

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

CAMILA FERNANDES FERREIRA APARECIDO

**UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM *Coffea arabica* L. E *Coffea canephora* Pierre
CULTIVADOS EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

Ilha Solteira
2021

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CAMILA FERNANDES FERREIRA APARECIDO

**UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM *Coffea arabica* L. E *Coffea canephora*
Pierre CULTIVADOS EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Dr. Enes Furlani Junior
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Aparecido, Camila Fernandes Ferreira.
A639u Utilização de silício em *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre
cultivados em diferentes regimes hídricos / Camila Fernandes Ferreira
Aparecido. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
66 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2021

Orientador: Enes Furlani Junior
Inclui bibliografia

1. Biometria. 2. Absorção nutricional..3. Fisiologia. 4. Cafeicultura.


Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica do Setor
Setor Técnico de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CSUB - 0000



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM *Coffea arabica* L. E *Coffea canephora* Pierre
CULTIVADOS EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

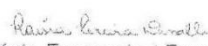
AUTORA: CAMILA FERNANDES FERREIRA APARECIDO

ORIENTADOR: ENES FURLANI JUNIOR

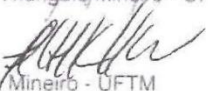
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR (Participação Virtual) 
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sôcio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira - UNESP

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA (Participação Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sôcio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira - UNESP

Prof.^a Dr.^a RAÍSSA PEREIRA DINALLI (Participação Virtual) 
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sôcio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira - UNESP

Prof. Dr. AGUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL (Participação Virtual) 
Departamento de Fertilidade do Solo / Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

Prof. Dr. FLÁVIO HIROSHI KANEKO (Participação Virtual) 
Departamento de Fitotecnia / Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

Ilha Solteira, 10 de fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

Grandes sonhos se concretizam ao serem compartilhados com pessoas especiais, assim agradeço a Deus por permitir a concretização do doutorado, mediante tantos obstáculos foi constante a sua presença em minha vida.

À minha família, minha eterna gratidão, em especial ao meu marido Antonio Carlos que não dosou esforços para me ajudar, com paciência, companheirismo e sabedoria, ao querido e amado filho Felipe que aos sete meses de idade já iniciava suas colaborações e que hoje, aos cinco anos, entende minha ausência, e valoriza os esforços e frutos do trabalho.

Às minhas grandes amigas, companheiras dessa jornada, Noemi por sua disponibilidade, atenção e empenho, sempre colaborando com seus conhecimentos e Amanda que fez o elo dentro do nosso grupo da pós-graduação, muito obrigada meninas.

Ao professor e orientador Enes Furlani Junior, que mesmo em tantos compromissos, sempre me atendeu e compreendeu minhas dificuldades. À querida professora, Liliane Camargos Correa, que acreditou em meu potencial, serei eternamente grata.

Agradeço aos colegas, técnicos e professores que passaram por essa fase maravilhosa de conhecimento, superação e gratidão.

“Crê em ti mesmo, age e verá os resultados. Quando
te esforças, a vida também se esforça para te
ajudar.”
Chico Xavier

RESUMO

O estresse hídrico é um fator ambiental que pode ser extremamente prejudicial para a cultura do café. Nesse sentido, estudos sobre melhores métodos de produção, possibilitam a expansão da cafeicultura brasileira em áreas sujeitas à deficiência hídrica. Sendo assim, objetivou-se com esse verificar os efeitos de doses variadas de silício no crescimento e desenvolvimento de *Coffea arabica*, cultivar IAPAR 100 e *Coffea canephora Pierrei*, cultivar Apoatã em regimes hídricos distintos, sendo um na capacidade de campo e o outro em 1/3 da capacidade de campo. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Faculdade de Engenharia - UNESP, Câmpus de Ilha Solteira- SP, em vasos de 20 litros no período de fevereiro de 2019 a julho de 2020. O delineamento foi o inteiramente casualizado, sistema fatorial 5x 2x 2, o experimento teve duas fases, a primeira com aplicação de silício (Si) nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200 g. há⁻¹ no plantio em vaso e aos 330 dias após o plantio a segunda fase, silício aplicado via foliar nas mesmas doses. Avaliou-se biometrias mensais de altura e diâmetro, leituras de fotossíntese, clorofila e análise nutricional foliar. A cultivar *C.canephora* no geral apresentou maiores ou iguais médias de ganho de altura e o sistema 1/3 da capacidade de campo favoreceu seu desenvolvimento. A dose de 150 g. há⁻¹ em *C.canephora* apresentou maiores índices de SPAD. O sistema 1/3 da capacidade de campo mostrou maior transpiração e condutância estomática para o café. Os nutrientes N, P, Ca, Mg e S não tiveram efeito de maior absorção em doses variadas de Si, sendo que o Mn e Fe apresentaram antagonismo com o Si. *C.canephora* absorve mais o Si e é favorecido em seu desenvolvimento no sistema 1/3 da capacidade de campo.

Palavras-Chave: Biometria, absorção nutricional, fisiologia, cafeicultura.

ABSTRACT

Water stress is an environmental factor that can be extremely harmful to coffee cultivation. Studies on better coffee production methods make it possible to expand Brazilian coffee production in areas subject to water deficiency. The objective of this study was to verify the effects of different doses of silicon and different water regimes, one in field capacity and the other in 1/3 of field capacity, on *Coffea arabica* (IAPAR 100) and *Coffea canephora* Pierre (Apoatã). The experiment was carried out in a greenhouse, at the Faculty of Engineering - UNESP, Campus de Ilha Solteira- SP, in 20-liter pots from February 2019 to July 2020. The design was completely randomized, a 5x 2x factorial system 2, with doses of 0, 50, 100, 150 and 200 g. there is -1 calcium silicate at planting and at 330 days after planting, silicon balanced via foliar. Monthly height and diameter biometrics, photosynthesis readings, chlorophyll and leaf nutritional analysis were evaluated. The cultivar *C.canephora* in general showed higher or equal height gain averages and the 1/3 field capacity system favored its development. The dose of 150 g. ha⁻¹ in *C.canephora* had higher SPAD rates. The 1/3 field capacity system showed greater transpiration and stomatal conductance for coffee. The nutrients N, P, Ca, Mg and S had no effect of greater absorption in varying doses of Si, Mn and Fe showed antagonism with Si. The cultivar *C.canephora* absorbs more Si and is favored in its development in the system. 1/3 of the field capacity.

Key words: Biometrics, nutritional absorption, physiology, coffee culture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Implantação do experimento de cafeeiro (IAPAR 100 e robusta) na casa de vegetação.....	26
Figura 2	- Medição biométrica, A- altura da planta, B- diâmetro do colo em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta).	27
Figura 3	- Medição de teor de clorofila em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta), realizada pelo SPAD- 502. Ilha Solteira/SP, 2019.....	28
Figura 4	- Medição de A, Ci, gs, E com um sistema analisador de gás infravermelho IRGA, 2020, em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira/SP, 2020.....	28
Figura 5	- .Altura de mudas de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) cultivadas em 1/3 da CC em função de doses de silicato de cálcio, aos 150 DAP. Ilha Solteira, 2020.....	35
Figura 6	- Altura de mudas de <i>C. canephora</i> cultivadas em 1/3 da CC em função de doses de silicato de cálcio, aos 210 DAP. Ilha Solteira, 2020.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Análise do solo utilizado no experimento com café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira/SP, 2019.....	26
Tabela 2	- Valores médios de altura (cm) em função de doses de Ca_2SiO_4 e sistemas de 90 a 210 dias após o plantio de café arábica e <i>C. canephora</i> . Ilha Solteira- SP, 2019.....	31
Tabela 3	- Valores médios de altura (cm) em função de doses de Ca_2SiO_4 e sistemas hídricos de 240 a 330 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.....	32
Tabela 4	- Desdobramento de doses de silicato de cálcio x sistemas x cultivar de café, referentes às alturas de 150 DAP. Ilha Solteira- SP, 2019.....	34
Tabela 5	- Desdobramento de doses de silicato de cálcio x sistemas x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta), referentes às alturas de 210 DAP. Ilha Solteira- SP, 2019.....	36
Tabela 6	- Valores médios de diâmetro de caule (mm) em função de doses e sistemas de 90 a 210 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.....	38
Tabela 7	- Desdobramento de doses de silicato de cálcio x cultivar de café arábico (IAPAR 100) e canéfora (Robusta), referentes ao diâmetro aos 150 DAP. Ilha Solteira- SP, 2019.....	39
Tabela 8	- Valores médios de diâmetro de caule (mm) em função de doses e sistemas de 240 a 330 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.....	40
Tabela 9	- Médias de fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol CO}_2$	42

	mol ar ⁻¹) e índice SPAD em 330 DAP em cafeeiros (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP.....	
Tabela 10	- Desdobramento de doses de silicato de cálcio x cultivar de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> , (Robusta) referentes às médias de fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Ilha Solteira- SP, 2019.....	43
Tabela 11	- Valores médios de altura (cm) em função de doses de Si via foliar e sistemas de 360 a 480 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	45
Tabela 12	- Tabela 13. Valores médios de leitura do SPAD em função de doses de Si e sistemas de 360 a 490 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta).. Ilha Solteira- SP, 2020.....	47
Tabela 13	- Valores médios de leitura do SPAD em função de doses de Si e sistemas de 360 a 490 dias após o plantio de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta).. Ilha Solteira- SP, 2020.....	48
Tabela 14	- Tabela 14. Desdobramento de doses de silício x cultivar de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canephora</i> (Robusta) aos 450 DAP da leitura do SPAD. Ilha Solteira- SP, 2020.....	49
Tabela 15	- Médias de fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E- $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs- $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO ₂ (Ci- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$) aos 490 DAP em cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	50
Tabela 16	- Concentrações foliares de S, P, K, Ca, Mg e Fe em função de doses de Si, sistemas de irrigação e cultivares de <i>C. arabica</i> (IAPAR 100) e <i>C. canéfora</i> (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	52
Tabela 17	- Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação doses de silício x sistemas hídricos em cafeeiros IAPAR 100 e Robusta. Ilha Solteira- SP, 2020.....	53

Tabela 18	- Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação doses de silício x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	54
Tabela 19	- Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação a sistemas hídricos x cultivares (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	55
Tabela 20	- Concentrações foliares de Mn, Zn, N, Si e Cu em função de doses de Si, sistemas de irrigação e cultivares de C. arábica (IAPAR 100) e C. canephora (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	56
Tabela 21	- Desdobramento de quantidades de Si foliar em relação a sistemas hídricos x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Importância do café.....	16
2.2	Características botânicas do café.....	16
2.2.1	A semente.....	17
2.2.2	Morfologia externa das raízes.....	17
2.2.3	Crescimento vegetativo.....	18
2.2.4	Desenvolvimento reprodutivo.....	19
2.2.5	Desenvolvimento do fruto.....	19
2.2.6	Fisiologia do café no estresse hídrico.....	20
2.2.7	Espécies <i>Coffea arabica</i> e <i>Coffea canephora</i>.....	22
2.2.7.1	Variedades trabalhadas.....	23
2.3	Características nutricionais do silício (Si).....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Local do experimento.....	25
3.1.1	Instalação e desenvolvimento do experimento.....	25
3.2	Avaliações.....	27
3.2.1	Variáveis biométricas, fisiológicas e nutricionais.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

As espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canéphora* Pierre são as únicas cultivadas em grande escala nas variadas regiões cafeeiras do mundo e representam, praticamente, 100% de todo o café comercializado, com o café arábica participando com cerca de 70% na produção mundial e o café canéfora com 30%.

Coffea arabica, originária das regiões de altitude elevada na Etiópia, é uma espécie tetraploide, com $2n= 44$ cromossomos, é auto fértil, apresentando pequena polinização cruzada (de 5 a 15%), devida a ventos e insetos.

Coffea canephora, conhecida como robusta ou conilon, é diploide ($2n= 22$ cromossomos), autoestéril ou auto incompatível, sendo que as flores de uma planta não se cruzam entre si, e tampouco com as de outra planta da mesma constituição genética (planta irmã).

Segundo dados do 3º Levantamento da Safra de Café de 2020, da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020) foi estimado em 61,6 milhões de sacas beneficiadas, de 60 quilos, dos tipos arábica e canéphora, o que representa aumento de 25% em relação ao ano passado. Minas é o maior produtor de café do país e deve colher 33,5 milhões de sacas, 36,3% a mais que no ano passado, sendo 99,1% de arábica e 0,9% de canéphora. Para o Espírito Santo, maior produtor nacional de canéphora, a estimativa é de 13,6 milhões de sacas, com aumento de 49,1% para o café arábica (4,5 milhões de sacas).

São Paulo deve colher 6,2 milhões de sacas de arábica e a Bahia, 4,1 milhões, com expansão de área em produção, áreas irrigadas e clima mais favorável. Nos outros estados, como Rondônia, a previsão é de 2,4 milhões de sacas de canéphora, enquanto no Paraná, de 937,6 mil sacas de arábica. Das lavouras do estado do Rio de Janeiro devem sair 346 mil sacas de arábica; de Goiás, 240,5 mil sacas também de arábica e, de Mato Grosso, 158,4 mil sacas de canéphora.

Maior produtor e exportador de café e segundo maior consumidor do produto no mundo, o produto, no Brasil, figura entre os dez principais setores exportadores, estando na 5ª posição. Segundo o balanço Comercial do agronegócio, em dezembro de 2016, o produto representou 9,8% das exportações brasileiras, movimentando o montante de US\$ 600,74 milhões segundo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2017).

O silício (Si) é reconhecido devido sua influência na resistência das plantas em

resposta a ataques de insetos, nematóides, doenças, estado nutritivo, transpiração e, possivelmente, alguns aspectos de eficiência fotossintética, Deren et al. (1994).

O Si está presente na crosta terrestre como ácido silícico (ou Si [OH]₄) em concentrações entre 0,1 e 2,0 mM (pH < 9) (Epstein, 1994). Está presente na solução de sódio na forma de ácido monomérico ou monossilicílico (H₄SiO₄) e é prontamente absorvido pelo sistema radicular. A concentração de Si varia muito nas partes aéreas da planta, variando de 0,1% a 10,0% do peso seco, Liang et al. (2007). O teor de Si nas plantas é equivalente ou maior que os principais nutrientes N, P e K, que são fornecidos por meio de fertilizantes, Meena et al. (2014).

Embora não seja considerado elemento essencial para as plantas, o Si apresenta características que pode ter um papel importante na metabolização ou atividade fisiológica e / ou estrutural e melhora na sobrevivência das plantas superiores expostas a diferentes estresses abióticos e bióticos, Liang et al. (2015).

A irrigação na cafeicultura tem se justificado pela possibilidade de expansão em áreas antes limitadas pela deficiência hídrica ou distribuição irregular da chuva e, nas regiões tradicionais, por oferecer a garantia de produção em anos que o veranico se estende nas fases críticas de desenvolvimento dos frutos, MANTOVANI (2000).

O déficit hídrico é uma das condições que mais limitam a produção primária dos ecossistemas e o rendimento das culturas, principalmente pelas restrições que impõem à fixação fotossintética do carbono. O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de fundamental importância, uma vez que pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica, Damatta (2004); Damatta et al. (1997); Nunes (1976); Rena & Maestri (2000).

A condição hídrica das plantas está muito relacionada aos processos fisiológicos de importância para o vegetal. Processos como transpiração, fotossíntese, respiração e crescimento são muito influenciados pelas mudanças ocorridas no estado hídrico das folhas, Hsiao (1973).

Pelo exposto, o objetivo desse estudo foi verificar os efeitos de doses variadas de silício no crescimento e desenvolvimento de *Coffea arabica*, cultivar IAPAR 100 e *Coffea canephora Pierrei*, cultivar Apoatã em regimes hídricos distintos, sendo um na capacidade de campo e o outro em 1/3 da capacidade de campo. ão de doses de silicato de cálcio com e sem restrição hídrica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura do café

O Brasil é o maior produtor mundial de café. Desde sua chegada ao país, em 1727 e em 1830 já era o maior produtor mundial, o café foi o maior gerador de riquezas e o produto mais importante da história nacional. O café continua sendo um importante gerador de divisas (US\$ 2 bilhões anuais, ou 26 milhões de sacas exportadas ao ano), contribuindo com mais de 2% do valor total das exportações brasileiras e respondendo por mais de um terço da produção mundial. Um mercado ainda em franca expansão, cujo agronegócio gera, no mundo todo, recursos da ordem de 91 bilhões de dólares ao comercializar os 115 milhões de sacas que, em média, são produzidos. A atividade envolve, ainda, meio bilhão de pessoas da produção ao consumo final (8% da população mundial) segundo a EMBRAPA, (2005).

O principal estímulo a esse crescimento foi a elevação dos preços, em decorrência de sérios problemas climáticos nas regiões produtoras na década de 90, que, aliada às baixas barreiras à entrada, resultou em forte crescimento do parque cafeeiro na maioria dos países produtores Nishijima (2012).

Em abril de 2018, a *International Coffee Organization* publicou um quadro estatístico de produção mundial por regiões, onde relatou que em 2017 de 159.663 mil sacas de 60 Kg de café produzidas no mundo, a América do Sul foi responsável por 70.591 mil, ou seja, 44,21% e o Brasil foi responsável por 51.000 mil sacas, quase 32% da produção mundial.

2.2 Características botânicas do cafeeiro

Em 2008 (Revista Cafeicultura), trouxe características do café, onde a sua herança biológica ao gênero *Coffea*. Dentro deste gênero há mais de 6.000 espécies, pertencentes a árvores e arbustos tropicais. Este gênero foi descrito primeiramente, no século 18, pelo botânico sueco Carolus Linneaus, que descreveu também a *Coffea arabica* em *Species Plantarum* em 1753. Desde sempre os botânicos têm estado em desacordo com a classificação a adotar, o que é compreensível se considerarmos que as plantas do café podem variar de pequenos arbustos a árvores altas, com folhas de

1 a 40 centímetros de comprimento e cor variando de roxo ou amarelo a verde escuro. Pensa-se que existem entre 25 a 100 espécies de plantas de café.

As espécies do gênero *Coffea* podem ser agrupadas em quatro seções: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Argocoffea* e *Paracoffea*, sendo as três primeiras originárias da África e a última da Índia, da Indochina, do Sri Lanka e da Malásia. A seção *Eucoffea* compreende as espécies que possuem cafeína, é a de maior importância econômica, pois abrange as espécies mais cultivadas para o consumo do café. É dividida nas seguintes subseções: *Erythrocoffea*, que compreende *C. arabica*, *C. canephora*, *C. congensis*; *Pachycoffea*, com *C. liberica*, *C. dewevrei*; *Mozambicoffea*, com *C. Racemosa*, *C. salvatrix*; *Melanocoffea*, com *C. stenophylla* e *Nanoffea* (*C. montana*); Matiello et al (1965).

2. 2.1 A semente

O fruto do café é uma drupa elipsoide contendo dois lóculos e duas sementes, mas ocasionalmente pode conter três ou mais sementes, nos casos de ovários triloculares ou pluriloculares, ou mesmo em consequência de uma falsa poliembrião, quando ovários biloculares apresentam mais de um óvulo em cada lóculo (DEDECCA, 1958, HUXLEY, 1965; ZAMORA & SOTO, 1976). O endocarpo do fruto, também conhecido como pergaminho, quando maduro é coriáceo e envolve independentemente cada semente. A semente é plano convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente na face plana é constituída por embrião, endosperma e um envoltório, representado por uma película prateada ou espermoderma (DEDECCA, 1957, 1958). O tecido de maior volume na semente é o endosperma, cuja a cor azul-esverdeada em *C. arábica* e amarelo-pálido em *C. canephora*, Mendes (1941).

2.2.2 Morfologia externa das raízes

As características morfológicas e estruturais do sistema de raízes se divide em três seguimentos com descreve Nutman (1934). (1) raiz pivotante: raiz curta e grossa, frequentemente múltipla, terminando abruptamente e raramente estendendo-se além de 45 cm abaixo da superfície do solo; (2) raízes axiais: de crescimento vertical descendente abaixo do tronco, em número de quatro a oito, geralmente originadas de

ramificações da pivotante, alcançando profundidade de 2,5 a 3 metros, ramificando-se em todas as direções e em todas as profundidades; (3) raízes laterais: (a) raízes da placa superficial- crescem mais ou menos de forma paralela à superfície do solo, até distâncias de 1,3 a 2,0 do tronco, em geral ramificando-se horizontalmente, mas podendo também ramificar-se em outras direções. (b) raízes fora da placa superficial são em geral de origem mais profunda que as anteriores, ramificando-se uniformemente no solo e algumas vezes tornando-se verticais.

O cafeeiro *canéphora* possui um sistema radicular muito volumoso (5 vezes maior que o arábica) e com capacidade de penetrar camadas de solo com maior densidade. Sabe-se que o equilíbrio entre o sistema radicular e a parte aérea é importante para tolerância à seca, tende a ser melhor nos cafeeiros de porte baixo. A poda para redução de altura das plantas, quanto mais drástica, mais reduz o sistema radicular fino, no curto prazo, promovendo um melhor equilíbrio em médio prazo Matiello et al., (1965).

2.2.3 Crescimento vegetativo

O café é um arbusto de crescimento contínuo, que apresenta um característico dimorfismo dos ramos, a saber: (1) ramos ortogeotrópicos, que crescem verticalmente, e (2) ramos plageotrópicos, crescendo lateralmente numa inclinação que varia entre 45° a 90° em relação ao eixo vertical. Os ramos orto e plageotrópicos originam-se de gemas diferencialmente determinadas (CARVALHO et al, 1950). Na axila de cada folha, nos eixos verticais, existe uma série linear ordenada de 5 a 6 gemas- gemas seriadas- e isolada, acima da série, uma outra gema dita cabeça-da-série”, que forma na planta a partir do 6° nó.

Segundo a descrição de Coste (1955), as plantas de café arábica são arbustos monocaules, com até 4,0 m de altura. As folhas são ovaladas ou sub lanceoladas, os bordos são ondulados, e geralmente medem cerca de 10 cm a 15 cm de comprimento por 4 a 6 cm de largura. A coloração predominante é verde escuro, sendo que a epiderme superior apresenta aspecto brilhante. Nos vértices formados entre as nervuras secundárias e a principal, geralmente ocorrem minúsculas cavidades denominadas domácias.

As plantas da espécie *C. canephora* são arbustos multicaules, apresentam desenvolvimento inicial mais lento do que o *C. arabica*, entretanto quando atingem a

maturidade possuem copas mais desenvolvidas e porte mais elevado, apresentando no aspecto geral (Mendes & Guimarães, 1996; Matiello, 1998) a seguinte descrição morfológica:

A raiz geralmente é bem mais vigorosa do que a do café arábica, sendo bastante volumosa e eficiente na absorção de nutrientes e água do solo, o que torna a planta mais tolerante a deficiências nutricionais e hídricas. As folhas são maiores do que as variedades da espécie arábica, apresentando cor verde menos intensa, nervuras salientes, forma elíptica lanceolada e bordas onduladas.

2.2.4 Desenvolvimento reprodutivo

A floração nas plantas compreende uma sequência de eventos fisiológicos e morfológicos, que vai da indução floral até a antese, passando pelas fases intermediárias de evocação floral, diferenciação ou iniciação dos primórdios florais e desenvolvimento da flor. A transição entre fases é comumente gradual e imperceptível, sobretudo nas iniciais, até a formação dos primórdios. Kumar (1979) propõe três fases fisiológicas distintas na floração do café: (1) iniciação e diferenciação floral; (2) um curto período de repouso ou quiescência; (3) abertura das flores ou florada.

2.2.5 Desenvolvimento do fruto

A cultura do café começa a florescer no segundo ano de plantio após as chuvas de florada, antecipadas por longos períodos de deficiência hídrica. As plantas apresentam floração gregária, ou seja, todas as plantas de café em uma dada extensão florescem simultaneamente, em função das mudanças climáticas ocorridas na plantação (Melo & Sousa, 2011). O *C. canephora* é característico por ser uma espécie tipicamente alógama, a qual apresenta mecanismos que favorecem a polinização cruzada como a autoincompatibilidade gametofítica e o florescimento sincronizado (Marcolan & Espindula, 2015).

A abertura da flor do café acontece geralmente no período da manhã, entre 7 e 11 horas, como também, temperaturas muito elevadas provocam o abortamento dos botões florais, sendo mais favoráveis as temperaturas entre 17 e 23 °C. Outro fator importante é a luminosidade, essencial para que ocorra o crescimento do fruto de

abertura das flores. Em dias nublados ou chuvosos a abertura das flores é muito prejudicada, e mesmo que ocorra, há a liberação do grão de pólen no botão fechado, o que aumenta a taxa de autofecundação no caso de *Coffea arabica* (Melo & Sousa, 2011). O desenvolvimento do fruto do café compreende de acordo com Womer (1964) em cinco fases:

- (1) Período de crescimento visível- fase “chumbinho”;
- (2) Fase de expansão rápida, ao fim da qual o endocarpo endurece (pergaminho);
- (3) Formação do endosperma, que ocorre durante a parte final da fase de expansão (endosperma leitoso);
- (4) Endurecimento do endosperma, que continua até antes da maturação (granação);
- (5) Maturação (cereja).

Desde a antese até o fruto verde chegar ao seu tamanho máximo, decorre um período de 4-6 meses, e o período de maturação toma dois meses ou mais, dependendo das condições ecológicas e do cultivar (SONDAHL & SHARP. 1979).

2. 2. 6 Fisiologia do café no estresse hídrico

Informações referentes os aspectos fisiológicos relacionados às variações morfoanatômicas, especialmente devidas ao estresse hídrico, podem ser bastante úteis na compreensão dos mecanismos envolvidos na tolerância diferencial existente no gênero *Coffea*, comumente observada em condição de campo. As variações na estrutura das folhas estão relacionadas, em grande parte, com o hábitat, representando uma im/portante resposta plástica das plantas às condições ambientais, especialmente a disponibilidade hídrica (Dias et al., 2005).

Os principais mecanismos fisiológicos de tolerância diferencial à seca em *C. canephora* são governados pela eficiência de extração da água do solo e pelas taxas de uso da água pelas plantas (DaMATTA ; RAMALHO, 2006). Avaliações fisiológicas sugerem que clones com produção relativamente elevada em condições de seca são capazes de manter potenciais hídricos foliares adequados, por meio da combinação do aprofundamento do sistema radicular e aumento no controle estomático (SILVA et al., 2010).

Algumas características bioquímicas também são importantes para o aumento da tolerância ao estresse hídrico, entre elas, a manutenção da capacidade de transporte de foto assimilados da parte aérea para as raízes, que pode permitir maior crescimento radicular e, dessa forma, maior acesso a horizontes mais profundos do solo, de modo a aumentar a absorção de água (SILVA et al., 2010). Estudos afirmam que o café *canephora* apresenta maior densidade estomática, mas com estômatos menores que o café Arábica, sendo que em *coffea canephora* os estômatos predominantemente são do tipo actinocítico (CARVALHO et al., 2001). Em ambas as espécies, o fechamento estomático tem sido frequentemente considerado como o indicador primário do déficit hídrico (DaMATTA, 2004).

Pinheiro et al. (2005) demonstraram que a condutância estomática decresce curvilinearmente com a redução da disponibilidade hídrica, sugerindo alta sensibilidade estomática ao desenvolvimento de déficits hídricos na planta de café *canephora*. No entanto, esses autores observaram rápida recuperação (1-2 dias) da hidratação foliar e da condutância estomática, que alcançaram valores típicos de cafeeiros irrigados continuamente, após re-irrigarem clones de *canephora* severamente desidratados. Tal comportamento parece ser de grande importância na determinação do rápido restabelecimento do crescimento e desenvolvimento da copa do café após períodos prolongados de seca, e atesta um alto grau de tolerância à seca ao café *canephora* (DaMATTA; RAMALHO, 2006).

O estômato do café *canephora* pode responder às variações na demanda evaporativa da atmosfera independentemente do status hídrico foliar (PINHEIRO et al., 2005). De modo geral, clones de *canephora* mostram alta sensibilidade estomática à demanda evaporativa, mas aparentemente menor que a das cultivares de Arábica (DaMATTA, 2004; DaMATTA, 2011; RAMALHO, 2006). Isso pode explicar, pelo menos em parte, o porquê de genótipos de *canephora* responderem melhor à irrigação que os de Arábica (DaMATTA, 2004).

No entanto, verifica-se maior sensibilidade estomática à demanda evaporativa do ar em arábica (RONCHI; DaMATTA, 2007). A resposta direta do estômato a variações na umidade relativa tem consequências importantes no que respeita à capacidade da planta de suportar períodos relativamente longos de déficit hídrico no solo associados a condições de alta demanda evaporativa na atmosfera. Sob tais condições, o rápido fechamento do estômato seria vantajoso para o cafeeiro, visto que isso resultaria em diminuição substancial da transpiração. Por outro lado, sob

disponibilidade hídrica adequada ou sob períodos curtos de déficit hídrico, a sensibilidade do estômato à umidade do ar seria desvantajosa. Nessas condições, a maximização da absorção do CO₂ para a fotossíntese passaria a ter maior importância que a redução da transpiração, em termos de manutenção da produtividade, sob condições de seca (DaMATTA, 2003).

2. 2. 7 Morfofisiologia de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*

Carvalho et al. 2001 realizaram um estudo tendo como objetivo comparar cafeeiros das espécies *Coffea arabica* cv. Catuaí-Vermelho e *C. canephora* cv. Conilon quanto à fotossíntese líquida e a aspectos da anatomia foliar estão relacionados. Alguns dos resultados obtidos por esses autores foram:

- Maiores taxas de condutância estomática, transpiratória e fotossintética das plantas de Conilon;
- A temperatura foliar interna não diferiu estatisticamente entre as duas cultivares;
- Os cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho apresentaram maiores médias de emissão de fluorescência do que os cafeeiros Conilon;
- As folhas do cafeeiro *C. canephora* cv. Conilon apresentam maior eficiência do sistema antena, para a absorção e transferência de energia luminosa do que os cafeeiros de *C. arabica* cv. Catuaí-Vermelho;
- A forma e disposição das folhas das duas cultivares são similares: ambas apresentam folhas opostas, cruzadas, curto-pecioladas, com lâminas elípticas a elíptico-lanceoladas e margens onduladas.

As folhas dos cafeeiros Conilon, no estágio de desenvolvimento estudado, são maiores, apresentando maior área superficial para captação de luz.

- Cortes transversais às lâminas foliares das duas cultivares evidenciaram a maior espessura das folhas de Catuaí Vermelho;
- Em café arábica os estômatos são predominantemente do tipo paracítico, enquanto no conilon predomina o tipo actinocítico;
- As plantas de Conilon, além disso, apresentam maiores valores de índice estomático, e estômatos menores.

2.2.7.1 Variedades trabalhadas

As variedades a serem avaliadas foram o IAPAR 100 com origem arábica e o Robusta de origem canéfora. O IAPAR 100 é uma cultivar de porte baixo, resistente à ferrugem e preferencialmente indicado para plantios adensados ou em renque (2,00-3,00m x 0,50-0,80m). Sua semente é maior que as dos cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo e há vários anos vêm sendo distribuídas experimentalmente pelo IAC a muitos cafeicultores e instituições de pesquisa. Têm apresentado excelente produção e grande rusticidade, razão pela qual seu plantio tem-se expandido rapidamente.

Apoatã trata-se de material pertencente à *C. canephora* e indicado como porta-enxerto para qualquer um dos cultivares de café arábica recomendados para o plantio. As mudas enxertadas são indicadas para áreas infestadas com os nematoides *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. paranaenses*, segundo o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

2.3 Características nutricionais do Silício (Si)

O silício (Si) pode ser um elemento benéfico para as plantas em resposta a estresses bióticos e abióticos são cada vez mais reconhecidos (Pilon-Smits et al., 2009). Suplementação com o Si foi adotado como uma estratégia eficaz para aliviar efeitos do estresse salino e hídrico e a resistência das plantas Zhu & Gong (2014). Sonobe et al., (2011) sugeriu que o Si pode melhorar a absorção de água pelas raízes sob estresse hídrico, acúmulo de açúcares solúveis e aminoácidos.

O Si é absorvido pelas raízes das plantas pela forma neutra, como ácido monossilícico (H_4SiO_4), por processo passivo ou ativo, através de transportadores de membrana específicos para esse fim. O transporte desse ácido monossilícico é feito pelo xilema, e pode ser regulado pela transpiração ou por processo ativo (ROGRIGUES, 2011).

Bioquimicamente, as plantas alteram o metabolismo de várias maneiras, para suportar o estresse ambiental, incluindo a produção e/ou acúmulo de compostos osmorreguladores. O Si pode agir como elemento capaz de induzir mecanismos de defesa da própria planta pela ativação de várias estratégias de defesa, incluindo

síntese de compostos fenólicos e produção de lignina, suberina e calose na parede celular das plantas Menzies et al., (1991); Epstein (1999).

Não foi definida, ainda, a quantidade máxima de Si a ser aplicada, nem se identificou efeito tóxico deste elemento para as plantas. Contudo, considerando o efeito corretivo dos silicatos, doses elevadas desses compostos podem provocar aumento excessivo no pH do solo, reduzindo a disponibilidade de micronutrientes e fósforo para as plantas Korndorfer et al., (2002).

A seca reduz a biomassa, devido ao aumento da resistência estomática com diminuição da taxa fotossintética líquida, a mudanças no teor de clorofila e à inibição da atividade fotoquímica (Engelbrecht et al., 2007; SUSILUOTO e BERNINGER, 2007). Além disso, o déficit hídrico causa ruptura do equilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e da defesa antioxidante, levando ao acúmulo de EROs que induz o estresse oxidativo de proteínas, lipídios de membrana e de outros componentes celulares (ITURBE et al., 1998; FU e HUANG, 2001).

Alterações nas características anatômicas foliares são conhecidas por alterarem os componentes de condutância de difusão do CO₂ das cavidades subestomáticas para os sítios de carboxilação e, assim, contribuírem para a manutenção de taxas fotossintéticas apesar da baixa condutância estomática (EVANS et al., 1994). Em algumas espécies, mucilagens e glucanos na folha podem funcionar como condensadores hidráulicos e remobilizadores de solutos para o ajuste osmótico, permitindo assim a absorção mais eficiente de água. Podem ainda formar um filtro de densidade leve, protegendo as células do parênquima clorofiliano da radiação luminosa excessiva (CLIFFORD et al., 2002).

A deficiência hídrica nas folhas ocorre quando a taxa de transpiração excede a taxa de absorção de água e esta deficiência pode ser um componente de variados estresses, como por exemplo, a baixa disponibilidade hídrica do solo, solos salinos ou temperaturas muito baixas, Bray (1997).

As informações são escassas sobre trabalhos em que se testou a adubação com silicato de cálcio para café. Uma melhor arquitetura, reduzindo o auto sombreamento, e uma menor transpiração seria benéfica ao cafeeiro. Entretanto, o cafeeiro não é uma planta acumuladora de Si, como o são as gramíneas, e esses efeitos ainda não foram comprovados cientificamente, ou seja, não há, ainda, um número de trabalhos suficiente para se formatar uma conclusão inequívoca, Martins (2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação tipo PAD FAN com controle de temperatura, na Faculdade de Engenharia - UNESP, Campus de Ilha Solteira- SP, coordenada 20° 25'03,45" S, 51° 20' 28,35" O e 377 de altitude, no período de fevereiro de 2019 a julho de 2020.

3.1.1 Instalação e desenvolvimento do experimento

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições, totalizando 80 unidades amostrais (Figura 1), realizado em duas etapas, a primeira com 5 doses de silicato de cálcio (0, 50, 100, 150 e 200) g. há⁻¹ ao solo no plantio e a segunda etapa aos 330 dias após o plantio, com silício balanceado nas mesmas doses (0, 50, 100, 150 e 200) g. há⁻¹, via foliar, com uso de dois sistemas hídricos, capacidade de campo (C. C) e 1/3 da C. C e duas cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta) totalizando 20 tratamentos com quatro repetições de quatro mudas por parcela. O balanceamento do silicato de cálcio (80% de Si e 20% de Ca) com oxido de cálcio (72,58% de Ca e 24,42% de O₂), para que todos os tratamentos recebessem a mesma dose de cálcio, variando apenas as doses de silicato, via foliar. As mudas foram adquiridas junto à cooperativa Camda em Adamantina, SP e estavam com 6 a 7 pares de folhas.

Figura 1: Implantação do experimento com cafeeiro (IAPAR 100 e Robusta) na casa de vegetação da Unesp, Ilha Solteira, 2019.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A adubação de cobertura foi realizada com adubo de liberação lenta (cinco meses de liberação), aos 330 dias após o plantio, com formulação 15-09-12, e com os demais nutrientes (Mg a 1,3%, S a 6%, Cu a 0,05%, Fe a 0,46%, Mn a 0,06% e Mo a 0,02%), sendo aplicado manualmente 4 gramas por planta, referente a 40 Kg.ha.

Foi utilizado um solo de textura média e realizado a análise nutricional com os dados apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Análise do solo utilizado no experimento com café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira/SP, 2019.

P-resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-SO ₄
Fósforo	Mat.Org	pH	Potássio	Cálcio	Magnésio	Ac. Pot.	Alumínio	Soma Bases	Enxofre
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂	mmolc/d m ³	mmolc/d m ³	mmolc/d m ³	mmolc/d m ³	mmolc/d m ³	mmolc/d m ³	mg/dm ³
2	12	5,3	0,6	11	9	15	0	20,6	4
CTC	V	Ca/CTC	Mg/CTC	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cap.Troca	Sat.	Ca na	Mg na	Sat. alum	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Cat.	Bases	CTC	CTC						
mmolc/dm ³	%	%	%	%	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³
35,6	58	31	25	0	0,12	0,7	14	4,2	0,1

Fonte: Laboratório de fertilidade do solo, UNESP Ilha Solteira SP, 2019.

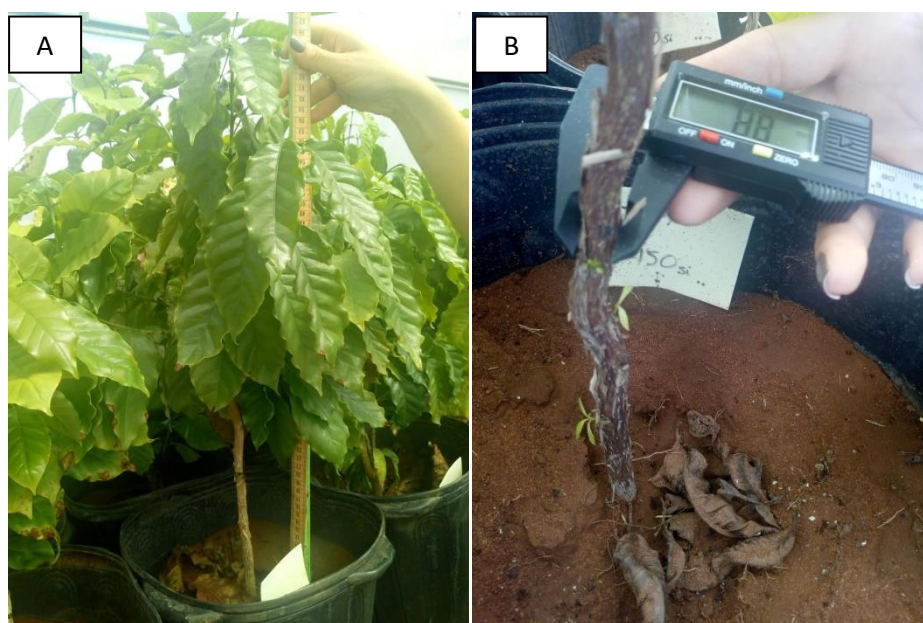
3.2 Avaliações

3.2.1 Variáveis biométricas, fisiológicas e nutricionais

Os efeitos dos tratamentos aplicados sobre as mudas de café foram avaliados a partir do primeiro mês após a implantação, sendo realizada mensalmente durante um ano e meio. As variáveis analisadas biométricas e fisiológicas foram:

- a) altura de planta, mensurada do coleto ao ápice com uma régua graduada (cm);
diâmetro do colo aferido com auxílio de um paquímetro digital (mm), como mostra a Figura 2.

Figura 2: Medição biométrica, A- altura da planta, B- diâmetro do colo em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta).



Fonte: Próprio autor, 2019.

- b) teor de clorofila estimada por meio de um medidor portátil de verde, modelo SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta, Japão) como mostra a figura 3, que permite avaliar, quantitativamente, a intensidade do verde da folha in situ, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (MARKWELL et al., 1995; GUIMARÃES et al., 1999).

Figura 3: Medição de teor de clorofila em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta), realizada pelo SPAD- 502. Ilha Solteira/SP, 2019.



Fonte: Próprio autor, 2019.

- c) Taxa assimilatória líquida de CO_2 (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); concentração intracelular de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$); condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); taxa transpiratória (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) aferidos com um sistema analisador de gás infravermelho IRGA (ADC BioScientific Ltd, modelo LC- Pro) (Figura 4).

Figura 4: Medição de A , C_i , g_s , E com um sistema analisador de gás infravermelho IRGA, 2020, em mudas de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira/SP, 2020.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Ao término do experimento (julho 2020) foram coletadas as folhas, segundo Martinez et al. (2003), em que avaliam o estado nutricional de cafeeiros realizando a amostragem em plantas de cafeeiro coletando o 3º e o 4º par de folhas a contar do ápice do ramo na altura mediana da planta, do terço médio das plantas para avaliação nutricional.

Os dados provenientes dos tratamentos aplicados mudas do cafeeiro foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O efeito das doses do silicato de cálcio avaliado por análise de regressão polinomial ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível constatar que as doses de silicato de cálcio não influenciaram o crescimento em altura das mudas de café (IAPAR 100 e Robusta). Os sistemas foram significativos em todas as avaliações, sendo que as plantas na capacidade de campo apresentaram maior desenvolvimento que as plantas com restrição hídrica. Houve interação significativa de (dose x cultivar) e entre (dose x sistemas x cultivares) (Tabela 2).

Aos 210 DAP, houve diferença na altura das mudas entre as cultivares, sendo que o Robusta apresentou maior crescimento em comparação ao IAPAR 100 (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os de Carvalho et al. (2010), que afirmaram que tais parâmetros avaliados sofrem influência pela interação genótipo × ambiente e o comportamento das plantas é influenciado pelos locais em que são cultivadas.

Tabela 2. Valores médios de altura (cm) em função de doses de Ca_2SiO_4 e sistemas de 90 a 210 dias após o plantio de café *arábica* e *C. canephora*. Ilha Solteira- SP, 2019.

Tratamentos	90	120	150	180	210
	D.A. P				
	p>F				
Doses (D)	0,30	0,49	0,98	0,96	0,75
Sistemas (S)	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Cultivar (C)	0,77	0,43	0,07	0,10	0,01
DxS	0,08	0,07	0,14	0,27	0,80
DxC	0,07	0,06	0,02	0,16	0,17
SxC	0,29	0,16	0,16	0,36	0,68
DxSxC	0,13	0,07	0,03	0,07	0,03
CV (%)	15,20	15,65	16,23	15,57	14,88
Média	30,40	34,68	39,33	44,86	52,05
Doses					
Ca_2SiO_4					
0	32,42	36,38	39,66	44,06	50,93
50	30,91	35,50	39,49	45,87	53,25
100	29,63	33,34	39,33	44,75	53,62
150	28,79	33,72	39,16	44,56	51,75
200	29,68	34,45	39,00	45,06	50,68
p>F (L)	0,04	0,19	0,74	0,90	0,74
p>F (Q)	0,24	0,26	0,91	13,87	0,21
r^2	72,30	50,34	32,92	2,61	5,63
R^2	96,94	87,58	36,62	13,87	87,07
Sistemas					
C.C	31,46 a	36,99 a	42,48 a	48,85 a	54,52 a
1/3 C.C	29,12 b	32,36 b	36,17 b	40,87 b	49,57 b
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	30,55 a	34,20 a	38,03 a	43,57 a	49,97 b
<i>C. canephora</i>	30,03 a	35,16 a	40,62 a	46,15 a	54,12 a
D. M. S	2,14	2,42	2,85	3,12	3,46

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Os dados avaliados para sistemas no período de 330 DAP evidenciaram que os tratamentos em 1/3 da capacidade de campo apresentaram crescente aumento de média de altura, diferenciando-se estatisticamente ao final do período avaliado. (Tabela 3)

Tabela 3. Valores médios de altura (cm) em função de doses de Ca_2SiO_4 e sistemas hídricos de 240 a 330 dias após o plantio de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canéfora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.

Tratamentos	240	270	300	330
	p>F			
Doses (D)	0,99	0,98	0,96	0,75
Sistemas (S)	0,83	0,63	0,24	0,03
Cultivar (C)	0,02	0,01	0,01	0,01
DxS	0,86	0,88	0,78	0,89
DxC	0,30	0,43	0,48	0,55
SxC	0,86	0,77	0,56	0,59
DxSxC	0,44	0,41	0,51	0,40
CV (%)	17,64	18,10	17,92	17,96
Média	56,31	58,98	61,23	63,58
Doses Ca_2SiO_4				
0	55,87	57,93	59,81	60,56
50	56,50	60,00	62,56	65,37
100	56,37	59,00	61,25	63,56
150	56,50	59,06	60,93	63,18
200	56,31	58,93	61,25	65,25
p>F (L)	0,91	0,90	0,81	0,42
p>F (Q)	0,88	0,74	0,76	0,70
r ²	28,82	5,29	9,93	33,83
R ²	79,66	41,98	27,26	41,55
Sistemas				
C.C	56,55 a	58,48 a	59,80 a	60,77 b
1/3 C.C	56,07 a	59,55 a	62,67 a	66,40 a
Cultivares				
<i>C. arabica</i>	53,70 b	56,02 b	57,82 b	59,97 b
<i>C. canéfora</i>	58,92 a	61,95 a	64,65 a	67,20 a
D.M.S	4,44	4,77	4,90	5,10

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

O *C. canephora* também apresentou maior média de altura desde o início das avaliações e havendo diferenciação estatística desde o período de 220 DAP, permanecendo até a última avaliação.

Os dados obtidos diferenciam-se de Rodrigues et al. (2010), que afirmaram em seu trabalho, que a altura das plantas é influenciada, diretamente, pelas lâminas de irrigação e que à medida que aumentaram as lâminas de água aplicadas, obtiveram-se as maiores alturas; firmando a possibilidade de que o silicato de cálcio pode estar interferindo no desenvolvimento do café, onde em sistema de capacidade de campo a altura média é menor que o sistema que sofreu restrição hídrica em 1/3 da capacidade de campo na última avaliação feita aos 330 dias DAP.

No trabalho realizado por Terceiro et al. (2019), para o efeito das épocas de avaliação em cafeeiros arábica, verificou-se que após 300 dias do plantio, a altura de plantas foi três vezes superior a 60 dias após o plantio. Já o diâmetro do caule apresentou-se quatro vezes superior no 300º dia de avaliação quando comparado ao 60º dia, dados semelhantes ao encontrado nesse levantamento.

A interação de dose x sistemas x cultivar ocorreu aos 150 e 210 DAP, o desdobramento da interação aos 150 DAP está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Desdobramento de doses de silicato de cálcio x sistemas x cultivar de café, referentes às alturas de 150 DAP. Ilha Solteira- SP, 2019.

Doses de silicato de cálcio (g. ha ⁻¹)	150 DAP			
	CC	1/3 CC	CC	1/3 CC
	<i>C. arabica</i>		<i>C. canéfora</i>	
0	39,25 aA	42,87 aA	42,50 aA	33,75 aB
50	41,25 aA	37,25 aA	41,50 aA	39,75 aA
100	38,50 aA	34,12 aA	43,37 aA	39,00 aA
150	35,25 aB	32,25 aA	55,00 aA	34,62 bA
200	46,75 aA	32,87 bA	41,50 aA	35,25 aA
p>F(linear)	0,37	0,01	0,25	0,83
P>F (quadrática)	0,12	0,25	0,20	0,23
r ² (linear %)	11,20	82,14	9,93	1,58
R ² (quadrática %)	45,20	99,88	22,41	51,65

*Eq. Linear y= -0,050x+40,87

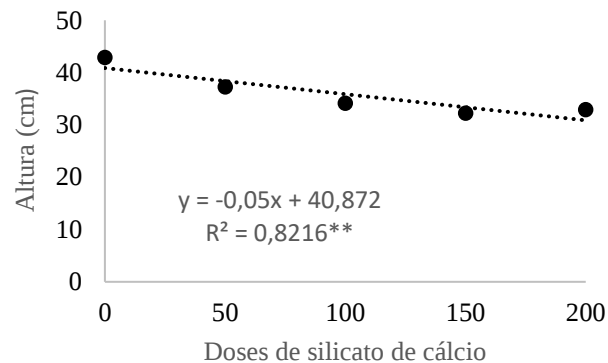
Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo.

D.A.P: dias após o plantio.

Para dose 0, as cultivares se diferenciaram entre si, onde o *C. arabica* apresentou maiores médias de altura no sistema 1/3 da capacidade de campo. Nas doses 50 e 100 não houve diferenças estatísticas para nenhuma variável analisada. Na dose 150, a *C. arabica* não diferenciou entre sistemas, mas se diferenciou entre cultivares, onde apresentou menores médias de altura no sistema capacidade de campo. Nesta mesma dose, a *C. canephora*, se diferenciou para sistemas onde o tratamento 1/3 da C.C. obteve valores médio inferiores.

Para a dose 200 o *C. arabica* apresentou diferenciação entre sistemas, onde o tratamento em 1/3 da capacidade de campo teve menor média de altura. Houve ajuste linear decrescente, com dose maior e altura menor na *C. arabica* no sistema de 1/3 da C.C. como mostra a figura 5 a seguir.

Figura 5. Altura de mudas de *C. arabica* (IAPAR 100) cultivadas em 1/3 da CC em função de doses de silicato de cálcio, aos 150 DAP. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Comportamentos distintos na presença de silicato de cálcio foi citado no trabalho de Korndorfer et al. (2002), onde diz que não foi definida ainda, a quantidade máxima de Si a ser aplicada, nem se identificou efeito tóxico deste elemento para as plantas. Contudo, considerando o efeito corretivo dos silicatos, doses elevadas desses compostos podem provocar aumento excessivo no pH do solo, reduzindo a disponibilidade de micronutrientes e fósforo para as plantas, o que resulta em menor crescimento, posto ser o fósforo nutriente que fornece energia à planta e favorece o crescimento/desenvolvimento do sistema radicular, como constatado nesse estudo.

O desdobramento da interação tripla para o período de 210 DAP está descrito na Tabela 5, mostrando que o comportamento das doses manteve-se como no período de 150 DAP.

Tabela 5. Desdobramento de doses de silicato de cálcio x sistemas x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta), referentes às alturas de 210 DAP. Ilha Solteira- SP, 2019.

Doses de silicato de cálcio (g. ha ⁻¹)	Condições hídricas			
	210 DAP			
	CC	1/3 CC	CC	1/3 CC
	<i>C. arabica</i>		<i>C. canéfora</i>	
0	49,75 aA	52,25 aA	55,75 aA	46,00 Aa
50	56,50 aA	46,50 aA	55,75 aA	54,25 aA
100	50,75 aA	47,75 aA	58,00 aA	58,00 aA
150	45,50 aB	48,25 aA	64,00 aA	49,25 bA
200	58,00 aA	44,50 bA	51,25 aA	49,00 aA
p>F(linear)	0,65	0,26	0,95	0,93
P>F (quadrática)	0,41	0,82	0,13	0,04
r ² (linear %)	2,88	58,04	0,07	0,11
R ² (quadrática %)	12,67	60,36	39,28	68,29

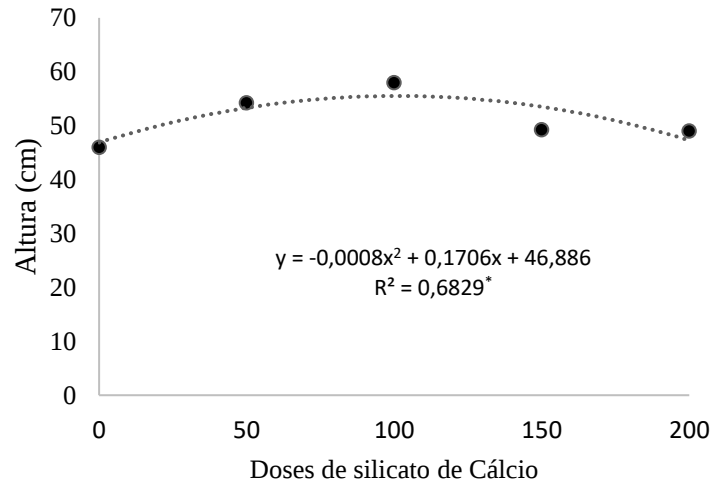
*Eq. Quadrática $y = -0,000843x^2 + 0,170x + 46,88$

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Para as doses 0, 50 e 100 não houve variações significativas estatisticamente. Para a dose 150 houve interação entre cultivares, onde a *C. arabica* apresentou a menor média no sistema em capacidade de campo e para a *C. canephora* a interação ocorreu entre sistemas, onde na C.C. apresentou maiores resultados.

Na dose 200 a interação ocorreu em sistemas para a *C. arabica* com menor média em 1/3 da capacidade de campo. Houve ajuste quadrático decrescente para a *C. canephora* no sistema 1/3 da capacidade de campo, onde o ponto de máxima altura seria na dose 106,25 g. ha⁻¹, Figura 6.

Figura 6. Altura de mudas de *C. canephora* cultivadas em 1/3 da CC em função de doses de silicato de cálcio, aos 210 DAP. Ilha Solteira, 2020.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Os resultados obtidos na variável diâmetro teve interação entre sistemas e entre dose e sistemas no período de 90 a 210 dias. (Tabela 6).

O sistema de capacidade de campo apresentou maior diâmetro de caule em relação ao sistema de 1/3 da capacidade de campo, dados também encontrados por Rodrigues et al. (2010), que afirmaram que o diâmetro médio do cafeeiro é influenciado, significativamente, pela irrigação.

Não houve diferenciação estatística para as variáveis cultivares nesse início de avaliações e o desdobramento das interações doses x cultivar para média de diâmetro podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 6. Valores médios de diâmetro de caule (mm) em função de doses e sistemas de 90 a 210 dias após o plantio de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.

Tratamentos	90	120	150	180	210
	D.A.P				
	p>F				
Doses (D)	0,53	0,79	0,80	0,58	0,51
Sistemas (S)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cultivar (C)	0,36	0,35	0,48	0,95	0,97
DxS	0,98	0,99	0,99	0,83	0,97
DxC	0,43	0,09	0,02	0,18	0,60
SxC	0,43	0,38	0,39	0,33	0,50
DxSxC	0,43	0,27	0,16	0,23	0,48
CV (%)	19,34	17,46	17,45	17,02	18,35
Média	4,21	4,82	5,50	6,31	7,13
Doses					
Ca₂SiO₄					
0	4,38	4,83	5,37	5,96	6,71
50	4,10	4,67	5,43	6,33	7,12
100	4,11	4,76	5,38	6,28	7,10
150	4,04	4,78	5,64	6,55	7,55
200	4,43	5,03	5,70	6,46	7,17
p>F (L)	0,94	0,44	0,26	0,15	0,19
p>F (Q)	0,09	0,33	0,73	0,55	0,36
r ²	0,14	35,98	79,66	73,01	51,59
R ²	88,77	92,87	86,54	85,52	76,62
Sistemas					
C.C	4,54 a	5,34 a	6,18 a	7,09 a	7,87 a
1/3 C.C	3,88 b	4,29 b	4,83 b	5,54 b	6,39 b
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	4,30 a	4,90 a	5,58 a	6,32 a	7,13 a
<i>C. canephora</i>	4,13 a	4,73 a	5,43 a	6,31 a	7,13 a
D.M.S	0,36	0,37	0,42	0,48	0,58

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Os dados avaliados apresentaram diferenciação de diâmetros na dose de 150 para as cultivares, sendo o *C. canephora* com maiores médias. Dentro do *C. canephora* houve variação em apenas na dose 0, que foi a menor delas, já as outras doses, as médias são iguais estatisticamente. Diferente ocorreu no *C. arabica*, onde a menor média foi na dose 150 e as outras doses não se diferenciaram entre si.

Os resultados apresentaram que a dose 150 foi a que possibilitou maior média para o *C. canephora* e menor média para o *C. arabica* na variável diâmetro aos 150 DAP.

Tabela 7. Desdobramento de doses de silicato de cálcio x cultivar de café arábico (IAPAR 100) e canéfora (Robusta), referentes ao diâmetro aos 150 DAP. Ilha Solteira-SP, 2019.

Fatores	Cultivares	
Doses Ca_2SiO_4	<i>C. arabica</i>	<i>C. canéfora</i>
0	5,93 a	4,81 b
50	5,62 a	5,23 a
100	5,48 a	5,28 a
150	5,05 b	6,23 a
200	5,81 a	5,58 a
p>F (L)	0,44	0,02*
p>F (Q)	0,15	0,32
r ²	14,38	58,29
R ²	66,03	68,30

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Hattori et al. (2005), embora o Si seja elemento abundante na natureza, sua disponibilidade para plantas em solução do solo é geralmente baixa, portanto, sua captação é reduzida, especialmente para dicotiledôneas. No entanto, Mitani & Ma (2005) descobriram o aumento da absorção de Si em tomateiro sujeitos a maiores concentrações desse elemento, neste estudo também foi confirmado para o café na *C. Canephora*, onde todas as dose de silicato de cálcio apresentaram acréscimo, com exceção da dose de 200, sugerindo uma toxidez nessa dose para essa cultivar.

Os resultados obtidos na variável diâmetro teve interação apenas para sistemas no período de 240 a 330 dias. (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de diâmetro de caule (mm) em função de doses e sistemas de 240 a 330 dias após o plantio de *C.arabica* (IAPAR 100) e *C. canéfora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2019.

Tratamentos	240	270	300	330
	p>F			
Doses (D)	0,65	0,64	0,69	0,82
Sistemas (S)	0,01	0,03	0,02	0,06
Cultivar (C)	0,91	0,74	0,58	0,60
DxS	0,93	0,81	0,81	0,79
DxC	0,71	0,70	0,67	0,74
SxC	0,54	0,42	0,59	0,61
DxSxC	0,32	0,28	0,32	0,41
CV (%)	16,95	16,38	15,58	15,69
Média	7,74	8,26	8,67	8,97
Doses				
Ca₂SiO₄				
0	7,37	7,89	8,37	8,70
50	7,71	8,20	8,64	9,05
100	7,80	8,16	8,53	8,79
150	8,10	8,58	9,02	9,23
200	7,74	8,44	8,81	9,07
p>F (L)	0,28	0,17	0,24	0,40
p>F (Q)	0,33	0,71	0,77	0,80
r ²	46,82	76,62	62,37	45,73
R ²	84,91	81,81	65,96	49,56
Sistemas				
C.C	8,24 a	8,59 a	9,03 a	9,26 a
1/3 C.C	7,25 b	7,92 b	8,32 b	8,67 a
Cultivares				
<i>C. arabica</i>	7,76 a	8,21 a	8,59 a	8,88 a
<i>C. canephora</i>	7,73 a	8,31 a	8,76 a	9,05 a
D.M.S	0,58	0,60	0,60	0,62

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

A variável sistema no período de 240 a 330 DAP continuou se diferenciando estatisticamente, onde os tratamentos em capacidade de campo firmaram-se com maiores médias de diâmetro em todo o período avaliado. Já para a variável cultivar não houve variações significativas como encontrado no período de 90 a 210 dias, com o percorrer das avaliações, o *C. canephora* mantém-se com médias mais altas, porém estatisticamente iguais ao *C. arabica*, o que poderia explicar esse comportamento é o início de perfilhos no *C. canephora*.

Os dados bioquímicos levantados com o equipamento SPAD não apresentaram interação significativa, mas com o IRGA, apresentaram interações com cultivar e interação dupla em dose x cultivar. (Tabela 9).

Nos dados avaliados não apresentaram variações estatísticas entre transpiração e concentração interna de carbono entre as cultivares.

Segundo Nunes et al. (1969) e Sondahl et al. (1976), os valores das taxas de fixação de dióxido de carbono (CO_2) de plantas de *C. canephora* são, em geral, inferiores aos de *C. arabica*, apesar de haver alguma variação genética entre as diversas cultivares estudadas.

Para sistemas também não houve interação, mesmo Oliveira (2005), afirmar que em feijão, apesar da interação de diversos fatores que atuam sobre os estômatos e, conseqüentemente, sobre a condutância estomática, é evidente o efeito do estresse hídrico sobre esse parâmetro, observando que o mesmo pode ser utilizado como indicador da deficiência de água.

Costa e Marengo, (2007) afirmaram que em situações de baixa disponibilidade hídrica no solo as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática. Presume-se que, a ponto de evitar que o potencial hídrico da folha diminua abaixo de níveis considerados críticos para a estabilidade do sistema de transporte de água, a condutância estomática é diminuída.

Tabela 9. Médias de fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E- $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs- $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$) e índice SPAD em 330 DAP em cafeeiros (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP.

Tratamentos	A	E	gs	Ci	SPAD
	p>F				
Doses (D)	0,91	0,50	0,37	0,72	0,70
Sistemas (S)	0,21	0,09	0,40	0,33	0,92
Cultivar (C)	0,27	0,07	0,02	0,24	0,70
DxS	0,90	0,51	0,25	0,77	0,41
DxC	0,04	0,08	0,09	0,67	0,80
SxC	0,89	0,79	0,34	0,28	0,57
DxSxC	0,12	0,10	0,27	0,79	0,75
CV (%)	34,16	25,03	7,65	6,72	20,26
Média	5,37	2,44	1,14	312,27	36,64
Doses					
Ca₂SiO₄					
0	5,20	2,45	1,13	311,81	38,23
50	5,14	2,28	1,11	314,12	37,41
100	5,35	2,35	1,12	310,12	37,02
150	5,69	2,46	1,16	307,75	35,81
200	5,47	2,65	1,16	317,56	34,75
p>F (L)	0,45	0,23	0,17	0,75	0,15
p>F (Q)	0,90	0,18	0,35	0,40	0,85
r ²	61,55	43,07	44,01	4,63	97,38
R ²	62,94	95,24	64,13	39,46	98,98
Sistemas					
C.C	5,11 a	2,56 a	1,14 a	314,55 a	36,57 a
1/3 C.C	5,63 a	2,32 a	1,13 a	310,00 a	36,72 a
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	5,14 a	2,32 a	1,11 b	309,50 a	36,96 a
<i>C. canephora</i>	5,60 a	2,56 a	1,16 a	315,05 a	36,33 a
D.M.S	0,82	0,27	0,03	9,39	3,32

Dados (gs) transformados por $(x + 1)^{1/2}$. Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

A interação entre cultivares para condutância estomática mostrou menores índices para a *C. arabica*, onde tais variações podem ser devido à sensibilidade à radiação solar que, segundo Turner (1974), sob a condição de estresse, influencia a ação estomática, ao déficit de pressão de vapor d'água que atua como indicador do equilíbrio térmico entre a planta e o meio, além de ritmos endógenos em função da diminuição da água no solo. Essas observações são confirmadas pelos autores Meinzer et al., (1993) e Tardieu & Davies (1993), os quais estabeleceram relações entre o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos e diversos fatores do meio e da própria planta que atuam sobre os mesmos.

Segundo Flexas & Medrano (2002), a redução na taxa de gs, com o aumento do déficit hídrico, implica redução da atividade fotoquímica, assim, a fotoinibição eventualmente ocorre sob condições de seca mais severa e quase completo fechamento estomático, fato ocorrido neste trabalho para *C. arabica*, mostrando maior controle estomático em situações adversas, em relação ao *C. canephora*.

O desdobramento das médias de fotossíntese líquida na interação doses x cultivar está apresentado na tabela 10.

Tabela 10. Desdobramento de doses de silicato de cálcio x cultivar de *C.* (IAPAR 100) e *C. canephora*, (Robusta) referentes às médias de fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Ilha Solteira- SP, 2019.

Fatores	Cultivares	
Doses Ca_2SiO_4	<i>C. arabica</i>	<i>C. canéfora</i>
0	5,37 a	5,02 a
50	4,34 a	5,94 a
100	5,91 a	4,78 a
150	4,50 b	6,88 a
200	5,59 a	5,35 a
p>F (L)	0,77	0,43
p>F (Q)	0,60	0,49
r ²	1,89	9,04
R ²	7,78	15,95

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fotossíntese líquida para a cultivar *C. arabica*, na dose de 150, foi a menor média observada, justificando seu menor desenvolvimento em ganho de altura e diâmetro (Tabela 7) nesta mesma dose.

Os baixos valores da taxa fotossintética líquida de cafeeiros podem, segundo Tió (1962), ser explicados pelo aumento da temperatura foliar durante as medições, o que pode ocorrer graças à iluminação direta.

Os valores de taxa fotossintética líquida observados nos cafeeiros da espécie *C. canephora* foram similares aos obtidos por outros autores, como Sondahl et al. (1976) e Da Matta (1995), Sondahl et al., (1976) obtiveram, em cafeeiros da espécie *C. canephora* Pierre cv. Guarini, taxas fotossintéticas líquidas em torno de $3,96 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2 , enquanto Da Matta (1995) obteve taxas de 2,8 e $4,9 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de CO_2 em cafeeiros *Canéphora* cultivados, no inverno e no verão, respectivamente.

Os valores de médias mais altas para o *C. canephora* também foram encontrados por Carvalho et al. (2001), em que as duas cultivares de cafeeiro, *Coffea arabica* L. cv. Catuaí-Vermelho e *C. canephora* Pierre cv. Canéphora, diferiram quanto aos valores das taxas de fotossíntese líquida, de transpiração e de condutância estomática, sendo a segunda significativamente superior quanto a esses parâmetros.

Após 330 dias do plantio, com aplicação do silicato de cálcio balanceado com óxido de cálcio via foliar, as alturas se comportaram como mostra a Tabela 11.

Os dados avaliados mostraram que teve interação da altura em relação aos sistemas e aos cultivares, onde os que apresentaram maior altura foi o sistema em 1/3 da capacidade de campo e em relação aos cultivares, o *C. canephora* apresentou maiores resultados que o *C. arabica*. *C. canephora*= sistema radicular mais profundo que o arábica.

Tabela 11. Valores médios de altura (cm) em função de doses de Si via foliar e sistemas de 360 a 480 dias após o plantio de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	360	390	420	450	480
D. A. P					
p>F					
Doses (D)	0,70	0,67	0,8	0,65	0,68
Sistemas (S)	0,09	0,04	0,01	0,86	0,37
Cultivar (C)	0,01	0,01	0,01	0,31	0,01
DxS	0,8	0,92	0,92	0,98	0,83
DxC	0,76	0,62	0,41	0,25	0,59
SxC	0,56	0,6	0,45	0,6	0,41
DxSxC	0,19	0,11	0,31	0,45	0,73
CV (%)	16,68	17,79	18,8	19,67	21,18
Média	64,95	67,2	70,42	73,34	78,46
Doses Si					
0	62,19	64,69	68	70,62	75,19
50	67,81	70,94	73,5	77,69	82,69
100	65,5	66,94	69,1	71	76,44
150	64,56	66,,5	71,2	74,19	77,25
200	64,69	67	70,3	73,18	80,75
p>F (L)	0,84	0,49	0,58	0,63	0,86
p>F (Q)	0,35	0,48	0,62	0,64	0,95
r ²	1,87%	0,02%	3,15%	0,81%	8,21%
R ²	42,35%	21,57%	18,75%	9,4%	8,37%
Sistemas					
C.C	62,87 a	64,35 b	66,85 b	70,52 a	76,8 a
1/3 C.C	67,02 a	70,07 a	74 a	76,15 a	80,12 a
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	60,67 b	62,5 b	65,5 b	68,37 b	72,57 b
<i>C. canephora</i>	69,22 a	71,92 a	75,3 a	78,3 a	84,35 a
D.M.S	4,85	5,35	5,92	6,45	7,4

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

No trabalho de Gottardo (2016), a altura de planta de cafeeiro foi significativamente afetada pelas lâminas de irrigação, sendo que as lâminas com valores superiores proporcionaram maior altura de planta, diferente do ocorrido no presente trabalho em que o experimento foi conduzido em vasos, podendo ter perda nutricional por lixiviação, prejudicando o crescimento das plantas.

Martins et al. (2006), estudando lâminas de irrigação no cafeeiro conilon em seu desenvolvimento inicial, verificaram que o cafeeiro apresentou melhor desenvolvimento radicular nos tratamentos com maior disponibilidade hídrica, evidenciando a influência negativa do déficit hídrico.

Já Gottardo (2016), justifica em seu trabalho um bom desempenho da planta com menor demanda hídrica ao relatar que quando se aplicou uma lâmina de 25% da ETo, ainda percebeu-se déficit hídrico, porém em uma magnitude menor 494,3 mm. Já com 50% da ETo observou-se déficit de 258,5 mm, entretanto, a lâmina atual de água no solo ficou acima do limite estabelecido no manejo. Embora os valores de umidade nas camadas chegassem ao ponto de murcha, na profundidade de 0,2 a 0,4m os valores situaram-se próximo à capacidade de campo, ou seja, havia teor de água suficiente para as plantas realizarem suas atividades metabólicas.

Bonomo et al., (2013), observaram interação significativa entre clones de café conilon e lâminas de irrigação, podendo existir uma lâmina ótima diferente para cada clone e espécie, o que justifica os resultados divergentes na literatura. Arantes et al., (2009), e Carvalho (2008), concluíram que quanto maior a lâmina de irrigação, maior a altura das plantas. No entanto, Rodrigues et al., (2010), avaliando café arábica obtiveram a lâmina ótima para altura de planta de 80% da evapotranspiração real da cultura.

Na Tabela 12, não houve interação estatística significativa para a variável diâmetro em relação a doses, sistemas e cultivares. No estudo de Dardengo et al., (2009), o déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon, reduziu o diâmetro do caule. Martins et al., (2004) e Zonta et al., (2009) verificaram que menores valores de diâmetro do caule estão associados a maiores intervalos de irrigação. Busato et al., (2007) encontraram menores valores de diâmetro de caule no cafeeiro conilon com a aplicação de lâminas deficitárias de irrigação. Já neste presente estudo, não teve estresse hídrico, apenas utilização de regimes hídricos diferentes, não havendo restrição hídrica para as plantas, firmando resultados não significativos para os sistemas.

Tabela 12. Valores médios de diâmetro de caule (mm) em função de doses de Si e sistemas hídricos de 360 a 490 dias após o plantio de *C. arabico* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta) Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	360	390	420	450	490
D.A.P					
p>F					
Doses (D)	0,84	0,87	0,89	0,95	0,92
Sistemas (S)	0,75	0,36	0,09	0,19	0,4
Cultivar (C)	0,98	0,64	0,64	0,56	0,68
DxS	0,67	0,83	0,77	0,94	0,91
DxC	0,48	0,54	0,28	0,79	0,33
SxC	0,36	0,47	0,52	0,62	0,34
DxSxC	0,42	0,61	0,58	0,69	0,58
CV (%)	15,23	16,46	14,8	15,31	16,48
Média	9,3	9,77	10,36	10,8	11,42
Doses Si					
0	9,04	9,46	10,07	10,58	11,37
50	9,4	10,04	10,55	10,77	11,76
100	9,33	9,72	10,23	10,81	11,29
150	9,59	9,33	10,51	10,84	11,53
200	9,17	9,73	10,44	10,87	11,17
p>F (L)	0,32	0,45	0,63	0,61	0,75
p>F (Q)	0,35	0,49	0,73	0,65	0,65
r ²	11,71	9,04	28,76	10,4	18,24
R ²	71,79	48,68	39,32	41,04	39,62
Sistemas					
C.C	9,36 a	9,61 a	10,0 a	11,05a	11,6a
1/3 C.C	9,25 a	9,9 a	10,07a	10,56a	11,25a
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	9,31 a	9,69 a	10,28 a	10,7 a	11,34 a
<i>C. canephora</i>	9,3 a	9,8 a	10,44 a	10,9 a	11,51 a
D.M.S	0,63	0,72	0,05	0,74	0,84

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Para os valores médios de SPAD, apresentados na tabela 13, obtiveram-se interações na data 450 DAP para doses, sistemas hídricos e no fatorial doses e cultivar, em que as doses de 200, o sistema 1/3 C.Campo e tiveram as maiores médias.

Tabela 13. Valores médios de leitura do SPAD em função de doses de Si e sistemas de 360 a 490 dias após o plantio de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta).. Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	360	390	420	450	490
D.A.P					
	p>F				
Doses (D)	0,45	0,4	0,26	0,04	0,98
Sistemas (S)	0,97	0,86	0,45	0,02	0,45
Cultivar (C)	0,79	0,7	0,27	0,17	0,8
DxS	0,15	0,2	0,85	0,8	0,67
DxC	0,07	0,15	0,41	0,03	0,77
SxC	0,92	0,2	0,96	0,78	0,86
DxSxC	0,7	0,2	0,41	0,29	0,06
CV (%)	16,46	14,44	19,51	13,26	12,18
Média	39,69	38,97	55,07	56,11	62,85
Doses Si					
0	40,9	40,12	54,81	53,6	63,25
50	38,43	40,67	53,44	54,85	63,45
100	38,90	38,53	55,14	56,1	65,77
150	37,31	38,44	60,11	57,37	61,95
200	40,8	37,08	51,85	58,62	62,84
p>F (L)	0,8	0,06	0,93	0,03	0,7
p>F (Q)	0,1	0,73	0,3	0,08	0,86
r ²	1,82	83,54	0,15	44,07	40,55
R ²	73,71	86,29	20,63	73,64	48,59
Sistemas					
C.C	39,2 a	38,67 a	54,16 a	54,13 b	62,21 a
1/3 C.C	39,3 a	39,07 a	55,98 a	58,08 a	63,5 a
Cultivares					
<i>C. arabica</i>	39,45 a	38,72 a	56,39 a	54,96 a	62,63 a
<i>C. canephora</i>	39,01 a	39,21 a	53,74 a	57,25 a	67,07 a
D.M.S	2,89	2,51	4,8	3,32	3,42

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Pereira et al. (2011), em duas épocas de avaliação seca e chuvosa, pelo índice SPAD, observaram que a época seca teve índices superiores ao da chuvosa para os tratamentos 35, 50 e 65% de sombra, sendo 55,65 no período chuvoso e 59,5 % no

seco e não se diferenciaram em pleno sol com 56,64% em período chuvoso e 53,36% no período seco, para *Coffea arabica*, apresentando resultados semelhantes ao sistema de 1/3 de C.Campo.

Tabela 14. Desdobramento de doses de silício x cultivar de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta) aos 450 DAP da leitura do SPAD. Ilha Solteira- SP, 2020.

Fatores	Cultivares	
	Doses Si	
	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
0	54,22 a	47,41 a
50	55,15 a	60,76 a
100	56,48 a	58,19 a
150	51,62 b	61,75 a
200	57,34 a	58,15 a
p>F (L)	0,75	0,01
p>F (Q)	0,73	0,01
r ²	3,7	38,5
R ²	7,84	80,51

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento de doses e cultivares (Tabela 14), apenas a dose de 150 g. ha⁻¹ de Si obteve maiores índices para a cultivar *C. canephora*, não havendo diferenciação de outras doses em relação as cultivares, apresentando resultados positivos com a aplicação de silício via foliar para essa espécie, como afirmaram Streit et. al., (2005), dizendo que as clorofilas são pigmentos responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH. Por essa razão, estes pigmentos estão estreitamente relacionados com a eficiência fotossintética das plantas.

Tabela 15. Médias de fotossíntese líquida (A- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E- $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs- $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci- $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$) aos 490 DAP em cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	A	E	gs	Ci
	p>F			
Doses (D)	0,71	0,86	0,43	0,44
Sistemas (S)	0,98	0,01	0,01	0,24
Cultivar (C)	0,14	0,42	0,94	0,17
DxS	0,15	0,47	0,15	0,80
DxC	0,10	0,14	0,37	0,93
SxC	0,23	0,87	0,76	0,20
DxSxC	0,91	0,44	0,42	0,99
CV (%)	38,9	30,88	91,53	22,28
Média	9,47	3,07	0,35	246,44
Doses Si				
0	9,09	3,06	0,34	238,19
50	9,2	3,14	0,31	270,25
100	9,01	2,85	0,3	239,94
150	9,4	3,06	0,48	241,94
200	10,63	3,22	0,3	241,87
p>F (L)	0,26	0,75	0,66	0,63
p>F (Q)	0,42	0,47	0,68	0,54
r^2	60,89	7,82	4,84	6,10
R^2	92,52	47,88	9,05	16,24
Sistemas				
C.C	9,46 a	2,64 b	0,23 b	239,22 a
1/3 C.C	9,48 a	3,49 a	0,46 a	253,65 a
Cultivares				
<i>C. arabica</i>	8,85 a	2,98 a	0,34 a	255,02 a
<i>C. canephora</i>	10,08 a	3,15 a	0,34 a	237,85 a
D.M.S	1,64	0,42	0,14	24,56

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Os dados apresentados na Tabela 15, apenas as variáveis transpiração e condutância estomática tiveram significância estatística, ambas na variável sistema em que o sistema 1/3 C. Campo apresentou valores maiores que o sistema capacidade de campo.

No trabalho de Pereira et al., (2020), os resultados foram semelhantes em relação à adição de calcário e silicato, de maneira geral, observou-se que, depois de 24 dias de déficit hídrico imposto mais lentamente, nas plantas que receberam silicato na mistura, em relação à resistência estomática e transpiração, não se detectou diferença entre os tratamentos. Afirmando que a aplicação isolada de silicato de cálcio ou em substituição a 25% do calcário é benéfica para qualquer regime hídrico, principalmente, seca.

Ao avaliar condutância estomática, Pereira et al. (2020), afirmaram que para as plantas na capacidade de campo e sob imposição de lento déficit hídrico, os estômatos permaneceram proporcionalmente abertos, até os 30 dias de experimento, apesar dos baixos valores de potencial hídrico das plantas, nas doses de calcário dolomítico/silicato de cálcio (Agrosilício): 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100 em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí.

Os valores nutricionais foliares de P, K, Mg da Tabela 16, apresentaram significância estatística para variável sistemas hídricos em que as maiores médias de P e K foram em sistema capacidade de campo e para Mg no sistema 1/3 da C. Campo.

Segundo Parecido (2016), a aplicação de Si via foliar não teve influência nos teores de macronutrientes nas folhas do cafeeiro, em nenhuma das épocas de avaliação, assim como Crusciol et al., (2013), trabalhando com aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na cultura do feijão, observaram que não houve efeito dos tratamentos nos teores foliares de N, P, Ca, Mg e S.

Dominghetti (2013) trabalhou com doses de fósforo em *Coffea arabica* L, Topázio MG 1190, em diferentes regimes hídricos e relatou que o efeito de maior absorção de fósforo nas plantas está relacionado as maiores lâminas de irrigação, comprovando que na presença de maior umidade no solo o fósforo tem sua mobilidade facilitada. Devido à sua forma de absorção pelas plantas (difusão), a extração do fósforo pela planta na solução do solo está diretamente ligada à quantidade de água disponível no sistema, para que sirva de veículo do nutriente no solo até a superfície das raízes.

Tabela 16. Concentrações foliares de S, P, K, Ca, Mg e Fe em função de doses de Si, sistemas de irrigação e cultivares de *C. arabica* (IAPAR 100) e *C. canéfora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	S	P	K	Ca	Mg	Fe
	p>F					
Doses (D)	0,13	0,69	0,53	0,64	0,83	0,52
Sistemas (S)	0,53	0,01	0,01	0,43	0,01	0,66
Cultivar (C)	0,73	0,12	0,43	0,13	0,11	0,70
DxS	0,89	0,86	0,49	0,70	0,99	0,05
DxC	0,94	0,24	0,65	0,66	0,07	0,05
SxC	0,89	0,39	0,80	0,64	0,74	0,01
DxSxC	0,97	0,98	0,95	0,94	0,74	0,18
CV (%)	13,54	33,33	23,92	36,55	17,18	25,16
Média	2,77	1,18	7,55	12,07	5,87	131,1
Doses Si						
0	2,75	1,18	6,95	12,68	6,07	142,5
50	2,69	1,18	7,73	12,51	5,88	127,9
100	2,54	1,18	7,91	10,90	5,24	134,4
150	2,47	1,17	7,33	12,87	6,09	126,0
200	3,43	1,17	7,83	11,37	6,07	124,5
p>F (L)	0,2	0,96	0,34	0,52	0,91	0,15
p>F (Q)	0,04	0,43	0,43	0,83	0,41	0,72
r ²	22,05	0,09	28,95	16,55	0,86	65,2
R ²	77,28	28,8	48,48	18,44	46,03	69,28
Sistemas						
C.C	2,86 a	1,38 a	8,37 a	11,68 a	5,18 b	129,5 a
1/3 C.C	2,70 a	0,97 b	6,73 b	12,45 a	6,55 a	132,7 a
Cultivares						
<i>C. arabica</i>	2,82 a	1,24 a	7,71 a	11,31 a	5,44 a	124,3 a
<i>C. canepora.</i>	2,73 a	1,11 a	7,39 a	12,82 a	6,3 a	139,9 a
D.M.S	0,5	0,17	0,8	1,97	1,06	14,75

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

Em trabalhos com cafeeiros irrigados (WINSTON et al., 1992; NAZARENO et al., 2003), o aumento nas doses de N e K₂O não resultou em maior desenvolvimento das plantas, na fase inicial e produtiva do cultivo, tendo-se observado, inclusive, possíveis reduções. É provável que a maior umidade do solo nos sistemas irrigados aumente a eficiência na nutrição desses cultivos, pois, segundo Marschner (1995), a adequada disponibilidade de água no solo favorece amplamente a absorção de nutrientes e aumenta diretamente o fluxo de massa (N e K) e difusão (K) de solutos até a raiz.

Rios et al., (2008), mencionaram que os solos ácidos apresentam baixas concentrações de bases, especialmente cálcio e magnésio, apesar da ocorrência generalizada destes nutrientes em diversos materiais de origem do solo. O principal processo de retirada destes nutrientes do perfil do solo é a lixiviação, através da água de percolação, que substitui as bases por hidrogênio e alumínio, intensificando a acidificação. O que pode ter ocorrido no sistema capacidade de campo, uma lixiviação em que resultou em menores médias foliares de magnésio.

O Fe apresentou interação fatorial para doses e sistemas, para doses e cultivares e para sistema e cultivar.

Tabela 17. Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação doses de silício x sistemas hídricos em cafeeiros IAPAR 100 e Robusta. Ilha Solteira- SP, 2020.

Fatores	Sistemas	
Doses Si	Cap. Campo	1/3 Cap. Campo
0	118,87 b	166,25 a
50	131,12 a	124,75 a
100	143,87 a	125,0 a
150	130,5 a	121,62 a
200	123,12 a	125,87 a
p>F (L)	0,83	0,03
p>F (Q)	0,14	0,05
r ²	1,7	49,64
R ²	85,62	88,55

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As maiores médias de Fe encontradas para o sistema 1/3 da capacidade de campo foram na dose de 0 g. há⁻¹ de Si, não se diferenciando nas demais, mostrando que a umidade pode interferir na disponibilidade do ferro e sua interação com silício, em que solos com maior umidade há menor interação do silício com ferro e em 1/3 da capacidade de campo ocorre com maior intensidade. Freitas 2015, afirmou que com a aplicação de Si, tenha sido diminuída a absorção de Fe e Mn em plantas de arroz de terras altas, como a tabela 21 também apresentou dados em relação ao manganês com maior absorção pela planta em doses menores de silício, apresentando um antagonismo de ferro e manganês em relação ao silício em sistemas com menor disponibilidade hídrica.

A Tabela 18 traz os dados do desdobramento das quantidades de Fe em relação às doses de silício e cultivares, sendo que a cultivar Robusta, *C. canephora*, a maior média foi para a dose 0 de silício, como o sistema 1/3 da capacidade de campo, não havendo diferenciação nas outras variáveis.

Tabela 18. Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação doses de silício x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Fatores	Cultivares	
Doses Si	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
0	119,75 b	165,37 a
50	128,25 a	127,62 a
100	138,0 a	130,87 a
150	129,50 a	122,62 a
200	105,87 a	143,12 a
p>F (L)	0,47	0,18
p>F (Q)	0,06	0,02
r ²	11,89	20,93
R ²	94,22	88,22

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 19 os dados apresentados mostram que para *C. arabica* teve-se maior média no sistema capacidade de campo e para *C. canephora* o sistema 1/3 da capacidade de campo foi o que proporcionou maior absorção de Fe pela planta.

Mostrando que as cultivares se comportam diferente em relação a absorção do ferro com variação de umidade no solo e em doses de silício.

Tabela 19. Desdobramento de quantidades de Fe foliar em relação a sistemas hídricos x cultivares (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Fatores Sistemas	Cultivares	
	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
Cap. Campo	132,0 a	127,0 b
1/3 Cap.Campo	116,55 a	148,85 a

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises nutricionais foliares de Mn, Zn, N, Si e Cu estão apresentadas na Tabela 20, em que o Mn apresentou interação antagônica ao silício, alguns autores sugerem que o fornecimento de Si às plantas possa aliviar a toxidez de Mn e Fe não somente pela redução na sua absorção, mas também porque aumenta o nível de tolerância interna ao excesso de Mn nos tecidos. (ACCIOLY et al., 2009).

O cobre apresentou interação estatística na variável cultivares, em que o *C. canephora* apresentou maiores médias de absorção que a cultivar IAPAR 100 (*C. arabica*).

Bragança et al., (1995) em condições de campo, constatou-se um aumento de 78% na produtividade do *C. canephora* com o fornecimento de Cu, após o Fe, Mn, B e Zn, o Cu é o quinto micronutriente mais acumulado pelo *C. canephora*, com um percentual de 2% do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos. (BRAGANÇA; PREZOTTI; LANI, 2007). Dados também apresentados neste presente trabalho com a superioridade de absorção da cultivar *C. canephora*.

Tabela 20. Concentrações foliares de Mn, Zn, N, Si e Cu em função de doses de Si, sistemas de irrigação e cultivares de *C. arábica* (IAPAR 100) e *C. canephora* (Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Tratamentos	Mn	Zn	N	Si	Cu
	p>F				
Doses (D)	0,01	0,83	0,42	0,97	0,13
Sistemas (S)	0,09	0,07	0,28	0,01	0,19
Cultivar (C)	0,35	0,99	0,65	0,01	0,01
DxS	0,09	0,13	0,35	0,60	0,91
DxC	0,15	0,83	0,98	0,64	0,35
SxC	0,49	0,66	0,89	0,01	0,85
DxSxC	0,95	0,85	0,98	0,69	0,51
CV (%)	29,36	29,42	24,2	16,77	23,63
Média	139,4	19,15	22,24	0,98	7,69
Doses Si					
0	189,0	18,24	21,02	0,97	8,75
50	169,6	18,69	22,91	0,97	7,25
100	104,9	19,15	23,5	0,99	5,37
150	88,7	19,60	20,59	1,0	6,81
200	147,9	20,06	23,19	0,99	10,25
p>F (L)	0,03	0,31	0,63	0,6	0,55
p>F (Q)	0,01	0,84	0,68	0,78	0,01
r ²	35,65	70,25	5,71	57,08	4,69
R ²	76,5	73,49	10,09	73,58	93,42
Sistemas					
C.C	122,2 a	20,32 a	22,90 a	0,89 b	8,50 a
1/3 C.C	156,6 a	17,97 a	21,58 a	1,08 a	6,87 a
Cultivares					
<i>C. arábica</i>	130,0 a	19,15 a	22,51 a	0,93 b	6,15 b
<i>C. canephora</i>	148,8 a	19,15 a	21,97 a	1,03 a	9,22 a
D.M.S	39,54	2,52	2,4	0,07	2,45

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.C: Capacidade de campo; 1/3 C.C: 1/3 da Capacidade de campo. D.A.P: dias após o plantio.

O silício teve interações com sistemas, doses (tabela 20) e fatorial de sistemas x doses como apresenta a tabela 21. Em relação a sistemas o que apresentou maiores médias foi o de 1/3 da capacidade de campo e para cultivar o *C. canephora* apresentou maior absorção do Si que o *C. arabica*.

O Si está presente no solo de diversas formas: pode ser encontrado em minerais primários, minerais secundários, ou então, adsorvido aos coloides do material. Porém, encontramos maior concentração do elemento na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), disponível na solução do solo, onde a maior parte não se encontra dissociada, fato este que torna mais prontamente disponível para as plantas, levando, também, a possíveis perdas por lixiviação. Dessa forma, conclui-se que a quantidade do elemento disponível na solução do solo é diretamente dependente da estabilidade dos minerais da fase sólida, ou seja, ocorre correlação positiva entre os teores do elemento e os teores de argila no material coloidal (MEYER e KEEPING, 2001). O que pode explicar sua maior presença em vasos mantidos a 1/3 da capacidade de campo, com menor lixiviação que o sistema capacidade de campo.

Tabela 21. Desdobramento de quantidades de Si foliar em relação a sistemas hídricos x cultivares de café (IAPAR 100 e Robusta). Ilha Solteira- SP, 2020.

Fatores Sistemas	Cultivares	
	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
Cap. Campo	0,90 a	0,87 b
1/3 Cap.Campo	0,96 a	1,19 a

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados da interação Si com sistema x cultivar da tabela 21, apresenta maiores absorções foliares da planta da cultivar *C. canephora* no sistema 1/3 da capacidade de campo e que para a cultivar *C. arábica*, o regime hídrico não interferiu na absorção do Si.

5. CONCLUSÕES

A cultivar Robusta, *C.canephora* apresentou maiores ou iguais médias de ganho de altura em relação à cultivar IAPAR 100, *C. Arábica* e o sistema 1/3 da capacidade de campo favoreceu seu desenvolvimento.

Os tratamentos em capacidade de campo apresentaram maiores médias de diâmetro na fase inicial das avaliações e se manteve igual em todos os tratamentos após a adubação balanceada de Si via foliar.

A dose de Si de 150 g. há⁻¹ em *C.canephora* apresentou maiores índices de SPAD.

O sistema 1/3 da capacidade de campo mostrou maior transpiração e condutância estomática para o café.

Os nutrientes N, P, Ca, Mg e S não têm maior absorção em doses variadas de Si, o Mn e Fe apresentaram antagonismo com o Si.

A cultivar *C.canephora* absorve mais o Si e é melhor em seu desenvolvimento no sistema 1/3 da capacidade de campo.

O uso de Si para robusta pode ser feita, principalmente em regimes com limitação hídrica.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, A.M.A.; SOARES, C.R.F.S.; SIQUEIRA, J.O. Silicato de cálcio como amenizante da toxidez de metais pesados em mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.180-188, 2009.
- ARANTES, K.R.; FARIA, M.A.; REZENDE, F.C. Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, submetido a diferentes lâminas de água e parcelamentos da adubação.) **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.2, p. 313-319, 2009.
- BONOMO, D.Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, J.M.; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.7, n.2, p. 157-169, 2013.
- BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; LANI, J. A. **Nutrição do Cafeeiro Conilon**. Livro Café Conilon - cap 11 - pag 296 a 327. 2007.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; DESSAUNE FILHO, N.; VENEGAS, V.H.A.; LANI, J.A.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M. Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em latossolo amarelo coeso. I. Nitrogênio-fósforopotássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambú, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1995a. p. 111-113.
- BUSATO, C.; REIS, E. F. DOS; MARTINS, C. C.; PEZZOPANE, J. E. M. **Lâminas de irrigação aplicadas ao café conilon na fase Inicial de desenvolvimento**. (2007).
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F. M. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2010.
- CARVALHO, H. P.; (2008). **Irrigação, balanço hídrico climatológico e uso eficiente da água na cultura de café** (Dissertação), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
- CARVALHO, L. M.; SILVA, E. A. M.; AZEVEDO, A. A.; MOSQUIM, P. R.; CECOM, P. R. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Canéphora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, Brasília, 2001.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, **Safrade Café 2020**. Disponível em [HTTPS://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-09/conab-avalia-que-brasil-tera-segunda-maior-safrade-cafe-em-2020](https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-09/conab-avalia-que-brasil-tera-segunda-maior-safrade-cafe-em-2020). Acesso:17 out. 2020.

- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F. M. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2010.
- CARVALHO, L.M.C.et al. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF: v.36, p.411-416, 2001.
- COSTA, G.F.; MARENCO, R.A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**, v.37, n.2, p.229-234, 2007.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 404-410, 2013.
- DaMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, São Paulo, v. 16, p. 1-6, 2004.
- DaMATTA, F. M. Desempenho fotossintético do cafeeiro em resposta a tensões abióticas. Viçosa: UFV, 1995. 67 p. Tese de Doutorado.
- DaMATTA, E.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, v. 86, p. 99-114, 2004.
- DA MATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. **Photosynthetica**, [S.l.], v. 34, p. 257-264, 1997.
- DARDENGO; M. C. J.D.; REIS, E.F.; PASSOS, R. R. (2009). Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. **Bioscience Journal**, v.25, n.6, p. 1- 14.
- DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; ZINDER, G.H.; MARTÍN, F. Silicon concentration disease response and yield components of rice genotypes grown on flooded organic Histosols. **Crop Science**, v.34, p.733-737, 1994.
- DOMINGHETTI, A. W. **Disponibilidade de fósforo em lavouras cafeeiras sob diferentes manejos de irrigação**. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Lavras, 2013. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1048/1/DISSERTACAO_Disponibiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20f%C3%B3sforo%20em%20lavouras%20cafeeiras%20sob...](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1048/1/DISSERTACAO_Disponibiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20f%C3%B3sforo%20em%20lavouras%20cafeeiras%20sob...pdf).pdf. Acesso em: 06 dez. 2020.

- ENGELBRECHT, B. M. J.; COMITA, L. S.; CONDIT, R.; KURSAR, T. A.; TYREE, M. T.; TURNER, B. L. et al. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. **Nature**, v.447, p. 80-2, 2007.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proc. Natl. Acad. Sci.** V. 91, p. 11–17, 1994
- EPSTEIN, E. **Silicon**. Annual Review of plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.
- FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, v.89, p.183-189, 2002.
- FREITAS L. B. Silício na nutrição mineral e acúmulo de alumínio em plantas de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 440-448, 2015.
- FU J., HUANG B. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.45, n.2, p. 105-114, 2001.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ, V. H.; MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, n.1, p. 209- 21, 1999.
- GOTTARDO, R., D. **Desenvolvimento inicial de (*Coffea canephora*) submetidos à irrigação superficial e subsuperficial em campos dos Goytacazes – RJ**. 2016. Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Disponível em: http://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2016/06/tese-PDF_final.pdf. Acesso em: 03 dez. 2020.
- HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.4, p.519- 70, 1973.
- HATTORI, T. et al. Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. **Physiologia Plantarum**, v. 123, n. 4, p. 459-466, 2005.
- ITURBE-ORMAETXE I.; ESCUREDO P. R.; ARRESE-IGOR C.; BECANA M. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. **Plant Physiology**, v.116, n.1, p. 173-181, 1998.

- KORNDORFER, PEREIRA G.H.; SILVA H.S.; GAMA M.F.; MELO A.J.M., S.P.; CAMARGO M.S. **Avaliação de fontes de silício por meio de testes de incubação**. FERTBIO - Rio de Janeiro, 2002. CD-ROOM.
- KUMAR, D. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. A review. *Kenia Coffee*, Nairobi, v.44, p.9-47, 1979.
- LIANG, Y., NIKOLIC, M., BÉLANGER, R., GONG, H., SONG, A., . **Silicon in Agriculture: From Theory to Practice**. Springer.2015.
- LIANG, Y., SUN, W., ZHU, Y.-G., CHRISTIE, P., 2007. **Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants**: a review. *Environ. Poll.* 147, p. 422–428.
- MANTOVANI, E. C.; **Fertirrigação no café**. 2000. In. ITEM. Cafeicultura Irrigada. Setembro. p. 45-50.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Café no Brasil**. Disponível em: www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas//cafe/saiba-mais. Acesso em: 17 mai. 2018.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic, 1995. 889p.
- MARTINS, C. C.; REIS, E. F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J. E. M. Crescimento inicial do café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, v. 14, n. 3, p. 193-201, 2006.
- MARTINS, C. C.; REIS, E. F.; BUSATO, C.;PEZZOPANE, J. E. M. Desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* pierre) submetido a diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 12, n.3, p. 222-228, 2004.
- MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.
- MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 467- 472, 1995.
- MATIELLO, J. B. **Café canéphora** (como plantar, tratar, colher, preparar e vender). Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ, 1998. 162 p.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, da Pesca e do Abastecimento, 2002. 387 p.

- MEAD, D. J. **Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations**. In: BOWEN, G. D. e NAMBIAR, E. K. Nutrition of plantation forests. London: Academic Press, 1984. p. 259-291.
- MEENA, V.; DOTANIYA, M.; COUMAR, V.; RAJENDIRAN, S.; KUNDU, S.; RAO, A.S.. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. **Proc. Natl. Acad. Sci., India Sect. B: Biol. Sci.** V. 84, p. 505–518, 2014.
- MEINZER, F.C.; GOLDSTEIN, G.; HOLBROOK, N.M. Stomatal and environmental control of transpiration in a lowland tropical forest tree. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.16, p.429-36, 1993.
- MENZIES, J. G.; EHRET, D. L.; GLASS, A D. M.; HELMER, T.; KOCH, C.; SEYWERD, F. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Physiology Molecular Plant Pathology**, London, v. 39, n. 4, p. 403-414, 1991.
- MEYER, J.H.; KEEPING, M.G. **Past, present and future research of the role of silicon for sugarcane in southern Africa**. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H., eds. Silicon in agriculture. Amsterdam, Elsevier Science, p.257-276, 2001.
- MITANI, N.; MA, J.F. Uptake system of silicon in different plant species. **J. Exp. Bot.** V. 56, p. 1255–1261, 2005.
- NAZARENO, R.B.; OLIVEIRA, C.A.D. da S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, J.C.P.D.; GUERRA, A.F. Crescimento inicial do cafeeiro 'Rubi' em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.903-910, 2003.
- NISHIJIMA, M.; SAES, M. S. M.; FERNANDO ANTONIO SLAIBE POSTALI, F. A. S. Análise de concorrência no mercado mundial de café verde. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, n.1, 2012.
- NUNES, M. A.; BIERHUIZEN, J. F.; PLOEMAN, C. Studies on productivity of coffee. III. Differences in photosynthesis between four varieties of coffee. **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v. 18, p. 420-424, 1969.
- NUTMAN, F. J. The root-system of *Coffea arabica* III. The spacial distribution of the absorbing area of the root. **Emp. Jour. Agric.** V. 2, p. 293-302. 1934.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão, **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.86-95,. 2005.

PARECIDO, R. J. **Doses de nitrogênio via solo e aplicação de silício via foliar na cultura do café arábica**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura), 2016. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/11961/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Parecido%2c%20Renan%20Jos%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 06 dez. 2020.

PEREIRA, T. A et.al. **Efeito da adubação silicatada em substituição à calagem sobre características fisiológicas de mudas de cafeeiro cultivadas em diferentes regimes hídricos**. Embrapa, 2020. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio5/p185.pdf. Acesso em: 05 de dez. 2020.

PEREIRA T. B. et. al. **Teores de clorofila em cafeeiros submetidos a diferentes ambientes avaliados por dois métodos de determinação**. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG.

RENA, A. A.; MAESTRI, M. *Relações hídricas no cafeeiro*. ITEM, [S.l.], n. 48, p. 34-41, 2000.

RIOS L. C. et. al., **Lixiviação de Cálcio, Magnésio e Potássio em Colunas de Um Latossolo Amarelo Distrófico Textura Média, de Luis Eduardo Magalhães - Ba, em Resposta As Doses de Óxido de Magnésio Combinadas com Gesso**. Conferência de Manejo e conservação do solo e água no contexto das mudanças ambientais. 10 a 15 de agosto de 2008. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261797442_Lixiviacao_de_Calcio_Magnesi_o_e_Potassio_em_colunas_de_um_Latossolo_Amarelo_distrofico_textura_media_d_e_Luis_Eduardo_Magalhaes-BA_em_resposta_a_doses_de_oxido_de_magnesi_o_combinadas_com_gesso. Acesso em: 06 dez. 2020.

RODRIGUES, S., FILHO, G. S. F., ALMEIDA, W. A., NETO, A. F. C. Desenvolvimento do café arábica (*Coffea arabica*) submetido a diferentes lâminas de irrigação, nas condições do estado de Rondônia. **Gl. Sci. Technol.**, v. 03, n. 01, p. 44-49, 2010.

- RODRIGUES, F., A., OLIVEIRA, L., A., KORNDÖRFER, A., P., KORNDÖRFER, G., H., Silício: Um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações agronômicas**, nº134, junho 2011. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf) Acesso em: 09 dez. 2020.
- SONDAHL, M. R. I.; CROCOMO, O. J.; SODEK, L. Measurement of ^{14}C incorporation by illuminated intact leaves of coffee plants from gas mixtures containing $^{14}\text{CO}_2$. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 27, p. 1187-1195, 1976.
- TARDIEU, F.; DAVIES, W.J. Integration on hydraulic and chemical signaling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.16, p.341-9, 1993.
- SUSILUOTO, S., BERNINGER, F. Interactions between morphological and physiological drought responses in *Eucalyptus microtheca*. **Silva Fennica**, v.41, p. 221–233, 2007.
- TERCEIRO, M. G.; MEIRELES, F. C.; CAVALCANTE, A. G.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Caracteres morfológicos de cafeeiro de porte baixo no primeiro ano de formação em Jaboticabal-SP, **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 62, 2019.
- PEREIRA, T. B. **Teores de clorofila em cafeeiros submetidos a diferentes ambientes avaliados por dois métodos de determinação**. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG.
- SATTELMACHER, B.; HORST, W. J. (Ed.) **The apoplast of higher plants: compartment of storage, transport and reactions**. London: Springer 2007 p. 33-47.
- TIÓ, M. A. **Effect of light intensity on the rate of apparent photosynthesis in coffee leaves**. University of Puerto Rico Journal of Agriculture, Rio Piedras, v. 46, p. 159-166, 1962.
- TURNER, N.C. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum and tobacco under field conditions. II. At low soil water potential. **Plant Physiology**, Rockville, v.53, n.3, p.360-5, 1974.
- VILELLA, W. M. C.; FARIA, M. A. Crescimento de cafeeiros submetidos a cinco lâminas de irrigação e três parcelamentos de adubação. **Irriga**, v. 8, n.2, p. 168-177, 2003.
- WIESI, H.; NIKOLIC, M.; RÖMHELD, V. **Siliconin plant nutrition- effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation**.

WINSTON, E.C.; LITTLEMORE, J.; SCUDAMORE, S.P.; O'FARREL, P.J.; WIFFEN, D.; DOOGAN, V.J. Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of coffee (*Coffea arabica* L.) in tropical Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.32, p.217-224, 1992.

ZONTA, J. H.; BRAUN, H., FIALHO DOS REIS, E., PAULUCIO, D., & BATISTA ZONTA, J. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia** (Arica), v. 27, n.3, p. 29-30, 2009.