Cultivares de *Coffea arabica* L. em diferentes densidades de plantio após implantação e o evento da geada

Coffea arabica L. cultivars in different planting densities after implantation and frost

DOI:10.34117/bjdv7n4-626

Recebimento dos originais: 04/02/2021
Aceitação para publicação: 01/03/2021

José Barbosa Duarte Júnior
Doutorado em Fitotecnia
UNIOESTE/CCA/Agronomia
Endereço: Rua Pernambuco 1777 / UNIOESTE/CCA / Centro / Marechal Cândido Rondon - PR / 85960-000 - UNIOESTE
E-mail: bduarte7@yahoo.com.br

Wagner Menechini
Mestrado em Engenharia Agrícola
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE
Endereço: Rua Pernambuco 1777 / UNIOESTE/CCA / Centro / Marechal Cândido Rondon - PR / 85960-000 – UNIOESTE
E-mail: wmmenechini@hotmail.com

RESUMO
Cultivares de café em diferentes espaçamentos dentro da linha de plantio altera a densidade populacional de plantas e poderá beneficiar na ecofisiologia de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar sete cultivares de café, após implantação em período inicial de formação, em diferentes densidades de plantio, seu efeito sobre a morfologia e caracteres agronômicos e os danos da geada nas diferentes cultivares. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 7 x 4, constituído de sete cultivares (IPR 99; IPR 100; IPR 106; IPR 107; IAC 125; IAPAR 59 e Topázio) e quatro espaçamentos entre plantas 3,0 x 2,0; 3,0 x 1,0; 3,0 x 0,75 e 3,0 x 2,0 metros, totalizando 28 tratamentos. Foram avaliados: densidade de plantas, altura de planta, diâmetro médio do caule e número de pares de folhas da cultura. As densidades de plantas obtida foi de: 1.667, 3.333, 4.444 e 6.666 plantas ha^{-1}, para cada cultivar. Os cultivares não apresentaram diferenças significativas para característica avaliada. As densidades de plantio não influenciaram significativamente sobre características agronômicas das sete cultivares de café nos estádios iniciais em formação. E a geada ocasionou a mortalidade total das plantas, independente das cultivares e densidades utilizadas.

Palavras-chave: Genotipos, IPR 107, Espaçamento entre plantas.

ABSTRACT
Coffee cultivars in different spacing within the planting line alters the population density of plants and may benefit plant ecophysiology. The objective of this work was to evaluate seven coffee cultivars, after implantation in the initial formation period, in different planting densities, their effect on the morphology and agronomic characters, and the frost damage in the different cultivars. The design used was in randomized blocks with three replications, in a 7 x 4 factorial scheme, consisting of seven cultivars (IPR 99; IPR 100; IPR 106; IPR 107; IAC 125; IAPAR 59 and Topazio) and four spacing between plants: 3.0 x 2.0; 3.0 x 1.0; 3.0 x 0.75 and 3.0 x 2.0 meters, totaling 28 treatments. This work evaluated plant density, plant height, average stem diameter, and the number of leaf pairs of the crop. The plant densities obtained were: 1,667; 3,333; 4,444 and 6,666 plants ha^{-1}, for each cultivar. The cultivars did not show significant differences for the evaluated trait. The planting densities did not significantly influence the agronomic characteristics of the seven coffee cultivars in the initial stages at formation. Also, frost caused the total mortality of the plants, regardless of the cultivars and densities used.

Keywords: Genotypes, IPR 107, spacing between plants.

1 INTRODUÇÃO

Os cultivares de café arábica tem grande importância na cafeicultura nacional, pois apresentam ampla adaptação, rusticidade e produtividade, além da possibilidade de obtenção da bebida de alta qualidade, ou seja, mole e estritamente mole. Entre suas características, o porte baixo proporcionou mudanças expressivas no sistema de cultivo de café no Brasil e no mundo, na qual favoreceram o adensamento do plantio, otimizando o aproveitamento da área e proporcionando maiores produtividades, facilitaram a colheita manual, além de viabilizar a colheita mecanizada (CARVALHO et al., 2008).

A cafeicultura brasileira tem experimentado melhorias decorrentes de pesquisas realizadas por várias instituições do país que se dedicam a esse fim, principalmente na área de melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares, adaptadas às diferentes condições de cultivo e com características agronômicas superiores (BOTELHO et al., 2010).

Se faz necessário o estudo e avaliações de cultivares cafeeiras em vários ambientes ou ainda em diferentes tempos, com o intuito em demonstrar sua heterogeneidade diante das condições imposta, sendo ela ambiental, implantação, manejo, condução, ataque de pragas e doenças (MORAIS et al., 2008).

No país, estudos sobre densidades de plantio são realizadas diretamente ao encontro de novos genótipos lançados para cada região, colhendo resultados, que são

bases de informações relevantes para recomendações sobre o cultivo do cafeeiro (MOURA et al., 2014).

Variações no espaçamento, podem interferir na morfologia do cafeeiro, alterando seus componentes de produtividade. Trabalhos realizados com redução entre plantas inferiores a 50 cm, mostraram incremento na altura dos ramos ortotrópicos, maior altura de planta, redução no diâmetro de caule e copa e maiores perdas de ramos plagiotrópicos inferiores do cafeeiro (PEREIRA et al., 2011).

Em estudo sobre morfologia radicular em diferentes adensamentos, Ronchi at al. (2015), observou que as maiores profundidades de enraizamento eram encontradas nos plantios mais adensados. Segundo o autor, essa característica é positiva, pois aumenta a eficiência da planta na utilização de água e nutrientes.

Podem ocorrer diferenças na produtividade, quando diferentes cultivares de café vegetam ao mesmo tempo em mesmas condições ambientais, climáticas e solo. Barros et al. (2000) estudando espaçamentos superadensados, adensados e largos, observaram que os espaçamentos de 1,0 m entre ruas e 0,7 m entre plantas, considerado espaçamento adensado, proporcionaram maiores produtividade para a cultivar Catuaí Vermelho IAC-144, após 5 colheitas.

Alterações morfofisiológicas também foram observadas no café em resposta a variações de luz interceptada por folhas dos ramos do dossel, em diferentes densidades estudadas. Apesar da alta produtividade quando a cultura se encontra em intensas quantidades de luz, consequentemente ela causa depauperamento de plantas, devido a alta taxa de pegamento de flores e frutos, principalmente nos primeiros anos de cultivo. Contudo, o auto-sombreamento diminui esse efeito, aumentando a longevidade da cultura (MATOS et al., 2009; CHAVES et al., 2012).

As vantagens do café adensado fazem desta prática uma das principais bases de sustentação da cafeicultura, sendo comprovado por estudos, o aumento linear da produtividade em relação ao adensamento. Entretanto, o adensamento provoca alterações no ambiente da lavoura, ocasionando modificações nos padrões fisiológicos, morfológicos e produtivos dos mesmos (PEREIRA; CUNHA, 2004).

Avaliações no aspecto fitotécnico nas diferentes cultivares cafeeiras, tem grande relevância na recomendação regional, pois, as condições climáticas (precipitação, temperatura, altitude, ventos, umidade relativa do ar), o espaçamento, práticas de manejo

(como poda), devem ser observados, considerando também o nível tecnológico do produtor (MATIELLO et al., 2010).

Entre as condições climáticas, sem dúvidas a mais temida para a lavoura cafeeira é o fenômeno da geada, pois a planta de café está entre as culturas mais sensíveis, sendo o frio por si só, um agente no retardamento do crescimento da planta (MATIELLO, et al, 2016).

As geadas são fenômenos climáticos que podem provocar congelamento nos tecidos vegetais, ocorrendo a morte das plantas ou de suas partes. Esse processo resulta na perda do potencial de turgescência, redução do volume celular, desidratação das células e morte da planta (SENTELHAS & ANGELOCCI, 2012).

Existem dois tipos principais de geadas quanto a sua formação: advecção ou de vento frio e geada de radiação. A primeira é provocada pelas ocorrências de fortes ventos e massas de ar constantes e de temperaturas mínimas. Já a geada de radiação acontece em noites calmas e claras, devido ao rápido resfriamento da camada de ar próxima ao solo, oriundo das grandes perdas de radiação terrestre (AYOADE, 2002).

Observa-se que a maioria dos estudos realizados em lavouras cafeeiras, se dão após a cultura se encontrar em completo desenvolvimento e formação, após o terceiro e quarto ano os após o plantio a campo, com pleno desenvolvimento vegetativo e produtivo, tendo poucos relatos e estudos contrastantes sobre o comportamento morfológico do cafeeiro, sobre diferentes densidades de plantio, em estádio inicial de formação, sendo essencial para o conhecimento técnico, auxiliando na condução inicial de formação da lavoura cafeeira.

Nesse sentido, o objetivo da realização deste trabalho de pesquisa foi avaliar a influência de diferentes densidades de plant Avaliações no aspecto fitotécnico nas diferentes cultivares cafeeiras, tem grande relevância na recomendação regional, pois, as condições climáticas (precipitação, temperatura, altitude, ventos, umidade relativa do ar), o espaçamento, práticas de manejo (como poda), devem ser observados, considerando também o nível tecnológico do produtor (MATIELLO et al., 2010).

Avaliações no aspecto fitotécnico nas diferentes cultivares cafeeiras, tem grande relevância na recomendação regional, pois, as condições climáticas (precipitação, temperatura, altitude, ventos, umidade relativa do ar), o espaçamento, práticas de manejo

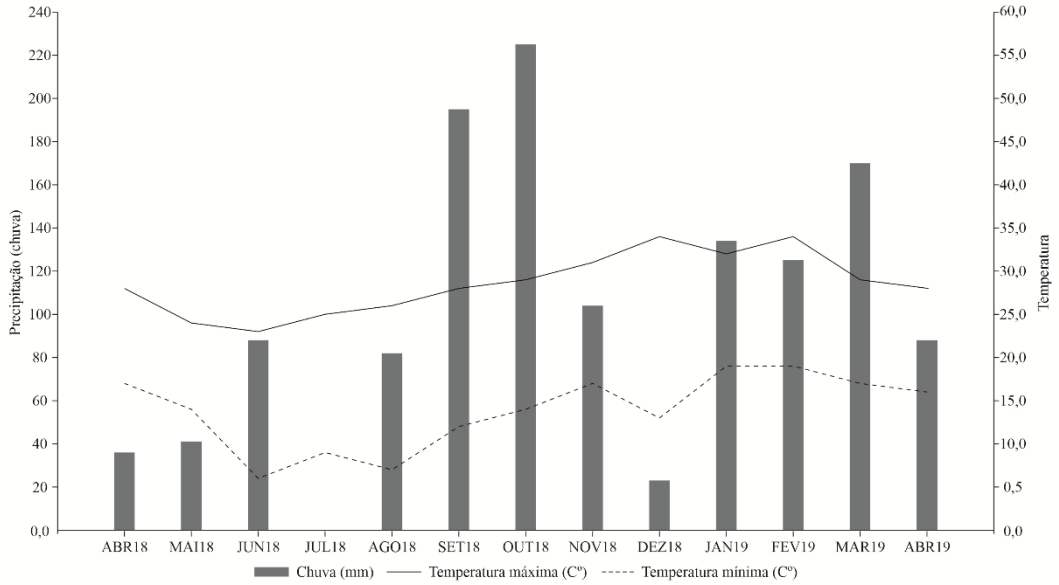
(como poda), devem ser observados, considerando também o nível tecnológico do produtor (MATIELLO et al., 2010).

io sobre caracteres morfológicos e agronômicos de sete cultivares de *Coffea arabica L.* em período inicial de formação e os danos da geada nas diferentes cultivares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em 30 de abril de 2018 e, conduzido até 29 de julho de 2019, na área experimental da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNDETEC/AGROTEC no município de Cascavel – PR, situado a 25°00’02” de Latitude Sul e 53°17’45” de Longitude Oeste, e a altitude de 802 m em relação ao nível do mar. O solo foi classificado como o LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico (EMBRAPA, 2013), e caracterizado quimicamente na camada de 0-20 e 21-40 cm de profundidade, com os seguintes resultados, respectivamente: De 0–20 cm, pH ($CaCl_2$) = 5,45; M.O. = 16,40 g dm^{-3}; P = 28,46 mg dm^{-3}; K = 0,61; H+Al = 3,19; Al^{3+} = 0,0; Ca^{+2} = 4,72; Mg^{+2} = 1,85; SB = 7,18; CTC = 10,37 $cmol_c$ dm^{-3}; V_1 = 69,24 %; Cu = 17,8; Zn = 5,0; Mn = 251,00; Fe = 31,00 mg dm^{-3} e, na profundidade de 21–40 cm, pH ($CaCl_2$) = 5,55; M.O. = 10,94 g dm^{-3}; P = 11,82 mg dm^{-3}; K = 0,52; H+Al = 3,03; Al^{3+} = 0,0; Ca^{+2} = 3,89; Mg^{+2} = 1,40; SB = 5,81; CTC = 8,84 $cmol_c$ dm^{-3}; V_1 = 65,72 %. Os dados meteorológicos de precipitação hídrica (chuva), temperaturas máxima e mínima, umidade relativa e velocidade do vento, nas proximidades da área experimental, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Dados mensais obtidos da Estação Meteorológica do SIMEPAR referente à precipitação hídrica (chuva), temperaturas máxima e mínima, durante o período experimental, Cascavel – PR.



O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (D.B.C.) com três repetições, num esquema fatorial 7 x 4, constituído de sete cultivares: IPR 99; IPR 100; IPR 106; IPR 107; IAC 125; IAPAR 59 e Topázio e, quatro espaçamentos entre plantas na linha 3,0 x 2,0; 3,0 x 1,0; 3,0 x 0,75 e 3,0 x 2,0 metros o que resultou em densidades populacionais de: 1.667; 3.333; 4.444 e 6.666 plantas ha^{-1} nos espaçamentos, respectivamente e, totalizando 28 tratamentos.

O café foi implantado na área experimental no sistema de plantio direto, e as covas para o plantio foram feitas manualmente com o auxílio de cavadeiras, sendo as dimensões das covas de 0,40 x 0,40 x 0,50 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente. Para o manejo da fertilidade do solo foi considerado o resultado da análise química do solo e a lavoura de café em fase de implantação e formação (SBCS, 2017). Neste contexto, não foi necessário corrigir o solo com calcário, pois a saturação de bases se encontrava em valores de aproximadamente 70 %, dentro do ideal para a cultura. Porém, foi realizada a aplicação de 533 kg ha^{-1} do formulado 06-16-08, sendo que esta quantidade foi distribuída em respectiva dose correspondente por cada cova e volume de solo e, por ocasião do plantio do café. Entretanto, não foram realizadas adubações complementares durante o primeiro ano de formação.

O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com a necessidade e com base nas recomendações para a cafeicultura (REIS et al., 2010). Para o manejo de plantas daninhas

foram realizadas roçadas manuais, intercaladas com aplicações de Glifosato (445 g L^{-1}) na dose de 2,5 L ha $^{-1}$ nas entrelinhas de plantio e capina manual entre plantas. Para o manejo de pragas foram realizadas aplicações do inseticida Connect (Imidacloprido 100 g L^{-1}; Beta-ciflutrina 12,5 g L^{-1}) na dose de 750 ml p.c ha^{-1} para o controle de *Diabrótica speciosa*. Já, para o controle de doenças não foi observada a ocorrência de nenhum fitopatógeno.

A avaliação das variáveis dependentes no experimento foi realizada a partir de 02 de maio de 2019, um ano após o transplante das mudas no campo. Todas as plantas em cada unidade experimental foram avaliadas em termos de: altura de plantas, diâmetro médio do caule, número de pares de folhas.

A altura das plantas foi avaliada com o auxílio de régua graduada, posicionando-se da superfície do solo ao ápice da planta. O diâmetro médio do caule foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital, na região mediana do caule das plantas de café. E finalmente, foi quantificado o número de pares de folhas em cada planta nas unidades experimentais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e foi utilizado o teste F em nível 5 % de probabilidade de erro. Já, para as variáveis quantitativas foram submetidas a análise de regressão (RIBEIRO JR., 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) indicaram que não houve interação e diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os fatores e os respectivos tratamentos em estudo neste trabalho. As densidades de plantio, não proporcionaram influências significativas sobre os caracteres morfológicos avaliados nas sete cultivares de café em estudo durante os 15 meses da implantação e coincidentemente da formação desta área experimental com o cafezal.

Nesta área não foi implantada especificamente a técnica de quebra-ventos para auxiliar na proteção das plantas no campo contra as geadas. Mas, vale ressaltar que a área experimental ficava posicionada no “divisor de água” da microbacia com faces voltadas levemente para Nordeste, bem como já havia uma fileira de árvores de grevílea (*Grevillea robusta*) que poderia proteger dos ventos e massas de ar frios vindos do Sul.

Esta espécie arbórea inclusive é muito indicada para ser utilizada como quebra-ventos e proteção de cafezal contra geadas. Porém, neste contexto não foi efetiva na proteção possivelmente em função da altura inferior do dossel das grevíleas as quais ultrapassavam e muito a parte superior do dossel das plantas de café, bem como a intensidade da formação da geada nesta ocasião.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à altura das plantas (ALT), diâmetro de caule (DC) e número de pares de folhas (NPF) de *Coffea arabica* L., em função de cultivares e densidades de plantio do café, Cascavel – PR.

FV	GL	Quadrados Médio		
		ALT	DC	NPF
Bloco	2	23,26662 $^{n.s}$	0,87763410 $^{n.s}$	32,10386 $^{n.s}$
Cultivares	6	15,40909 $^{n.s}$	0,9693243$^{n.s}$	13,01548 $^{n.s}$
Densidades	3	28,32870 $^{n.s}$	0,5216836 $^{n.s}$	4,264442 $^{n.s}$
Cultivares x Densidades	18	11,00968 $^{n.s}$	0,1836770 $^{n.s}$	9,831137 $^{n.s}$
Resíduo	54	20,67448 $^{n.s}$	0,1038842 $^{n.s}$	13,24250 $^{n.s}$
TOTAL	83			

$^{n.s/}$Não significativo.
$^{*/}$Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade de erro.

Na Figura 1, se encontra os dados mensais acumulados de precipitações e temperaturas mínimas e máximas durante o período da experiência em nível de campo na área experimental. É possível observar as precipitações de água pela chuva em níveis baixos, principalmente e com destaque para os meses de abril, maio e dezembro, assim como escassez total de água para o mês de julho/2018.

As plantas cultivadas estão expostas constantemente a estresses abióticos que comprometem seu desenvolvimento inicial e consequentemente sua produção, dentre esses, podem ocorrer períodos de seca decorrentes de precipitações pluviométricas irregulares e veranicos (PINTO et al., 2008). Possivelmente esse fator, possa ter relação sobre o desenvolvimento inicial na formação das cultivares em estudo, que se encontrou aquém do esperado, sobre tudo em altura de plantas (Tabela 2), influenciando na análise da variância, não apresentando efeito significativo sobre as densidades de plantio.

Entretanto, autores relatam que o café arábica possui uma tendência no aumento da altura de planta com maiores densidades de plantio (CARVALHO et al., 2010; PAULO et al., 2010). Estudo de Taiz e Zeiger (2004), constataram que o autossombreamento provocado pelo adensamento, pode promover um desequilíbrio hormonal entre auxinas, giberelinas e citocininas, estimulando o crescimento do meristema apical. Possivelmente essa ocorrência, possa explicar que as cultivares em

estudo, não foram influenciadas em sua altura por esse fator, pois elas se encontravam com pouco desenvolvimento de copa, sendo insuficiente para promover o autossombreamento.

Tabela 2. Altura de plantas, diâmetro de caule e número de pares de folhas de *Coffea arabica* L., em função de cultivares e da densidade de plantio do café, durante o período de 2018 a 2019, Cascavel – PR.

Altura (cm)					
Cultivares	Densidades de plantas (ha^{-1})				Média Geral
	1.667	3.333	4.444	6.666	
IAPAR 59	38 a*	36 a	40 a	36 a	37
IPR 106	40 a	37 a	37 a	42 a	39
IPR 100	39 a	39 a	38 a	42 a	39
IPR 99	38 a	38 a	42 a	38 a	39
IAC 125	34 a	35 a	39 a	39 a	37
Topázio	38 a	40 a	40 a	41 a	40
IPR 107	36 a	36 a	38 a	41 a	38
Média Geral	37	37	39	40	
C.V. (%)	14				
Diâmetro de caule (mm)					
IAPAR 59	8,0 a	8,0 a	7,0 a	7,0 a	7,5
IPR 106	8,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,3
IPR 100	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0
IPR 99	7,0 a	7,0 a	8,0 a	7,0 a	7,2
IAC 125	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0
Topázio	6,0 a	9,0 a	6,0 a	8,0 a	7,3
IPR 107	6,0 a	6,0 a	6,0 a	8,0 a	6,5
Média Geral	7,0	7,3	7,0	7,3	
C.V. (%)	11,0				
Números de pares de folhas					
IAPAR 59	12 a	15 a	14 a	11 a	13
IPR 106	11 a	10 a	11 a	11 a	11
IPR 100	10 a	12 a	10 a	11 a	11
IPR 99	11 a	9,0 a	15 a	12 a	12
IAC 125	11 a	9,0 a	10 a	12 a	10
Topázio	11 a	15 a	10 a	13 a	12
IPR 107	12 a	11 a	6,0 a	11 a	10
Média Geral	11	11	11	12	
C.V. (%)	33				

*/Médias seguidas por letras diferentes na coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

No hemisfério sul, a estação do inverno se define oficialmente entre os meses de junho a setembro. A partir do mês de abril se inicia uma queda acentuada da temperatura local, com médias mínimas mensais de 21°C no mês de junho, e quedas bruscas isoladas no início de julho, entre os dias 09 e 11, chegando a 2,8 °C com formação de geada "leve" na região (Figura 1).

Contudo, deve-se levar em consideração que a implantação da lavoura cafeeira em estudo, se deu a campo no mês de abril, tendo seu período de pegamento e

desenvolvimento inicial durante toda estação de inverno, com baixas temperaturas e redução na radiação solar, favorecendo menores taxas de fotoperíodo e consequentemente um possível comprometimento no desenvolvimento vegetativo da cultura.

Segundo Paiva et al. (2003) durante o inverno, com as baixas temperaturas e diminuição das horas de luz, acontece a diminuição da atividade fotossintética nas plantas. Nesse período, o crescimento de planta fica comprometida, pois depende de interações envolvendo carboidratos, hormônios, água e minerais.

Sentelhas e Monteiro (2009), afirmam que o resfriamento prolongado de plantas, com temperaturas acima do ponto de congelamento, retarda o crescimento vegetal, reduz o fluxo de água das raízes, interferindo na respiração e nutrição vegetal.

Entretanto, as máximas temperaturas se encontraram no mês de dezembro, com média mensal aproximada de 33°C (Figura 1), chegando a picos de 35°C, somados a um baixo volume de chuva no mesmo período, o mês apresentou um cenário favorável ao estresse hídrico em lavouras implantadas.

No diâmetro de caule, as densidades de plantio não apresentaram efeito significativo sobre as cultivares cafeeiras avaliadas (tabela 1). Segundo Ronchi et al. (2015), esse fator é influenciado de forma acentuada pelas características do sistema radicular, pois o desenvolvimento de raízes na fase juvenil do cafeeiro se encontra com pouco desenvolvimento e baixa capacidade de absorção de água em profundidade, elevando a sensibilidade da cultura por estresse hídrico em períodos de estiagem.

Possivelmente esse fator, teve influência sobre o desenvolvimento regular e natural no diâmetro de caule da cultura (Tabela 2), influenciando diretamente sobre o efeito significativo na interação densidade de plantas vs diâmetro de caule da lavoura em estudo.

Não houve diferença significativa no número de pares de folhas por planta (Tabela 1). Assim, infere-se que as densidades de plantio não produziram nenhum efeito nas cultivares testadas aos 12 meses de plantio. O mesmo resultado foi observado por Araújo et al. (2011), estudando desenvolvimento inicial na cultura do café, simulando veranicos em casa de vegetação, no município de Alegre-ES.

Ressalta-se, ainda, quando o cafeeiro se encontra em situação de deficiência hídrica, diversos mecanismos fisiológicos são afetados, por ser a água a principal responsável pela boa manutenção do metabolismo da planta e seu crescimento. Nesse

caso, a limitação ao consumo de água pela planta, principalmente nos estágios iniciais de formação, provoca danos permanentes ao seu desenvolvimento. (DOMINGHETTI et al., 2016).

Contudo, o desenvolvimento vegetativo inicial da lavoura cafeeira em estudo, durante o ciclo de avaliação, foi comprometido principalmente por fatores climáticos como períodos de baixas temperaturas e luminosidade, em início de desenvolvimento de planta, associada a altas temperaturas e possíveis taxas de evapotranspiração elevadas, em períodos de veranicos apresentados durante o ciclo de avaliação.

Possivelmente, a redução na formação inicial da lavoura, influenciou os caracteres morfológicos avaliados, com destaque na ausência dos ramos plagiotrópicos. Castanheira et al. (2009), evidencia que a manutenção da umidade do solo deve ficar acima de 84,14% da capacidade de campo, promovendo um potencial hídrico superior a -1,5 MPa. Segundo o autor, nessas condições, não ocorrerá distúrbios fisiológicos na planta, em condições normais de cultivo.

Ao término de avaliação, ocorrido em maio de 2019, a lavoura cafeeira em estudo foi afetada por uma forte geada no início do mês de julho de 2019, com ocorrência na maioria dos municípios do Paraná. A geada que atingiu 100% das parcelas cafeeiras em estudo, sendo classificada como geada de radiação, levando ao total depauperamento e seca das plantas (Figura 2), dizimando todas as cultivares de *Coffea arabica* implantadas.

Morais et al. (2019), analisando a inversão térmica de temperatura em uma lavoura cafeeira e métodos de proteção contra geadas no município de Londrina – PR, observaram no mês de julho/2019, mesma época do evento de geada narrada acima, que temperaturas ao nível do solo são menores quando comparadas a níveis superiores. Registro em seu estudo indicou na noite mais fria do ano, que a temperatura á nível do solo atingiu -1,5 ℃, enquanto que a 2,0 metros acima desse nível a temperatura ficou em torno 1,0 ℃.

Segundo os autores, isso significa que as temperaturas críticas ocorrem justamente na altura do tronco, local mais sensível da planta e por isso o dano de “geada de canela” em cafeeiros de até dois anos sem a copa totalmente formada exige proteção, caso contrário pode comprometer a sobrevivência da planta.

Rosisca et al. (2015) submetendo dez genótipos de C. arábica com 7 meses de idade, avaliando danos foliares a temperaturas mínimas entre -2 e -5 ℃, verificou que os danos em 15 dias após a exposição das temperaturas negativas, foram caracterizados

como severa (75% de danos foliares) e morte (100% de danos foliares) na maioria das cultivares em estudo.

Figura 2. Imagens fotográfica de danos ocasionados pela geada de irradiação na cultura de café em estádio inicial de formação na área experimental da AGROTEC/FUNDETEC, em agosto de 2019, em Cascavel – PR.



A realização do experimento de café numa região de transição e intermediária de risco de ocorrência de geadas somente com quebra ventos como a espécie arbórea Grevílea nas condições de Cascavel – PR, não foram suficientes para a devida proteção do cafezal em período de formação. No entanto, serão necessários mais estudos para inferências categóricas, pois municípios próximos da área experimental como Cafelândia – PR, foram tradicionalmente cafeicultoras. Possivelmente, com recursos de proteção para formação do cafezal como enterrio das plantas com solo, chegamento de terra junto ao troco da planta, túnel com espécies protetoras como guandu, tremoço e cobertura de plantas com feno e outros poderá ser a solução para futuras experiências.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características morfológicas avaliadas nas diferentes cultivares de *C. arabica* em estádio inicial de formação, não foram influenciadas pelas densidades de plantio.

Todas as plantas cafeeiras instaladas sofreram danos classificados como severos com consequente morte pelo fenômeno da geada, não apresentando nenhuma cultivar tolerante ao evento.

Será necessário a continuidade dos estudos em lavoura cafeeira em formação, obtendo o controle e manutenção da umidade do solo através de irrigação e implantação

de recursos eficientes contra as possíveis geadas ocorridas na região (radiação e de canela), garantido o bom desenvolvimento fisiológico da cultura implantada.

REFERÊNCIAS

Araújo GL, Reis EF, Moraes WB, Gracia GO & Nazário AA (2011). Irriga**,** 16:115-124.

Ayoade JO (2002) Introdução à climatologia para os trópicos. 15ª ed. Bertrand. 332p.

Barros UV, Barbosa CM & Matiello JB (2000) Espaçamentos superadensados, adensado e largo em renque para o cafeeiro nas condições de solo LVH na Zona da Mata de Minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeira, Rio de Janeiro, Anais, IBC. p.57-58.

Botelho CE, Mendes ANG, Carvalho GR, Bartholo GF & Carvalho SP (2010). Seleção de progênies F_4 de cafeeiros obtidas pelo cruzamento de 'Icatu' com 'Catimor'. Ceres, 57: 274-281.

Carvalho CHS (2008) Cultivares de café: origem, característica e recomendações. Embrapa Café, 334p.

Carvalho A M, Mendes ANG, Carvalho GR., Botelho CE, Gonçalves FMA & Ferreira AD (2010) Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45: 269-275.

Castanheira DT (2009) Floração e potencial hídrico foliar de cafeeiros sob regimes hídricos e densidades de plantio. Coffee Science, 4:126-135.

Chaves ARM, Martins SC, Batista KD, Celin EF & Matta FM (2012) Varyingleaf-to-fruitratiosaffectbranchgrowthanddieback, with littleto no effectonphotosynthesis, carbohydrateormineral pools, in differentcanopypositionsoffield-growncoffeetrees. Environmental and Experimental Botany**,** 77:207-218.

Dominghetti AW, Souza AJJ, Silveira HRO, Santana JAV, Souza KRD, Lacerda GRJ & Lacerda JR (2016) Tolerância ao déficit hídrico de cafeeiros produzidos por estaquia e embriogênese somática. Coffee Science, 11:117 - 126.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013) Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. 353p.

Matos FS, Wolfgramm R, Gonçalves FV, Cavate PC, Ventrella MC & Matta FM (2009) Phenotypicplasticity in response to light in thecoffeetree. Environmental and Experimental Botany, 67: 421-427.

Matiello JB, Santinato R, Garcia AWR, Almeida SR & Fernandes DR (2010) Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. Brasília, Procafé. 387p.

Matiello JB, Almeida SR (2016) Deu geada no cafezal, não façam podas já. Disponível em: http://www.cccrj.com.br/revista/839/24.pdf. Acessado em: 11 de janeiro 2021.

Morais H, Caramori PH, Zaro GC, Carneiro FF, Borrozino E & Costa ABF (2008) Inversão térmica e a prevenção da geada de canela em cafeeiros. In: 34ª Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambu. Procafé. 408p.

Morais H, André J, Souza MA & Costa ABG (2019) Temperaturas de cafeeiros e métodos de proteção contra geadas. 10ª Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória.

Moura WM, Lima PC, Lopes, VS, Carvalho CFM, Cruz CD & Oliveira AMC (2014) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de café no cultivo orgânico em Minas Gerais. Ciência Rural, 11:1936-1942.

Paiva LC, Guimarães RJ & Souza AS (2003) Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro. (Coffea arabica L.). Ciência e Agrotecnologia, 1:134-140.

Paulo EM & Furlani JE (2010) Yield performance and leaf nutrient levels of coffee cultivars under different plant densities. Scientia Agricola, 67:720-726.

Pereira SP & Cunha RL (2004) Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros em diversos espaçamentos, antes e após a poda. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 105p.

Pereira SP, Bartholo GF, Baliza DP, Sobreira FM & Guimarães RJ (2011) Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo**.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46:152-160.

Pinto CM (2008) Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. Revista Ciência Agronômica, 39:429-436.

Reis PR, Cunha RL (2010) Café arabica do plantio à colheita**.** 1ª ed. Lavras, Epamig. 896p.

Ribeiro JJI (2001) Análises Estatísticas no SAEG. Universidade Federal de Viçosa. 301p.

Ronchi CP, Souza JJM, Almeida WL, Souza DS, Silva NO, Oliveira LB & Guerra AMNM (2015) Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidos a diferentes arranjos espaciais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 50:187-195.

Rosisca JL, Nagashima GT, Morais H, Caramori PH, Sera GH, Oliveira CMG, Andreazi E, Silva MAA & Fonseca ICB, SERA T (2015) Danos foliares em genótipos de café expostos a temperaturas negativas. In: 9ª Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba.

Sentelhas PC & Monteiro J E B A (2009) Agrometeorologia dos cultivos - O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, INMET. 530 p.

Sentelhas PC & Angelocci LR (2012) Entendendo a Geada. Disponível em: http://www.climaonline.com.br/artigo03.php. Acesso em: 03 de dezembro de 2020.

Sociedade Brasileiras de Ciências do Solo – SBCS. Núcleo Estadual do Paraná – NEPAR. Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná (2017). SBCS/NEPAR, Curitiba. 482p.

Taiz L & Zeiger E. Fisiologia vegetal. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed. 722 p.