



**Rafael do Nascimento Meneghetti**

**ÍNDICES DE CLOROFILA DE CAFEEIROS EM  
FORMAÇÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES TÉCNICAS  
AGRONÔMICAS**

**LAVRAS-MG**

**2022**

**Rafael do Nascimento Meneghetti**

# **ÍNDICES DE CLOROFILA DE CAFEEIROS EM FORMAÇÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES TÉCNICAS AGRONÔMICAS**

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

Ms. Alisson André Vicente Campos  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2022**

**Rafael do Nascimento Meneghetti**

**ÍNDICES DE CLOROFILA DE CAFEEIROS EM  
FORMAÇÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES TÉCNICAS  
AGRONÔMICAS**

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

APROVADO em 22 setembro 2022

Dr. Rubens José Guimarães Orientador  
Dr. Dalysse Toledo Castanheira  
Dr. Virgílio Anastácio da Silva  
Ms. Mauro Magalhães Leite Faria

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

Ms. Alisson André Vicente Campos  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2022**

*Dedico este trabalho pra minha família, pais Luis Fernando e Maria Cecilia, também a todos meus irmãos, namorada e amigos que sempre me apoiaram.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por sempre estar no meu caminho, me guiando, dando força, saúde e me protegendo.

Aos meus pais Maria Cecilia do Nascimento Meneghetti e Luis Fernando Silva Meneghetti por sempre me apoiar, ajudar e ensinar.

A meus irmãos José Eliseu Meneghetti Neto, Bianca do Nascimento Meneghetti Oliveira, Samuel do Nascimento Meneghetti e Daniel do Nascimento Meneghetti pela amizade, companheirismo e exemplos de vida.

Aos companheiros de faculdade, pela ajuda, amizade e acolhimento, durante todos os períodos cursados.

A todos os amigos da minha cidade natal, que sempre acreditou e torceu por mim.

A minha namorada que sempre esteve ao meu lado me dando força, carinho e amor.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Agricultura (DAG) e também ao Setor de Cafeicultura.

Aos professores que passaram conhecimentos extraordinários, sempre com muita paciência e dedicação, em especial ao Prof. Dr. Rubens José Guimarães pela orientação e todo conhecimento e experiência na área de café a mim passado.

Ao meu coorientador Ms. Alisson André Vicente Campos, pela ajuda, paciência e dedicação para que este trabalho fosse concluído.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF), pelas colaborações no experimento e análises feitas.

A todos funcionários da UFLA, por todos serviços prestados.

Em fim a todos que fazem parte da minha vida

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O déficit hídrico impacta negativamente a cafeicultura, seja pela redução do crescimento das plantas, queda da produtividade ou prejuízos na qualidade. A utilização de manejos que permitam um melhor aproveitamento da água no solo, ou mesmo a combinação de alguns desses é uma necessidade atual, frente às mudanças climáticas, em especial diante da má distribuição de chuvas. Alguns manejos já são utilizados pelos cafeicultores há algum tempo e outros são mais recentes e menos aplicados na cafeicultura, no entanto, a combinação desses podem proporcionar resultados melhores que se utilizados separadamente. Algumas técnicas proporcionam a cobertura do solo, mantendo maior umidade no solo próximo às plantas e por mais tempo, auxiliando também na manutenção de temperaturas mais amenas na superfície do solo. Manejos com o uso de condicionadores de solo possibilitam melhorias na rizosfera resultando no crescimento radicular e na maior eficiência no processo de assimilação de nutrientes. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar respostas fisiológicas (índices de clorofila) de cafeeiros em formação, sob diferentes combinações de técnicas agronômicas tradicionais e inovadoras. O experimento foi implantado no setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em novembro de 2020. As mudas de café arábica foram das cultivares “Mundo Novo IAC-376-4” e “Arara”, espaçadas de 3,6 m (entrelinha) x 0,60 metros (entre plantas da mesma linha). Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso (três repetições) em esquema de parcelas sub-sub-divididas, com 2 cultivares nas parcelas, 3 manejos nas sub-parcelas e 5 condicionadores de solo nas sub-sub-parcelas, totalizando 30 tratamentos. Assim, nas parcelas foram utilizadas as cultivares (“Mundo Novo IAC-376-4” e “Arara”); nas sub-parcelas, manejos de cobertura do solo (filme de polietileno, capim braquiária e solo exposto); e nas subsub-parcelas, os condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, quitosana, composto orgânico e testemunha). As unidades experimentais foram compostas por seis plantas, sendo as quatro centrais consideradas como úteis. Todos os tratamentos foram reaplicados anualmente, mantendo resultados acumulados durante todo o período do experimento (desde o transplântio das mudas para o campo). Avaliou-se os índices de clorofila A, B e Total, nos meses de abril e serão avaliados de julho de 2022, por meio de clorofilômetro ClorofiLog CFL 1030. Os condicionadores de solo não apresentaram respostas significativas aos índices de clorofila. As plantas de cobertura promoveram maiores índices de clorofila na cultivar “Mundo Novo IAC-376-4”. A cultivar “Arara” não apresentou resposta às avaliações de clorofila. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o software R, por meio da análise de variância e, posteriormente, testes de média. As coberturas do solo são promissoras técnicas agronômicas em índices fisiológicos em cafeeiros, relacionando-se diretamente ao seu desenvolvimento.

Palavras chave: *Coffea arabica* L.; Cobertura do solo; Condicionadores de solo; Déficit hídrico; Clorofila

## ABSTRACT

The water deficit has a negative impact on coffee production, either by reducing plant growth, falling productivity or quality losses. The use of managements that allow a better use of water in the soil, or even the combination of some of these is a current need, in the face of climate change, especially in the face of poor distribution of rainfall. Some managements have been used by coffee growers for some time and others are more recent and less applied in coffee production, however, the combination of these can provide better results than if used separately. Some techniques provide soil cover, maintaining greater soil moisture close to the plants and for longer, also helping to maintain milder temperatures on the soil surface. Management with the use of soil conditioners allows improvements in the rhizosphere resulting in root growth and greater efficiency in the process of nutrient assimilation. The objective of the present work was to evaluate physiological responses (chlorophyll indices) of coffee trees in formation, under different combinations of traditional and innovative agronomic techniques. The experiment was implemented in the Coffee Cultivation sector of the Federal University of Lavras - UFLA, in November 2020. The *Coffea arabica* seedlings were of the cultivars "Mundo Novo IAC-376-4" and "Arara", spaced 3.6 m apart (between rows) x 0.60 meters (between plants in the same row). A randomized block design (three replications) was used in a sub-sub-split-plot scheme, with 2 cultivars in the plots, 3 managements in the sub-plots and 5 soil conditioners in the sub-sub-plots, totaling 30 treatments. Thus in the plots, the cultivars ("Mundo Novo IAC-376-4" and "Arara"); in the sub-plots, soil cover management (polyethylene film, signal grass and exposed soil); and in the sub-plots, the soil conditioners (coffee husk, agricultural gypsum, chitosan, organic compost and control). The experimental units were composed of six plants, the four central ones being considered useful. All treatments were reapplied annually, maintaining accumulated results throughout the experiment period (since transplanting the seedlings to the field). The levels of chlorophyll A, B and Total were evaluated in April and will be evaluated in July 2022, using a ClorofiLog CFL 1030 chlorophyll meter. Soil conditioners did not show significant responses to chlorophyll indices. The cover crops promoted higher levels of chlorophyll in the cultivar "Mundo Novo IAC-376-4". The cultivar "Arara" did not respond to chlorophyll assessments. Statistical procedures were performed with the R software, through analysis of variance and, later, mean tests. Soil covers are promising agronomic techniques in physiological indices in coffee trees, directly related to their development.

**Keywords:** *Coffea arabica* L.; Soil covering; Soil conditioners; Water deficit; Chlorophyll

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1 Importância econômica do café .....	10
2.2 Mudanças climáticas .....	11
2.3 Coberturas do solo .....	12
2.4 Condicionadores de solo .....	12
2.5 Clorofila .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1 Implantação do experimento – área experimental .....	13
3.2 Fertilidade da área .....	14
3.3 Clima .....	15
3.4 Delineamento experimental .....	16
3.5 Variáveis respostas analisadas .....	18
3.6 Análises estatísticas .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÃO .....	22
6. REFERENCIAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O café é um produto agrícola de alto valor, além de ser um produto com forte comércio em todo o mundo, com isto o Brasil tem uma grande importância, não só nos tempos atuais como também uma influência histórica, sendo que no século XX chegou a produzir três quartos da produção global (CUNHA et al., 2010). Na atualidade o Brasil continua com uma grande força no mercado, produzindo cerca de 53 milhões de sacas, que representa entorno de um terço do produto mundial, deixando claro a importância econômica e socialmente desta cultura, tendo em vista a rede de empregos gerados diretamente e indiretamente (BATISTA et al., 2010).

Devido ao forte papel do agronegócio, as alterações climáticas vêm causando grande preocupação em todo o planeta, pois em diversas culturas os efeitos são sérios. Isso ocorre devido a mudanças que vem acarretando uma maior frequência de situações extremas, como secas, geadas, inundações e tempestades, provocando grande prejuízo econômico ao agronegócio. Com isso surge um grande receio, pois a agricultura é responsável por cerca de um quarto do PIB do Brasil e mais de um terço dos empregos gerados no país (ASSAD et al., 2004; GUIMARÃES; IGARI, 2019).

Levando em conta a planta de café, deve-se considerar que o estresse hídrico está fortemente ligado a uma redução de crescimento, decorrentes de menor área fotossintética. Ao afetar a área foliar, acarreta uma quebra da plasticidade em diversas ações do indivíduo. Ou seja, estresse hídrico vem gerando uma quebra não só no crescimento vegetativo mas também na quantidade e na qualidade de grãos (BATISTA et al., 2010; FERNANDES et al., 2012).

Seguindo esta linha vê-se uma grande importância de práticas conservacionistas do solo, tendo em vista a interação deste com as raízes, buscando permitir um melhor desenvolvimento e uma boa estabilidade da cultura, com a finalidade de alcançar altas produtividades (CARDUCCI et al., 2014).

Ao notar o quanto as condições adversas vêm causando prejuízo na cafeicultura, surge a necessidade de uma evolução no manejo da cultura, para que diminua as perdas para os produtores e para todo o país, a qual possibilite maiores produtividades e sustentabilidade.

Por isso foi proposto este trabalho, que tem o intuito de analisar índices de clorofila em diversas estratégias de manejo para que possa ser encontrada a melhor ou as melhores práticas que vai manter o solo e a planta em condições ideais pelo máximo de tempo possível durante o período de estiagem. Portanto busca-se uma maior conservação da água no solo e consequentemente uma janela menor de estresse hídrico para a planta.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância econômica do café**

No café se tem basicamente países subdesenvolvido e emergentes atuando na produção e, países já desenvolvidos, com uma população com maior poder aquisitivo consumindo, basicamente todos os países com auto consumo de café per capita com restrição do Brasil são países de primeiro mundo, onde a maioria não produz café (NISHIJIMA; SAES; POSTALI, 2012).

O Brasil ocupa o posto de maior produtor e maior exportador de café do mundo, sendo uma commodity com muita importância no mercado mundial, No qual o Brasil há 15 anos chegou a ser responsável por mais de 30 por cento das exportações e hoje cerca de 25%, esta ligação com outros países é muito importante pois gera maior número de empregos, mais renda, aumento nas pesquisas, e acarreta um desempenho tecnológico, não só na produção mas também em todo mercado nacional (DE ALMEIDA; DA SILVA; BRAGA, 2011).

Voltando os olhos para mercado nacional, o consumo de café anual por pessoa ultrapassa os 70 L o que equivale mais ou menos 5 kg de café torrado (ROLFS et al., 2009). Já no quesito de produção, foi produzido no ano de 2020 mais de 60 milhões de sacas beneficiadas, sendo mais de 47 milhões de sacas de café arábica e cerca de 14 milhões do canephora, com uma área total ocupada entorno de dois milhões de hectares, gerando uma produtividade por volta de 30 sacas/ha o que está longe de seu potencial (CONAB, 2022).

Outro ponto muito importante é a demanda de mão de obra, onde a cafeicultura é uma das atividades agrícolas com maior quantidade de empregos nos estados

produtivos, deixando claro sua importância social e econômica para os estados e para a nação (BLISKA et al., 2009 )

No estado de Minas Gerais o café é o produto do agronegócio mais exportado, com uma produção de quase 34 milhões de sacas (99% de café arábica), representando mais de 50% da produção brasileira em 2020, com aproximadamente 1,2 milhões de hectares plantados, gerando emprego e renda para milhares de agricultores e demais participantes na cadeia produtiva (CONAB, 2022; MESQUITA et al., 2016).

## **2.2 Mudanças climáticas**

O setor agrícola é o mais suscetível as mudanças climáticas, isso fica claro quando são analisadas as perdas por motivos abióticos em praticamente todos os estados brasileiros, as quais vem aumentando cada vez mais devido as alterações no clima, com isso nota-se uma maior frequência de situações extremas como seca, alagamento, geada e ondas de calor, colocando em risco a economia brasileira, pois o agronegócio representa cerca de 25% do Produto Interno Bruto (GUIMARÃES; IGARI, 2019).

No café estes eventos vêm acarretando graves problemas, principalmente em fases mais delicadas como por exemplo nas floradas, que temperaturas elevadas causam o abortamento floral, formando as popularmente conhecidas “estrelinhas” (EMBRAPA et al., 2012).

Pensando no estresse hídrico, surgem diversos problemas, que dão início a partir de um leve déficit que faz com que a planta já diminua sua taxa de desenvolvimento, mesmo antes de apresentar sintomas como por exemplo a murcha foliar. Com isso ao se afetar o desenvolvimento será comprometido todo o resto, incluindo produtividade (BATISTA et al., 2010), no ano da ocorrência do déficit e também no próximo, devido ao café demorar dois anos para crescer vegetativamente e produzir (LEITE et al., 2004).

No caso dos frutos em formação, como na fase de chumbinhos e fase de expansão, uma falta de água acentuada pode gerar uma quebra no peso e também em tamanho de grãos. Já frutos na fase “enchimento” podem sofrer maiores danos caso ocorra esta situação, maçom o a má formação dos frutos, gerando diversos defeitos, sendo grão chocho, ardido, preto e verde (LEITE et al., 2004).

### 2.3 Coberturas do solo

Não é de hoje que vêm sendo propostas práticas conservacionistas para um melhor manejo, entre estas, as coberturas do solo vêm sendo muito estudadas, buscando não o deixar desprotegido. Com uma boa cobertura se evita condições que prejudiquem o sistema agrícola, como suscetibilidade a erosões, fácil compactação, maiores oscilações da temperatura do solo (que conseqüentemente diminui consideravelmente a microbiota do solo) e menor retenção de água. Já no caso de solos com uma boa cobertura observa-se melhora no desenvolvimento das plantas (ROCHA et al., 2016; TIECHER, 2016).

O tipo de cobertura mais utilizado nas entrelinhas do cafeeiro são as plantas de cobertura, como à *urocloa* spp, que é uma *Poaceae* (gramíneas) com um alto potencial na produção de biomassa. Isto é devido à alta relação C/N, permanecendo por maior período na área, além da ciclagem de nutriente, aumento no teor de matéria orgânica, descompactação do solo, melhor infiltração da água, diminuir a incidência de plantas daninhas e excelente cobertura. Para que ocorra tudo isso exige um bom manejo, caso contrário pode gerar competição. A espécie mais comumente observada é *urocloa brizantha* cv. *Marandu* (ALECRIM, 2019).

Outra opção de cobertura é o filme de polietileno, sendo que este é amplamente utilizado no cultivo de hortaliças. Os tipos mais utilizados são o preto (indicado para regiões com temperaturas mais amenas) que eleva ligeiramente a temperatura do solo e também o dupla face, que possui uma face preta e outra branca, indicado para regiões mais quentes, evitando-se o aquecimento demasiado do solo, além de poder aumentar as taxas fotossintéticas, devido ao reflexo da luz solar. Com esta prática se espera uma melhor conservação da água no solo devido a redução da evapotranspiração, menor perda de adubos por volatilização e inibir o aparecimento de plantas daninhas, sendo que estas quando presentes em cafeeiros em desenvolvimento, podem diminuir o crescimento das plantas em até 41 % e uma diminuição no teor de micronutrientes em até 50 % (MUNDIM OLIVEIRA, 2022).

### 2.4 Condicionadores de solo

Os condicionadores de solo são produtos ou subprodutos que quando usados, busca um aprimoramento nas propriedades físicas e químicas do solo, com isso

proporciona melhor crescimento de raízes. A casca de café vem com a característica de devolver os nutrientes extraído daquele solo, principalmente o potássio que é o nutriente presente em maior quantidade neste material, além disso ela tem outras características desejáveis, como baixa relação C/N, protege fisicamente o solo, diminui a taxa de transpiração e aumenta matéria orgânica (LUZ; FAUSTINO, 2017; ROCHA et al., 2016).

Também pode-se utilizar o gesso agrícola, que além de ser fonte de cálcio e enxofre, pode levar esses nutrientes para camadas mais profundas do solo e também diminuir a disponibilidade do alumínio, possibilitando um aprofundamento radicular do cafeeiro, (aumenta a área de absorção) e com isso proporcionando uma maior tolerância ao stress hídrico diminuindo os danos na planta (MAMEDE et al., 2008).

Compostos orgânicos tem diferentes finalidades, podendo ser utilizados para adubação orgânica com liberação lenta de macro e micro nutrientes, também aumenta a CTC e a M.O do solo, com isso se observa uma melhora no solo tanto na parte biológica com um aumento considerável de microrganismos e também as condições físicas gerando uma agregação no solo e com isso melhor interação com a água (FAGUNDES et al., , A. V. ; GARCIA, A. W. R. ; MATIELLO, 2010; LUZ; FAUSTINO, 2017).

## **2.5 Clorofila**

O processo pelo qual as plantas transformam a energia luminosa em energia química é chamado fotossíntese e é dependente dos pigmentos, que são moléculas orgânicas que captam a luz. Os pigmentos fotossintéticos encontrados nas plantas são as clorofilas a e b, que são verde forte e um verde amarelado respectivamente, e os carotenos e xantofilas, que são laranja e amarelo, respectivamente (FÉLIX,2010)

A clorofila a é de ocorrência generalizada em todas as células fotossintetizadoras, e desempenha um papel fundamental no processo de bioconversão de energia, enquanto que os outros pigmentos são chamados pigmentos acessórios (FÉLIX,2010).

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Implantação do experimento – área experimental**

O experimento foi implantado em novembro de 2020, no setor de cafeicultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras-MG, as coordenadas geográficas da área são latitude 21°13'37" S e longitude 44°57'39" W, altitude entorno de 980 metros. Foi implantado dois ensaios, onde se cultivou em áreas adjacentes, um com a cultivar Arara e outro com Mundo Novo IAC 376-4, ambos com 3,6 metros entre linhas e 0,60 metros entre plantas implantados em 24 de novembro de 2020,.

Para corrigir o solo, utilizou-se calcário para elevar a saturação da base para 70%. Foi utilizado 300 g m<sup>-1</sup> de calcário Dolomítico com 90 % de PRNT no sulco de plantio. Em seguida, foi realizada adubação no sulco de plantio aplicando-se 640 g m<sup>-1</sup> de superfosfato simples, após o transplante das mudas foi aplicado 30 g de adubo Productot ® na cobertura. Tudo com base nos resultados da análise (Tabela 1), a correção e adubações de solo foram realizadas de acordo com (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V, 1999) e controle de doenças baseado em (MATIELLO, 2010).

Já as plantas daninhas da entre linha do café foram controladas com roçadeira mecânica em todas as parcelas, porém na linha de plantio os controles foram de acordo com tipo específico de manejo de cada parcela, os quais foram citados mais a baixo.

### 3.2 Fertilidade da área

O solo da área experimental é um Latossolo vermelho amarelo distrófico de acordo com (EMBRAPA,2013), e apresenta uma fertilidade representada na Tabela 1, onde foi analisado amostra de solo de zero a vinte centímetros.

Tabela 1 – Análise química e física do solo em profundidade de 0-20 cm da área experimental em 2020 e 2021.

Ano	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	(t)	(T)
	(H <sub>2</sub> O)	(mg dm <sup>-3</sup> )		----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----						
2020	5,4	29,4	175,6	2,5	0,7	0,6	3,8	3,7	4,2	7,4
2021	5,2	19,6	143,4	2,3	0,5	0,3	4,7	3,2	3,5	7,9
	V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	(%)		(dag kg <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>1</sup> )	----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----					
2020	49,9	16,1	2,6	23,5	4,3	103	26,7	2,3	0,3	52,7
2021	41,6	12,4	2,6	17,1	2,7	58,3	15,0	2,1	0,2	94,9

Classificação do solo	Argila	Silte	Areia
	------(dag kg <sup>-1</sup> )-----		
Textura Argilosa	44	9	47

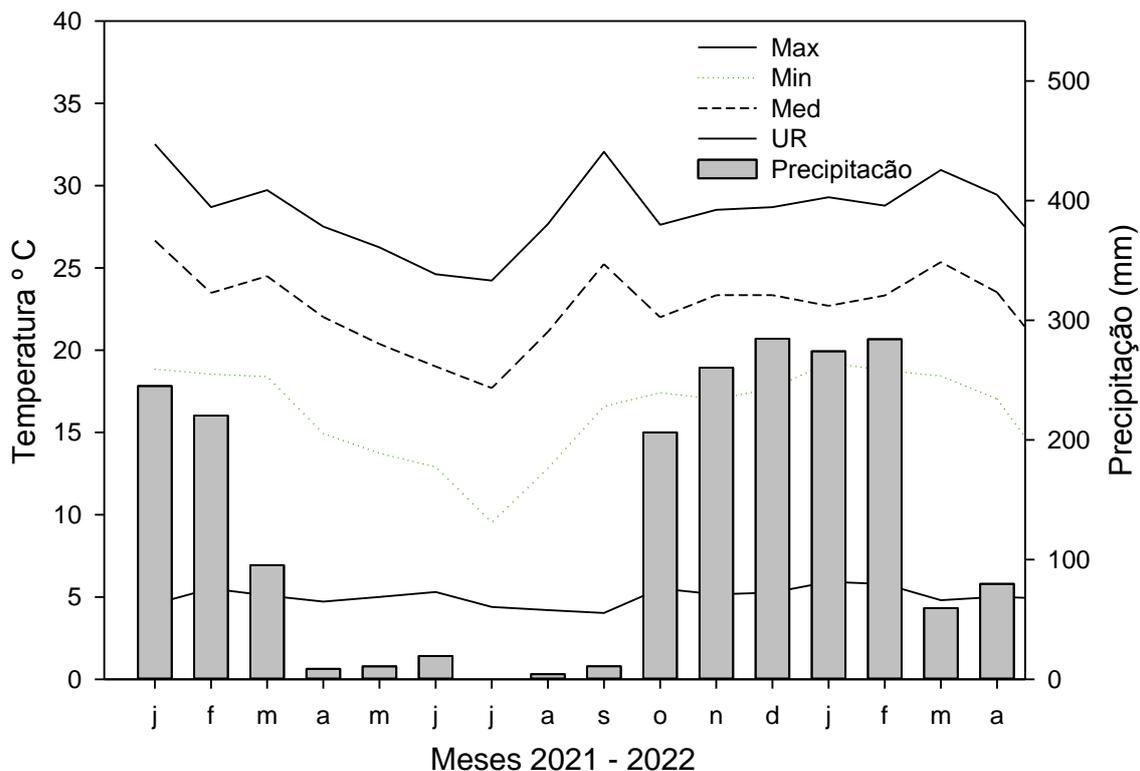
Fonte: Do autora (2022).

Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos da 3rlab. Granulometria – Método pipeta adaptado. Peneira Mesh (0,22 mm). pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - relação 1:2,5. Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; P - K - Extrator Mehlich 1; SB = Soma de bases; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions; índice de saturação por bases; m = índice de saturação de alumínio; Matéria orgânica (MO); Prem = Fósforo remanescente. \* Conforme a capacidade de retenção de água: 3 – Argiloso.

### 3.3 Clima

O clima, segundo Koppen, é descrito como Cwa, que é mesotérmico com os verões amenos e invernos com período de seca (DE SÁ JÚNIOR et al., 2012). Pode-se ver estas características na Figura abaixo com os dados de temperaturas máxima, média e mínima, precipitação e umidade relativa do ar foram coletadas na estação climatológica principal de Lavras.

Figura 1 - Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas, mensalmente, referente ao intervalo de janeiro de 2021 a agosto de 2022.



### 3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, em um sistema de parcelas subdivididas, dispostos em sistema fatorial 3x5 com total de 15 tratamentos em áreas subdivididas (Tabela 2). Nas parcelas, foram realizados 3 tipos de coberturas do solo aleatórias (manejo ecológico da braquiária, filme de polietileno e solo exposto/testemunha). Os condicionadores foram sub-parcelas sendo estes 5 tipos (casca de café, gesso agrícola, quitosana, composto orgânico e controle). Cada combinação experimental possuía seis plantas, sendo que as duas das extremidades são bordadura e as quatro medianas realmente uteis.

Em áreas cobertas com filme de polietileno, foi usado um com duas cores de superfície, sendo de um lado preto e o outro branco, largura 1,0 m. A colocação do filme de polietileno foi realizada na linha de plantio, após o transplante das mudas, adubação de pós plantio e a aplicação dos condicionadores, colocou-se o lado preto para baixo e lado branco para cima, de acordo com as indicações do fabricante, para seu estabelecimento colocou-se terra sobre as bordas.

O manejo com braquiária tem sido implementado através do consórcio café e

braquiária (manejo ecológico de braquiária). A braquiária (*Urochloa decumbens*) foi cultivada nas entrelinhas do cafeeiro, com intuito de manter a linha de plantio sempre coberta com a palhada adquirida de seu corte. Nas parcelas consorciadas com à braquiária foi mantida uma área livre de 1,0 m, parecido às parcelas de solo amostra, onde 1,0 m foi deixado livre de plantas voluntárias. As utilizações de herbicidas em pós-emergência e pré-emergência foram para o controle da vegetação na linha de plantio, enquanto para o controle na entrelinha (exceto os manejados com braquiária que se fez o manejo ecológico) foi feito roçadas mecânicas e também herbicidas pós-emergente. Os tratamentos atribuídos às subparcelas com condicionadores de solo foi casca de café, composto orgânico gesso agrícola, quitosana e o controle (sem tratamento).

A palha de café, gesso agrícola e o composto orgânico, foram adicionados na barra do café sendo a palha num volume de 10 litros por metro e espalhados. A palha é proveniente do beneficiamento de café via seca, já o composto orgânico é um produto comercial a base de esterco de galinhas poedeiras e serragem de eucalipto. Nas parcelas com gesso foram utilizadas 500 gramas por metro quadrado o que representa uma dosagem de cinco toneladas por hectare, o gesso utilizado tinha 15% de S e 18% de Ca. Já para a quitosana foram realizadas três aplicações foliares com bomba costal, com uma concentração de 300 mg L<sup>-1</sup> que foi solubilizada em ácido acético 0,1 % no mesmo dia da aplicação. Já para o tratamento testemunha não se teve aplicação de condicionador de solo.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos de cobertura do solo (COB) e Condicionadores de

ARARA			MUNDO NOVO		
TRAT	COB	COND	TRAT	COB	COND
1	CONV	TEST	1	CONV	TEST
2	CONV	CO	2	CONV	CO
3	CONV	CC	3	CONV	CC
4	CONV	GA	4	CONV	GA
5	CONV	QUIT	5	CONV	QUIT
6	BRAQ	TEST	6	BRAQ	TEST
7	BRAQ	CO	7	BRAQ	CO
8	BRAQ	CC	8	BRAQ	CC
9	BRAQ	GA	9	BRAQ	GA
10	BRAQ	QUIT	10	BRAQ	QUIT
11	FPOL	TEST	11	FPOL	TEST
12	FPOL	CO	12	FPOL	CO
13	FPOL	CC	13	FPOL	CC
14	FPOL	GA	14	FPOL	GA
15	FPOL	QUIT	15	FPOL	QUIT

solo (COND). aplicados nas cultivares Arara e Mundo Novo.

CONV – convencional, Braq – Braquiária, FPOL – Filme de polietileno, TEST – testemunha, CO – composto orgânico, CC – casca de café, GA – gesso agrícola, QUIT – quitosana.

Fonte: Do autor (2022)

### 3.5 Variáveis respostas analisadas

As variáveis analisadas foram a Clorofila A, B e Total, foram realizadas duas coletas de dados, utilizou-se o aparelho digital ClorofiLOG modelo CFL1030 o qual fornece os índices proporcionais à absorvância das clorofilas.

### 3.6 Análises estatísticas

Os resíduos dos dados de índice de clorofila, das duas épocas, foram submetidos à avaliação dos pressupostos quanto à distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilk e de homocedasticidade com o teste Bartlett, ambos a 5% de confiança. Posteriormente realizou-se análises de variância pelo teste F. As médias, quando significativas, foram submetidas ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Para as análises utilizou-se o programa estatístico R Development Core Team (2021).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento realizado com a cultivar Arara não apresentou índices de clorofilas A, B e Total significativos ( $p>0,05$ ) para os diferentes tratamentos utilizados, independentemente da época de avaliação Tabela 3. Figueiredo (2022), realizando avaliações de índice de clorofila em diferentes épocas do ano, identificou que o tratamento com solo exposto apresentou maiores médias de clorofila b e total. Este autor associou ao maior estresse da exposição do solo aos meses de junho, visto que este período corresponde a maior déficit hídrico. A alta temperatura associada a escassez hídrica interfere na degradação das clorofilas, influenciando nestes processos fisiológicos (SOUZA, 2015. A clorofila B atua como pigmento acessório, auxiliando na captação de luz e dissipação de energia (TAIZ et al., 2017).

Tabela 3: Índices de clorofila referentes aos fatores de plantas de cobertura (BRAQ - Braquiária, FPOL – Filme de polietileno e CONV – Vegetação espontânea) e condicionadores de solo (QUI- quitosana, CC – casca de café, CO – composto orgânico, GA – gesso agrícolas e TEST – testemunha), experimento com a cultivar Arara.

COND	COBERTURA			COND	COBERTURA		
	BRAQ	FPOL	CONV		BRAQ	FPOL	CONV
ÉPOCA I				ÉPOCA II			
<b>CLOROFILA A</b>							
QUI	416,3	431,9	422,1		362,2	337,0	347,3
CC	420,0	420,0	415,3		304,3	361,9	336,1
CO	399,3	414,2	425,1		321,4	350,4	365,2
GA	430,9	422,8	432,6		348,7	338,2	351,0
TEST	416,8	401,9	410,3		351,4	344,2	327,0
C.V.	2,56	3,79	3,18		8,04	6,44	7,13
<b>CLOROFILA B</b>							
QUI	253,9	308,2	266,4		182,1	145,8	180,0
CC	248,0	273,1	277,1		126,1	184,7	156,7
CO	225,1	249,7	281,7		140,6	166,0	193,2
GA	302,7	250,2	266,9		164,3	151,6	162,7
TEST	237,7	236,0	258,0		174,3	159,1	138,5
C.V.	9,32	14,79	12,04		21,9	16,6	18,4
<b>CLOROFILA TOTAL</b>							
QUI	670,2	740,1	688,6		544,4	482,8	527,3
CC	668,0	693,1	692,5		430,4	546,6	492,8
CO	624,4	663,9	706,8		462,0	516,3	558,4
GA	733,6	673,0	699,4		513,0	489,7	513,6
TEST	654,4	637,9	668,3		525,7	503,3	465,5
C.V.	4,62	7,71	6,17		12,4	9,35	16,7

Fonte: Do autor (2022)

Para o experimento com a cultivar Mundo Novo a clorofila A foi significativa ( $P < 0,05$ ) para a cobertura do solo, sendo os tratamentos vegetação espontânea e filme de polietileno com as maiores médias. A clorofila B também apresentou valores significativos ( $P < 0,05$ ) para cobertura do solo, nesse caso, destacando-se os tratamentos braquiária e filme de polietileno. Castanheira (2018) observou discrepâncias no teor de clorofila A nas folhas nas plantas de café sobre diferentes coberturas de solo (mulching, braquiária e solo exposto), a autora observou que o solo exposto teve uma maior distância da variável clorofila A e ficou mais próximo da variável clorofila B, sendo a braquiária o tratamento que mais se aproximou das duas variáveis. Os autores também observaram que com o filme de polietileno, os tratamentos com fertilizante convencional ou composto orgânico foram os que apresentaram maior aproximação das características índice de clorofila A. Já os tratamentos com composto orgânico, sob manejo com braquiária e solo exposto, foram os que apresentaram maior distância das variáveis índice de “clorofila a” (CIA) e total (CIT).

Levando em conta que a clorofila A está ligada a disponibilidade de nitrogênio (GODOY et al., 2008), e vendo os resultados com a cobertura de braquiária, se observou um menor valor desta, podendo ser associado a uma possível competição entre a braquiária e o cafeeiro.

Já a clorofila B se observou um maior valor no manjo convencional comparado aos do filme de polietileno e a braquiária, isso pode estar ligado ao maior estresse da exposição do solo, que foi o que Figueiredo (2022) também concluiu.

TABELA 4: Índice de clorofila referentes aos fatores de plantas de cobertura (BRAQ - Braquiária, FPOL – Filme de polietileno e CONV – Vegetação espontânea) e condicionadores de solo (QUI- quitosana, CC – casca de café, CO – composto orgânico, GA – gesso agrícolas e TEST – testemunha), experimento com a cultivar Mundo Novo.

COND	COBERTURA			COND	COBERTURA		
	BRAQ	FPOL	CONV		BRAQ	FPOL	CONV
ÉPOCA I				ÉPOCA II			
<b>CLOROFILA A</b>							
QUI	432,7	428,1	406,2		334,3 b	345,5 a	338,1 a
CC	420,6	431,2	418,3		308,6 b	342,5 a	328,5 a
CO	425,7	427,4	414,8		308,3 b	301,9 b	341,5 a
GA	429,0	438,9	417,6		290,2 b	338,5 a	328,2 a

TEST	441,2	414,3	409,4	300,5 b	336,2 a	331,7 a
C.V.	3,19	3,65	3,44	2,73	12,1	7,38
<b>CLOROFILA B</b>						
QUI	302,3	290,8	257,2	163,6 a	174,4 a	146,9 b
CC	232,3	287,6	268,7	132,3 a	160,4 a	140,2 b
CO	302,7	287,1	255,2	148,2 a	129,9 a	154,1 b
GA	246,4	270,0	259,9	122,0 a	149,4 a	132,0 b
TEST	250,0	275,1	237,0	116,2 a	151,1 a	147,1 b
C.V.	9,29	9,99	9,77	9,57	25,5	14,1
<b>CLOROFILA TOTAL</b>						
QUI	735,0	718,9	663,4	498,0	519,9	485,0
CC	652,9	718,8	687,0	440,9	502,9	468,8
CO	728,3	714,6	670,0	456,4	431,8	495,7
GA	675,4	708,9	677,4	412,1	487,9	460,1
TEST	691,2	689,4	646,3	416,7	487,2	478,8
C.V.	5,42	5,58	5,39	3,39	15,8	10,2

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade de. C. V.: coeficiente de variação.

Fonte: Do autor (2022)

O índice de clorofilas também podem ser um bom indicativo do nível de nutrição dos cafeeiros, correlacionando-se diretamente com a concentração de N nas folhas (GODOY et al., 2008). A utilização desse método apresenta vantagens por ser obtido de forma rápida e não destrutiva, facilitando uma correção de deficiência na planta (GODOY et al. 2008). No entanto, Zanella et al. (2020), avaliando os índices de clorofilas a, b e total com os níveis foliares de N, P e K no café arábica irrigado, não recomendam sua utilização para a determinação indireta de P e K por não se correlacionarem adequadamente.

A diferença entre as cultivares observadas neste experimento também foi encontrada em estudo realizado por Vilela et al. (2017). Estes autores avaliando diferentes cultivares de café com doses crescentes de N, P e K relataram ganhos em acúmulo de clorofilas nas cultivares “Topázio MG 1190” e “1189-12-52-2” em relação ao “Pau Brasil MG1”. Além disso, esses autores também citam a influência da correção do solo com fontes orgânicas na implantação da lavoura.

O teor de clorofila foliar está diretamente ligado ao potencial produtivo do cafeeiro e está correlacionado diretamente com os teores extraíveis, analisados por espectrofotômetro em laboratório. A determinação indireta dos teores de clorofila é mensurável pela quantidade de luz que a folha transmite, por três comprimentos de onda com diferentes faixas de absorbâncias (635, 660 e 880 nm), não se relacionando ao

equipamento utilizado, fornecem leitura única proporcional às clorofilas a e b e total, pela soma de ambas. Assim, os valores obtidos são proporcionais aos teores de clorofila foliar e são chamados de índice do clorofilômetro (SOUSA et al., 2019).

## 5. CONCLUSÃO

Os condicionadores de solo não afetam os índices de clorofilas do cafeeiro, indiferentemente da cultivar estudada.

As coberturas do solo promovem maior concentração de clorofilas nas folhas do cafeeiro em julho, sobretudo na cultivar “Mundo Novo IAC-376-4”.

A cultivar “Mundo Novo IAC-376-4” por ser mais sensível ao déficit hídrico foi melhor condicionada com as coberturas da braquiária e filme de polietileno.

As coberturas do solo são promissoras técnicas agronômicas em índices fisiológicos em cafeeiros, relacionando-se diretamente ao seu desenvolvimento.

## 6. REFERENCIAS

ALECRIM, A. DE O. Plantas de cobertura na lavoura cafeeira em formação. 7 jun. 2019.

ASSAD, E. D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057–1064, nov. 2004.

BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 475–481, 2010.

BLISKA, F. M. M.; GUILHOTO, J. J. M.; IMORI, I., SAKON, F. M.; CAMARGO, F. S.; VEGRO, C. L. R. Geração De Empregos Na Cafeicultura Brasileira : Coffea. **35° Congresso Brasileiro De Pesquisas Caffeiras**, 2009.

CARDUCCI, C. E. et al. Distribuição espacial das raízes de cafeeiro e dos poros de dois Latossolos sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 270–278, 2014.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. **Boletim da Safra 2021**, v. 9, n.

Terceiro levantamento, p. 60, 2022.

CUNHA, D. A. DA et al. Integração e transmissão de preços no mercado internacional de café arábica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, p. 515–542, dez. 2010.

DE ALMEIDA, F. M.; DA SILVA, O. M.; BRAGA, M. J. O comércio internacional do café brasileiro: a influência dos custos de transporte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 2, p. 323–340, abr. 2011.

DE SÁ JÚNIOR, A. et al. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1–2, p. 1–7, 27 abr. 2012.

EMBRAPA; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA SOLOS MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2013.

EMBRAPA et al. O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. **Embrapa**, p. 75, 2012.

FAGUNDES, A. V.; GARCIA, A. W. R.; MATIELLO, J. B. Fontes de matéria orgânica no fornecimento de nutrientes e no condicionamento de solo na formação e produção do cafeeiro. 2010.

FERNANDES, A. L. T. et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231–240, jun. 2012.

FÉLIX, A. A. F. **Extração e separação de pigmentos fotossintéticos - Protocolo experimental**. *Biologia e Geologia* (ano 1), julho de 2010.

GUIMARÃES, T. C.; IGARI, A. T. MUDANÇA DO CLIMA E SEUS IMPACTOS NO SEGURO AGRÍCOLA NO BRASIL. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 4, p. 1583, 30 set. 2019.

LEITE, E. J. et al. Fenologia do Cafeeiro: Condições Agrometeorológicas e Balanço Hídrico do Ano Agrícola Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Café Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2004.

LUZ; FAUSTINO, A. L. Fertilizantes, coberturas e condicionadores de solo no controle

da cercosporiose do cafeeiro. 25 abr. 2017.

MAMEDE, F. F. et al. Efeito da aplicação localizada de gesso agrícola na produtividade do cafeeiro irrigado por gotejamento. 2008.

MATIELLO, J. B. ET AL. **Cultura de café no Brasil novo manual de recomendações**. [s.l: s.n.].

MESQUITA, C. et al. MANUAL DO CAFÉ Implantação de cafezais. **Belo Horizonte, Emater-Mg**, p. 52, 2016.

MUNDIM OLIVEIRA, M. Cobertura de polietileno e fontes de adubo podem reduzir a infestação de bicho-mineiro e ácaro- vermelho em cafeeiro? 17 mar. 2022.

NISHIJIMA, M.; SAES, M. S. M.; POSTALI, F. A. S. Análise de concorrência no mercado mundial de café verde. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 69–82, jan. 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, PAULO T. G.; ALVAREZ V, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5<sup>a</sup> Aproximação. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5<sup>o</sup> Aproximação**, p. 359, 1999.

ROCHA, O. C. et al. Atributos químicos e físico-hídricos de um Latossolo sob cafeeiro consorciado com braquiária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1476–1483, 2016.

ROLFS, P. H. et al. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 4, p. 754–763, dez. 2009.

TIECHER, T. Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. p. 186, 2016.

SOUZA, B. P. de. **Aspectos fisiológicos e moleculares da absorção e metabolismo do nitrogênio e do déficit hídrico em café arábica**. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2015.

CASTANHEIRA, D. T et al. Técnicas agronômicas para a mitigação dos efeitos da

restrição hídrica no cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 104 - 115, 2019.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: ARTMED LTDA, 2017. 858 p.

FIGUEIREDO, O. J. **Cafeeiros recém implantados com diferentes técnicas agronômicas visando a otimização da água**. 2022. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2022.

CASTANHEIRA, D. T. **Técnicas agronômicas para mitigação dos efeitos da restrição hídrica no cafeeiro**. 2022. 125 p. Tese (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2022.

GODOY, L. J. G. et al. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 217 – 226, 2008.

SOUSA, D. S. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível em cafeeiro. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2019, Recife – PE. **Anais....** Recife – PE: COINTER PDVAgro. 2019.

VILELA, D. J. M. et al. Crescimento inicial de cultivares de cafeeiro com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio. **Coffee Science**, v. 12, n. 4, p. 552 – 561, 2017.

ZANELLA, M. A. et al., Spatial correlation between the chlorophyll index and foliar npk levels in coffee crop. **Coffee Science**, n. e151765, p. 1 – 8, 2020.