos resíduos de atividades de animais que vem sendo amplamente utilizada é a produção de fertilizantes organominerais. Esses resíduos possuem cerca de 680 mil toneladas (t) de nitrogênio (N), 660 mil t de pentóxido de fósforo (P_2O_5) e 440 mil t de óxido de potássio (K_2O), o que representa, em média, 27%, 21% e 12% do total anual consumido de N, P e K pela agricultura brasileira, respectivamente (BENITES et al., 2010), o que possibilita um sistema de produção mais sustentável devido ao uso de fontes renováveis utilizadas na fabricação do organomineral (ZONTA; STAFANATO, PEREIRA, 2021).

A primeira grande vantagem relativa dos fertilizantes organominerais em relação aos minerais é o fato de utilizarem como matéria prima resíduos que são passivos ambientais de

outros sistemas de produção (BENITES et al., 2010). A matéria orgânica contida nesses fertilizantes são ricas em substâncias húmicas, podendo aumentar a disponibilidade de cargas negativas. Quando formulados com o fertilizante mineral, contribui para maior disponibilização de fósforo para as raízes da planta na região de aplicação do adubo (SILVA et al., 2010.)

Em comparativo ao fertilizante mineral, os organominerais apresentam menor potencial químico reativo, porém sua solubilização é gradual, o que pode ser positivo em termos de eficiência agrônômica ao longo do ciclo de culturas perenes, quando comparado com os fertilizantes minerais solúveis (SILVA et al., 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi realizado na Fazenda Araras 2, localizada em Monte Carmelo, Minas Gerais. As coordenadas geográficas da área experimental são 18° 43' 19,5" S e 47° 32' 16,1" W, situada a 898 m de altitude. O plantio da lavoura foi efetuado em dezembro de 2016, utilizando-se mudas da cultivar MGS Paraíso 2, no espaçamento de 3,8 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, totalizando 4.385 plantas por hectare. A adubação dos sulcos foi realizada mediante a aplicação de 2,5 kg de matéria orgânica, 400 g de gesso, 350 g do formulado 05-37-00 (N – P₂O₅ – K₂O) e 300 g de calcário com 95% de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) por metro linear, de acordo com as recomendações de Guimarães et al. (1999).

A área cultivada foi irrigada por sistema de gotejamento, com espaçamento entre os gotejadores de 0,6 m e vazão de 2,3 L h⁻¹. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Argiloso (EMBRAPA, 1999). O solo foi avaliado quanto às características químicas na camada de 0 a 0,20 m entre os meses de outubro e novembro nos anos de 2019, 2020 e 2021 (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo sob cultivo de cafeeiro na camada de 0-0,20 m da área experimental em Monte Carmelo-MG

Atributos químicos do solo	2019	2020	2021
pH em H ₂ O	6,10	5,80	6,14
P (mg dm ⁻³)	36,20	4,80	49,00
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,84	0,22	0,91
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	2,69	3,40	3,64
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,81	1,40	1,20
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00	0,00
H ⁺ + AL ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,70	2,06	1,93
SB(cmol _c dm ⁻³)	4,34	5,02	5,79
V (%)	72,0	71,0	74,0
m (%)	0,0	0,0	0,0
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,04	7,08	7,69
Zn (mg dm ⁻³)	1,70	1,15	1,86
Mn (mg dm ⁻³)	4,20	3,07	3,40
Fe (mg dm ⁻³)	2,80	16,00	24,76
Cu (mg dm ⁻³)	1,50	1,16	1,73
B (mg dm ⁻³)	0,22	0,25	0,75
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	9,00	5,00	14,00
MO (dag ha ⁻¹)	2,00	2,50	2,32

Em 2019 as análises foram realizadas no Laboratório Brasileiro de Análises Agrícolas (LABRAS). Em 2020 e 2021, as análises foram realizadas no Laboratório Safrar Análises Agrícolas LTDA.

P, K = Mehlich⁻¹; S-SO₄⁻² = [Fosfato monobásico Cálcio 0,01 mol l⁻¹]; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol l⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão SMP pH 7,5]; B = [BaCl₂ . 2H₂O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = DTPA.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco blocos e seis tratamentos, sendo eles: (T1) 100% do tratamento com organomineral, (T2) 70% do tratamento com organomineral, (T3) 50% do tratamento com organomineral, (T4) 100% da adubação mineral, (T5) tratamento padrão da propriedade e (T6) 70% da adubação mineral. Além disso, foi inserido um tratamento correspondente à mata nativa (T7). Cada parcela experimental foi constituída por uma linha com 16 plantas, consideradas úteis as oito plantas centrais. Os blocos foram separados por uma linha de cultivo, representando a bordadura (Figura 1).

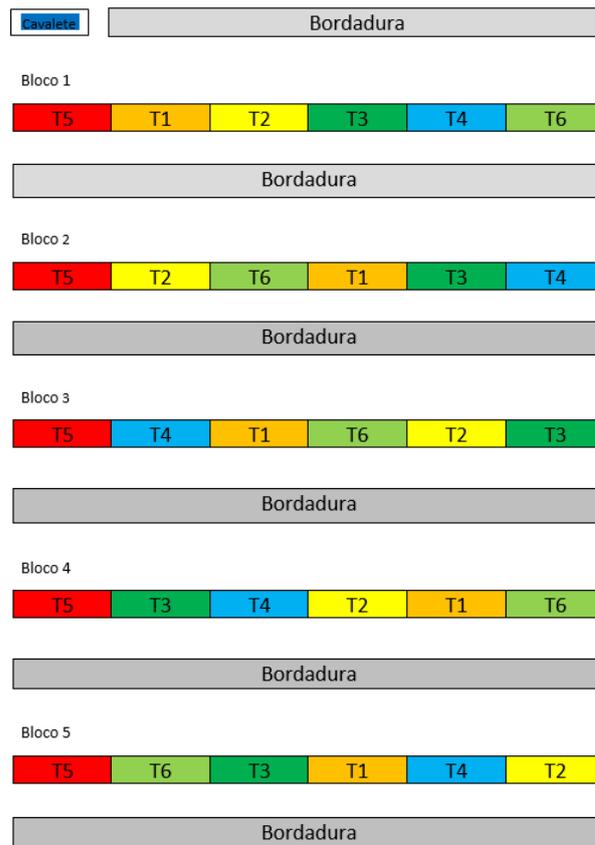


Figura 1. Croqui com a distribuição dos tratamentos na área experimental. Fonte: Rezende (2022).

A adubação dos tratamentos foi realizada de acordo com a produtividade esperada e teor de nutriente no solo, conforme recomendação proposta por Guimarães et al. (1999) (Tabela 2). Em todos os anos as adubações ocorreram à lanço na projeção da copa do cafeeiro.

Tabela 2. Doses e fontes de adubo aplicadas no solo em 2019, 2020 e 2021.

Tratamento	Fontes	Doses de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
		2019	2020	2021
T1: 100% do tratamento com adubação organomineral	2019: Formulados* 25-00-00 2020: Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32 2021: Formulado 25-00-00	250 de N	450 de N, 80 de P ₂ O ₅ e 340 de K ₂ O	250 de N
T2: 70% do tratamento com adubação organomineral	2019: Formulados* 25-00-00 2020: Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32 2021: Formulado 25-00-00	175 de N	315 de N, 56 de P ₂ O ₅ e 238 de K ₂ O	175 de N
T3: 50% do tratamento com adubação organomineral	2019: Formulados* 25-00-00 2020: Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32 2021: Formulado 25-00-00	125 de N	225 de N, 40 de P ₂ O ₅ e 170 de K ₂ O	125 de N
T4: 100% do tratamento com adubação mineral	2019: Nitrato de amônio 2020: Ureia, MAP e Cloreto de Potássio 2021: Ureia (45%)	250 de N	450 de N, 80 de P ₂ O ₅ e 340 de K ₂ O	250 de N
T5: Tratamento padrão da propriedade	2019 e 2020: Ureia, MAP, Cloreto de Potássio, formulado 20-05-20 e composto orgânico. 2021: Ureia, KCl, Nitrato de amônio, Formulado 11-11-26 e Composto orgânico	94 de N, 7 de P ₂ O ₅ e 53 de K ₂ O	190 de N, 55 de P ₂ O ₅ e 310 de K ₂ O	360 de N, 55 de P ₂ O ₅ e 325 de K ₂ O
T6: 70% do tratamento com adubação mineral	2019: Nitrato de amônio 2020: Ureia, MAP e Cloreto de Potássio 2021: Ureia	175 de N	315 de N, 56 de P ₂ O ₅ e 238 de K ₂ O	175 de N

* Formulados: N, P₂O₅ e K₂O, Nitrato de amônio (27% de N), Ureia (45% de N), MAP (10% de N e 52% de P₂O₅), KCl (60% de K₂O).

4.2 Características avaliadas

Os parâmetros indicadores da qualidade do solo foram medidos a partir da coleta de três subamostras de solo, localizadas no início, meio e fim das plantas úteis de cada parcela. As subamostras foram homogêneas, formando uma amostra composta por parcela, sendo a coleta efetuada na projeção da copa do cafeeiro. Na testemunha, cinco amostras de solo de

mata nativa localizada a 85 m de distância do experimento foram coletadas. A amostragem foi realizada nos meses de setembro de 2020 e setembro de 2022, com o objetivo de comparar a diferença entre os tratamentos no decorrer das adubações. Os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Condutividade elétrica: Utilizou-se a relação 1:2,5, onde, em um copo plástico de 50 mL foram adicionados 10 g de solo e 25 mL de água deionizada. As amostras foram agitadas com um bastão de vidro e deixadas por 24 horas em repouso para que houvesse a sedimentação do material suspenso e o clareamento do sobrenadante. Após o período em repouso, as amostras foram lidas com condutivímetro modelo mCA-100 TECNOPON (ALMEIDA et al., 2012).

- pH: a determinação foi efetuada em duplicata, avaliando-o em cloreto de cálcio (CaCl_2) e em água deionizada, de acordo com Embrapa (2011). Foram pesadas amostras de 10 mL de solo acondicionadas em frascos plásticos. Em seguida foram adicionados 25 mL de CaCl_2 a $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, agitando-se a amostra com bastão de vidro individual e deixando-se em repouso por uma hora (Figura 2). Logo após agitou-se a amostra e o pH foi determinado utilizando PHmetro do modelo mPA-210 TECNOPON. O mesmo processo foi repetido para a determinação em água deionizada.

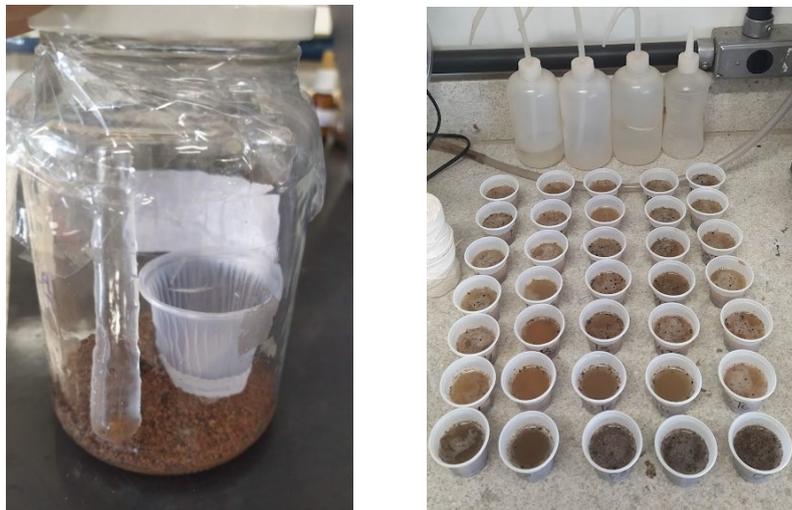


Figura 2. Incubação do solo para determinação da respiração basal (à esquerda) e determinação do pH (à direita).

- Respiração basal do solo: A determinação foi efetuada de acordo com a metodologia proposta por Dionísio, Pimentel e Signor (2016). Inicialmente, determinou-se a capacidade de retenção de água (CRA), e a partir dessa análise fez-se a correção de umidade para 60% da CRA. Para avaliar a respiração basal, uma massa de 40,0 g de solo foi peneirada

em peneiras de abertura de 2,00 mm e posteriormente colocadas em frascos de vidro com tampas herméticas. Juntamente com o solo, foi adicionado um recipiente plástico contendo 10,0 mL de NaOH a 0,5 mol L⁻¹ padronizado para capturar CO₂ produzido e juntamente, um tubo de ensaio contendo 10,0 mL de água destilada para manter a umidade dentro do frasco. Foram realizadas duas provas em branco, ou seja, sem solo. Os frascos foram hermeticamente fechados e incubados em temperatura ambiente por cinco dias (120 horas). Após o período de incubação retirou-se dos frascos de vidro os recipientes plásticos contendo NaOH, e adicionando 1,0 mL de BaCl₂ (10% m/V) e duas gotas de fenolftaleína. O excesso de NaOH foi titulado com HCl 0,5 mol L⁻¹ (Figura 2).

- Fósforo assimilável: foi determinado utilizando metodologia da Embrapa (2011). Em um recipiente plástico foram adicionados 5 cm³ de solo terra fina seca ao ar (TFSA) com 50 mL de solução extratora (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹). As amostras foram agitadas e deixadas em repouso. Foi pipetado 0,6 mL do extrato nas análises em 2020 e 0,2 mL nas análises de 2022, adicionando-o em copos plásticos e posteriormente adicionados 2,0 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída, 0,2 mL de solução de ácido ascórbico 3% m/V e completando com água destilada até o volume de 5,0 mL da amostra no total. Agitou-se manualmente por 1 a 2 minutos e, posteriormente, foi deixado em repouso por uma hora, para que a cor se desenvolvesse. Em seguida, realizou-se a leitura da absorbância das amostras no Espectrofotômetro UV-Vis, com comprimento de onda de 660 nm.

- Matéria orgânica: foi realizada conforme metodologia adaptada de Rajj et al. (2001), onde colocou-se 0,02 g de TFSA com granulometria menor que 100 mesh em tubo de ensaio de 10,0 mL. Em seguida, adicionou-se 1,0 mL de solução de K₂Cr₂O₇, 0,167 mol L⁻¹, 1,0 mL de H₂SO₄ concentrado e 4,0 mL de água destilada. O tubo foi agitado manualmente, e deixado em repouso por 24 horas. Sem agitação, parte do sobrenadante foi transferido para uma célula espectrofotométrica e a absorbância lida a 650 nm em espectrofotômetro UV-Vis, da HACH, modelo DR 4000, previamente acertado o zero com prova em branco. O cálculo do teor de matéria orgânica se deu por meio de uma curva de calibração construída a partir de soluções padrões de sacarose (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 mg L⁻¹ de carbono), utilizada para calcular a concentração de carbono na amostra de solo em g kg⁻¹, e utilizado o fator de 1,724 para converter o valor da concentração de carbono em teor de matéria orgânica no solo.

No que diz respeito à análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SPEEDSTAT (CARVALHO, MENDES, 2017), utilizando o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade no Software R (R Development

Core Team, 2011) e teste de Dunnett para comparação dos tratamentos e a testemunha para fósforo assimilável em 2022.

Para análise de variância dos dados em 2020, foram adotadas as seguintes transformações: teor de fósforo assimilável Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -0,1$ e para matéria orgânica Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -1,55$. Em 2022, as transformações efetuadas foram: condutividade elétrica Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -0,4$, fósforo assimilável Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -0,5$ e percentual de matéria orgânica Box-Cox ($y+1$), $\lambda = -3,0$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidencia que em 2020 (Tabela 3), houve diferença significativa entre os tratamentos em função das fontes e doses de adubo mineral e organomineral nos parâmetros condutividade elétrica (CE), pH em CaCl_2 e pH em água pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para condutividade elétrica - CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pH em CaCl_2 e pH em água em solo com cultivo de cafeeiros adubados com doses de fertilizantes organomineral e mineral no ano de 2020 em Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM		
		CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ¹	pH CaCl_2	pH em água
Tratamentos	6	8.397,4**	2,867**	2,431**
Blocos	4	2.244,8 ^{ns}	0,354**	0,139**
Resíduo	24	1.680,1	0,0759	0,0289
Total	34			
CV (%)		33,07	4,59	2,43

ns e **: não significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F
FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

As médias de condutividade elétrica no ano de 2020 (Tabela 4), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos adubados, porém, diferenciaram em relação à mata nativa em solo de cerrado. A condutividade elétrica demonstrou uma diferença expressiva, sendo que as parcelas adubadas apresentaram solos com média de $118,16 \mu\text{s cm}^{-1}$, enquanto o solo de cerrado apresentou média de $37,30 \mu\text{s cm}^{-1}$. Desta forma, a quantidade de íons solúveis no solo da mata nativa é bem menor do que em área cultivada, o que indica maior salinidade nas parcelas que receberam adubação.

Tabela 4. Médias de condutividade elétrica - CE ($\mu\text{s cm}^{-1}$), pH em CaCl_2 e pH em água em solo com cultivo de cafeeiros, no ano de 2020, em função de tipos de fertilizantes

Fertilizantes	CE ($\mu\text{s /cm}$)	pH CaCl_2	pH em água
Organomineral 100% da dose	137,52 a	6,37 ab	7,29 abc
Organomineral 70% da dose	134,91 a	6,37 ab	7,39 ab
Organomineral 50% da dose	126,14 a	6,51 a	7,43 a
Mineral 100% da dose	134,84 a	6,19 ab	7,12 c
Padrão do Produtor	170,14 a	5,98 b	7,12 c
Mineral 70% da dose	126,75 a	6,27 ab	7,17 bc
Solo de Cerrado	37,30 b	4,33 c	5,44 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para pH em CaCl_2 , observou-se maiores valores nos solos sob cultivo do cafeeiro em relação ao solo de cerrado, que apresentou média de 4,33 (Tabela 4). Para o pH em água, verificou-se que o tratamento com 50% da dose do fertilizante organomineral apresentou média superior aos tratamentos com fertilizantes minerais e ambos foram superiores ao pH de mata nativa. De forma geral, os tratamentos adubados apresentaram valores elevados de pH, acima da faixa ideal de 5,5 a 6,5 para cafeeiro, o que pode acarretar a indisponibilidade de micronutrientes (MATIELLO et al., 2002).

Para as análises de respiração basal, fósforo assimilável e matéria orgânica, não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade no ano de 2020 (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para respiração basal (RBS), teor de fósforo e matéria orgânica (M.O) em solos cultivados com cafeeiros adubados com doses de fertilizantes organomineral e mineral no ano de 2020

FV	GL	QM		
		RBS	Fósforo ¹	M.O ²
Tratamentos	6	0,0770 ^{ns}	0,7388 ^{ns}	0,00108 ^{ns}
Blocos	4	0,1556 ^{ns}	0,2728 ^{ns}	0,00076 ^{ns}
Resíduo	24	0,07041	0,3697	0,00079
Total	34			
CV (%)		24,9	69,15	5,41

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

1: Dados transformados pela transformação: (Box-Cox($y+1$), $\lambda = -0,1$)

2: Dados transformados pela transformação: (Box-Cox($y+1$), $\lambda = -1,55$)

As médias dos parâmetros de respiração basal, teor de fósforo e porcentagem de matéria orgânica no solo não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, com valores médios de 1,06 mg C-CO₂/kg. h, teor de fósforo de 2,97 mg dm⁻³ e 2,02% de matéria orgânica (Tabela 6).

Tabela 6. Médias de respiração basal (mg C-CO₂/kg. h), teor de fósforo no solo (mg dm⁻³) e porcentagem de matéria orgânica em solo cultivado com cafeeiros no ano de 2020, em função de fontes e doses de fertilizantes em Monte Carmelo, Minas Gerais

Fertilizantes	RBS	Fósforo	M.O
Organomineral 100% da dose	0,98 a	6,18 a	1,96 a
Organomineral 70% da dose	1,18 a	4,44 a	1,90 a
Organomineral 50% da dose	1,05 a	0,81 a	1,68 a
Mineral 100% da dose	1,19 a	2,71 a	2,77 a
Padrão do Produtor	0,88 a	1,82 a	1,88 a
Mineral 70% da dose	1,19 a	1,45 a	1,72 a
Solo de Cerrado	0,99 a	0,43 a	2,29 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo F a 5 % de probabilidade.

Para as avaliações realizadas em setembro de 2022, houve diferença significativa entre os tratamentos nos parâmetros condutividade elétrica, pH em CaCl₂ e pH em água (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância para condutividade elétrica - CE ($\mu\text{s cm}^{-1}$), pH em CaCl₂, pH em água em solo cultivado com e cafeeiros, no ano de 2022, em função de fontes e doses de fertilizantes em Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM		
		CE ($\mu\text{s /cm}$) ¹	pH CaCl ₂	pH em água
Tratamentos	6	0,01496**	3,1420**	2,41770**
Blocos	4	0,00343**	0,1867*	0,07270 ^{ns}
Resíduo	24	0,0000530	0,0493	0,02884
Total	34			
CV (%)		1,06	3,65	2,42

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

1: Dados transformados em: (Box-Cox(y+1), $\lambda = -0,4$)

A condutividade elétrica, para o ano de 2022, mostrou-se diferente das primeiras avaliações, onde o tratamento com a dose de 100% do fertilizante organomineral apresentou um incremento de 79,38 $\mu\text{s cm}^{-1}$ em relação à dose de 70% do fertilizante mineral. Além disso, todos os tratamentos que receberam adubo apresentaram, em média, condutividade elétrica do solo superior em 128,69 $\mu\text{s cm}^{-1}$ em relação ao solo de cerrado (Tabela 8).

Tabela 8. Médias de condutividade elétrica - CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pH em CaCl_2 , pH em água em solos cultivados com cafeeiros, no ano de 2022, em função de tipos e doses de fertilizantes

Fertilizantes	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH CaCl_2	pH em água
Organomineral 100% da dose	243,38 a	6,31 a	7,24 ab
Organomineral 70% da dose	197,88 ab	6,52 a	7,39 ab
Organomineral 50% da dose	217,54 ab	6,55 a	7,45 a
Míneral 100% da dose	190,04 ab	6,22 a	7,18 b
Padrão do Produtor	202,74 ab	6,43 a	7,25 ab
Míneral 70% da dose	164,00 b	6,29 a	7,23 ab
Solo de Cerrado	73,90 c	4,31 b	5,47c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Em experimento conduzido em Monte Carmelo (MG), Ribeiro et al. (2020), observaram que não houve diferença significativa da condutividade elétrica nos cafeeiros em transição para o orgânico e convencional, enquanto o solo de mata nativa apresentou valores inferiores de condutividade.

Além disto, apesar do solo cultivado e da mata nativa manterem a diferença de médias em 2022, observou-se um aumento nos valores de condutividade em relação à 2020, conforme apresentado na Figura 3. A condutividade elétrica é uma medida bastante comum para avaliar a salinidade do solo devido os seus valores serem proporcionais à concentração de sais na solução do solo. Em cultivos agrícolas, a adição de fertilizantes à base de sais é amplamente utilizada, servindo então como fontes de salinidade que podem se acumular no solo, o que pode ocasionar o aumento na condutividade elétrica.

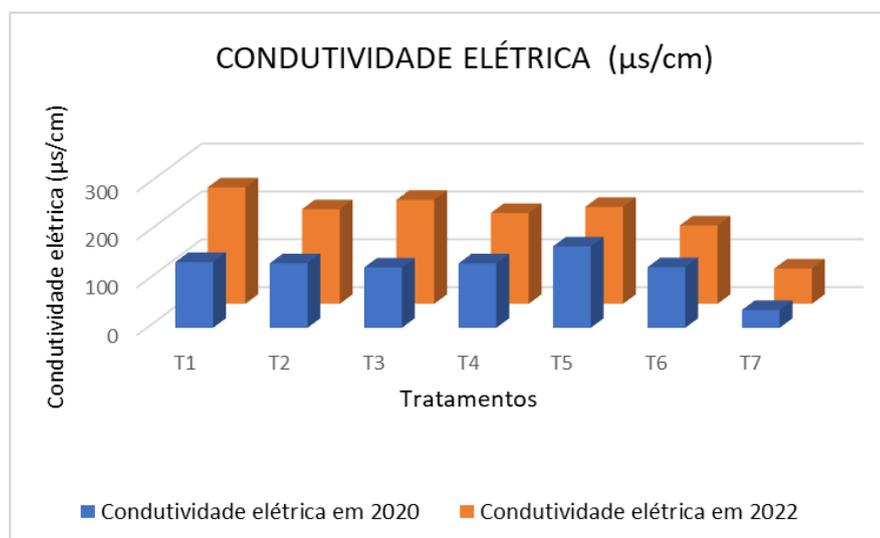


Figura 3. Comparativo da condutividade elétrica do solo ($\mu\text{s cm}^{-1}$) nos anos de 2020 e 2022.

T1: Organomineral 100% da dose, T2: Organomineral 70% da dose, T3: Organomineral 50% da dose, T4: Míneral 100% da dose, T5: Padrão do Produtor, T6: Míneral 70% da dose e T7: Solo de Cerrado.

O pH em CaCl_2 e pH em água apresentaram médias significativamente superiores no

solo cultivado em relação ao solo de cerrado. Destaca-se o tratamento com 50% do fertilizante organomineral, sendo dectatado maior pH em água em relação à dose de 100% do fertilizante mineral. As diferenças médias dos tratamentos cultivados com cafeeiros em relação ao solo de cerrado foram 2,07 e 1,82, respectivamente para pH CaCl₂ e pH em água (Tabela 8).

Os valores de pH apresentados pelos tratamentos, exceto no solo de cerrado, estão acima de 7,0 e se encontram em uma faixa onde a absorção de micronutrientes como ferro, manganês, cobre e zinco é baixa e, concomitante a isto, a disponibilidade de molibdênio e cloro é maior. Aliado a isto, a aplicação de fertilizantes a base de sais pode gerar um desequilíbrio nutricional às plantas, e explicar o incremento nos valores da condutividade elétrica.

Guimarães et al. (2013) realizaram um estudo em Caparaó (ES), comparando a qualidade de solo em cultivo de cafeeiros com adubação convencional, orgânica e mata nativa, onde o solo nativo apresentou maior acidez em relação aos solos das áreas cultivadas, os quais não obtiveram diferenças significativas entre as fontes de adubação.

No ano de 2022, houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos para os parâmetros matéria orgânica e respiração basal do solo (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9. Análise de variância para teor de fósforo e matéria orgânica em solos cultivados com cafeeiros, no ano de 2022 em função de fontes e doses de fertilizantes

FV	GL	QM	
		Fósforo ¹	M.O ²
Tratamentos	6	1,4177**	0,00028**
Blocos	4	1,0014**	3,12.10 ⁻⁵ ns
Resíduo	24	0,1014	2,55.10 ⁻⁵
Total	34		
CV (%)		26,8	1,61

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

** : significativo a 1% de probabilidade pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

1: Dados transformados pela transformação: : (Box-Cox(y+1), λ=-0,5).

2: Dados transformados pela transformação: : (Box-Cox(y+1), λ=-3).

Tabela 10. Análise de variância para respiração basal em solos cultivados com cafeeiros, no ano de 2022, em função de fontes e doses de fertilizantes em Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM
		RBS
Tratamentos	6	0,37321**
Blocos	1	0,05234 ^{ns}
Resíduo	6	0,02660
Total	13	
CV (%)		5,12

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

** : significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Maior taxa de respiração basal foi detectada no solo correspondente ao padrão do produtor em 2022, havendo um incremento de 0,8 mg C-CO₂/kg. h em relação aos demais tratamentos adubados. A menor taxa de respiração basal foi observada no solo de cerrado, não diferindo significativamente dos tratamentos com as doses de 70% e 100% da adubação mineral (Tabela 11).

Tabela 11. Médias de respiração basal (mg C-CO₂/kg. h), teor de fósforo no solo (mg dm⁻³) e porcentagem de matéria orgânica em solo cultivado com cafeeiros no ano de 2022, em função de tipos de fertilizantes em Monte Carmelo, Minas Gerais

Fertilizantes	RBS	Fósforo	M.O
Organomineral 100% da dose	3,41 b	20,10*	1,75 b
Organomineral 70% da dose	3,32 b	40,02*	1,53 bc
Organomineral 50% da dose	3,22 bc	24,75*	1,38 bc
Mineral 100% da dose	2,86 cd	26,83*	1,24 c
Padrão do Produtor	3,94 a	25,74*	1,56 bc
Mineral 70% da dose	2,89 cd	28,33*	1,68 bc
Solo de Cerrado (Testemunha)	2,64 d	0,00	2,96 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5 % de probabilidade para as características RBS e M.O.

Médias seguidas de * diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (p < 0,05) para a característica teor de fósforo no solo.

Ribeiro et al. (2020) comparando a atividade microbiana em cafeeiros com adubação convencional e orgânica, não detectaram diferenças entre os tratamentos adubados, e a maior respiração basal do solo foi observada sob vegetação nativa, diferindo dos resultados encontrados na presente pesquisa.

Para os teores de fósforo no solo, verificou-se nos tratamentos adubados um incremento de 27,62 mg dm⁻³ em relação ao solo de cerrado (Tabela 11).

Avaliando o crescimento inicial de cafeeiros sob diferentes fontes de adubos fosfatados minerais e organominerais no município de Alegre-ES, Cândido et al. (2013),

observaram melhor desenvolvimento em diâmetro de caule, área foliar e número de ramos plagiotrópicos em tratamentos com fertilizantes organomineral fosfatado, o que pode ser justificado pela matéria orgânica presente no adubo, promovendo maior disponibilidade do fósforo.

O maior teor de matéria orgânica foi observado no solo de mata nativa em relação aos tratamentos fertilizados. É importante ressaltar que o uso da dose de 100% do fertilizante organimineral promoveu um incremento de $0,51 \text{ dag kg}^{-1}$ na matéria orgânica do solo em relação ao tratamento 100% mineral, o que enfatiza os benefícios dos fertilizantes especiais no aumento da matéria orgânica (Tabela 11).

Houve aumento da respiração basal e teor de fósforo nos comparativos entre 2020 e 2022 (Figura 4), sendo as diferenças mais expressivas nos tratamentos onde foram adicionados fertilizantes. A presença de matéria orgânica na superfície de solo atua como condicionador do solo, possibilitando manutenção da umidade no solo, sendo determinante para o incremento da respiração basal.

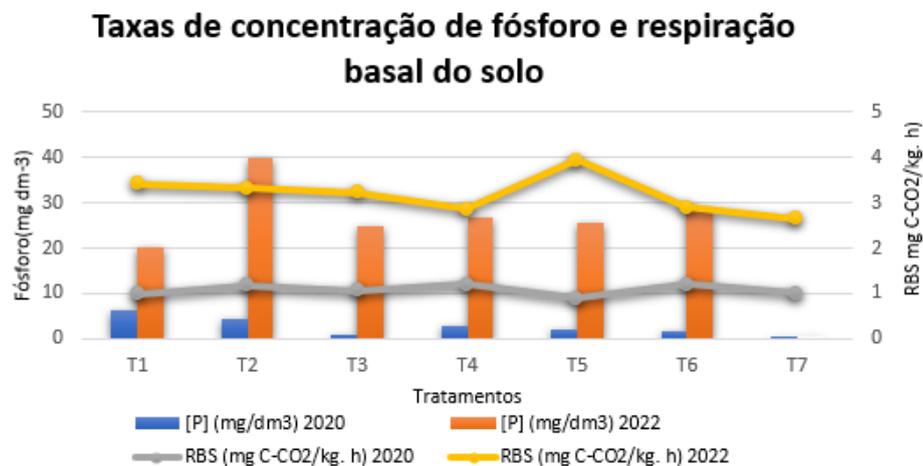


Figura 4. Comparativo entre os parâmetros teor de fósforo e respiração basal do solo nos anos de 2020 e 2022.

T1: Organomineral 100% da dose, T2: Organomineral 70% da dose, T3: Organomineral 50% da dose, T4: Mineral 100% da dose, T5: Padrão do Produtor, T6: Mineral 70% da dose e T7: Solo de Cerrado.

A disponibilidade de fósforo nos solos é dependente de fatores ambientais e da atividade de microrganismos, além das propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo (SANTOS, GATIBONI, KAMINSKI, 2008). Deste modo, parâmetros como o pH podem influenciar a disponibilidade, pois em solos mais ácidos, onde há cargas elétricas positivas, ocorre fixação no solo pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (ZONTA; STAFANATO, PEREIRA, 2021), o que pode explicar a diferença entre o incremento de

fósforo assimilável entre os tratamentos com adubação e o solo de cerrado, onde, apesar do maior teor de matéria orgânica, não recebeu corretivos e fertilizantes que promovem a fertilidade do solo.

Sabendo que o solo apresenta um dinamismo de nutrientes e microrganismos, ocorrendo diversos processos bioquímicos, é importante que o monitoramento desses parâmetros continue sendo realizado, a fim de observar e quantificar os indicadores no decorrer do desenvolvimento da lavoura.

6 CONCLUSÕES

Há um aumento no pH em água e cloreto de cálcio nos solos fertilizados em relação à mata nativa do cerrado.

Maiores teores de fósforo são verificados nos solos adubados em relação ao solo de cerrado em 2022.

Maior teor de matéria orgânica é detectado no solo de mata nativa em relação aos tratamentos fertilizados em 2022.

O uso de 100% da dose do fertilizante organomineral promove aumento do teor de matéria orgânica em relação à 100% da fonte mineral em 2022.

Maior taxa de respiração basal é detectada no solo correspondente ao padrão do produtor em 2022.

Em relação à condutividade elétrica, solos cultivados apresentam valores mais elevados em relação aos de mata nativa, sendo um ponto que requer observação, devido às fontes de adubo que podem ocasionar um aumento de salinidade nos solos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. G. et al. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Comunicado técnico. Embrapa, Rio de Janeiro, p. 11, 2012.

ARAÚJO, A. S. F. de., MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, Set. 2007.

ARAÚJO, E. A. de., et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. **Perfil do consumidor de café que busca qualidade**. São Paulo Coffee Hub. São Paulo-SP, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. **Desempenho da Produção e do Consumo Interno**. Rio de Janeiro – RJ. 2022

BARBOSA, S. M. **Manejo de cambissolos e argissolos na implantação de cafeeiros**. 2018. 91 p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

BENITES, V. de M. et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos suínos. **Anais...FertBio - XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Guarapari -ES, 2010.

CAMARGO, F. F. **Indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos na área de preservação ambiental Serra da Mantiqueira MG**. Tese(doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2016.

CÂNDIDO, A. de O. et al. Fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica In: **Anais... VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 24 – 28**. Lavras, Minas Gerais: R.B.R.A.S., 333 p. 2013.

CARMO, D. L. do et al. Crescimento de mudas de cafeeiro recém-plantadas: efeito de fontes e doses de fósforo. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p.196–206, 2014.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. Speed Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. In: **Anais... 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 24 – 28. Lavras, Minas Gerais: R.B.R.A.S., 333 p. 2017.

CARVALHO, C. H. S et al. **Catálogo de cultivares de café arábica**. Brasília- DF, EMBRAPA, 2022. 115p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v. 10, n. 1, jan. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em 15 de abril de 2023.

COSTA, A. R. et al. Respiração basal de substratos antes e após testes de germinação de sementes de canola. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p. 65276-65285 jul. 2021.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEIREDO, V. S. **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: Avaliação do potencial econômico brasileiro**. Indústria química - BNDES Setorial 45, p. 137-187, 2017.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, n. 4, 2006.

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D. Respiração microbiana: Respiração basal do solo. In: DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M. De.; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **Guia prático de biologia do solo**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Nepar, Cap. 12, p. 72-75, 2016.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. v. 1, cap. 1, p. 3-21.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FERNANDES, A. L. T. et al. A moderna cafeicultura do cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231–240, 2012.

FERNANDES, A. L. T. et al. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 324–333, 2013.

GUIMARÃES, G. P. et al. Avaliação da qualidade do solo e de cafeeiros em propriedade familiar do Território do Caparaó-ES. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3, n. 8, p.236-246, 2013.

GUIMARÃES, N. De F. et al. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**. p. 34-44. Março, 2016.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Editores: RIBEIRO et al. Viçosa, MG, 1999, 359 p. 289-302.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – **Produção Agrícola Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/pesquisa/15/11>. Acesso em 15 de abril de 2023.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil** – Novo Manual de Recomendações. Varginha – MG: Fundação Procafé, 2002.

MOURA, W. de M.; LOPES, V. S.; LOPES, A. S. da. S. Sistemas de base agroecológica: cultivo orgânico de café arábica e conilon. **Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas**. 2018, p. 123.

NUNES, L. A P. L. et al. Impacto do monocultivo do café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da mata mineira. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.39, n.9, p.2467-2474, dez, 2009.

PADILHA, K. De M. et al. Indicadores biológicos de dois solos com a incorporação de subproduto da indústria de café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. p 1377 – 1386. 2014.

PAIXÃO, N. A. da. **Indicadores de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso do solo no sudeste do Pará**. - 2019. Trabalho de conclusão de curso. 46 f. : il. Color. Parauapebas, 2019.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, R Foundation for Statistical Computing. 2011. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/mirrors.html/>>. Acesso em: July 31st, 2021.

RAIJ, B. van et al. Determinação da Matéria Orgânica. In: RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A., eds. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. p.189-199.

REZENDE, C. I. P. **Imagens multiespectrais para discriminar fontes de adubo no cafeeiro**. 2022. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Informações Geoespaciais) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2022.

RIBEIRO, G. M. et al. Bioindicadores de qualidade de solo sob cultivo do cafeeiro em função da adubação convencional e orgânica. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.17 n.31; p. 2020.

RICCI, F. História do café. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 4, n. 3, p. 170-173, ago/2008, Taubaté, SP, Brasil.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistemas de plantio direto. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n.2, p.576-586, mar-abr, 2008

SILVA, R. M. de O. et al. Liberação de fósforo de fertilizantes organominerais e sua influência na fertilidade do solo. **Anais...FertBio - XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. Guarapari -ES, 2010.

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, 2001.

ZONTA, E.; STAFANATO, J. B.; PEREIRA, M. G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. In: BORGES, A. L. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 14. p.263 -303.