

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KAMILA MACHADO FASSARELLA

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE RAMOS ORTOTRÓPICOS DE
CAFEIRO CONILON: BIOMETRIA E PRODUTIVIDADE**

ALEGRE-ES

2022

KAMILA MACHADO FASSARELLA

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE RAMOS ORTOTRÓPICOS DE
CAFEIRO CONILON: BIOMETRIA E PRODUTIVIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia, na linha de pesquisa de Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.

ALEGRE-ES

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F249e Fassarella, Kamila Machado, 1989-
ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE RAMOS
ORTOTRÓPICOS DE CAFEEIRO CONILON : BIOMETRIA E
PRODUTIVIDADE / Kamila Machado Fassarella. - 2022.
51 f. : il.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.
Coorientador: João Felipe de Brites Senra.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Adensamento. 2. Coffea Canephora. 3. Hastes. 4. Manejo de plantas. I. Tomaz, Marcelo Antonio. II. Senra, João Felipe de Brites. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

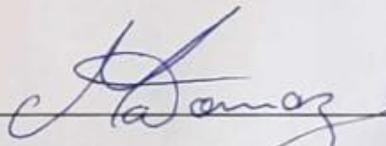
KAMILA MACHADO FASSARELLA

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE RAMOS ORTOTRÓPICOS DE CAFEIEIRO
CONILON: BIOMETRIA E PRODUTIVIDADE**

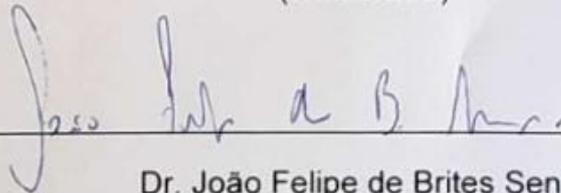
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia, na linha de pesquisa de Produção de Plantas Cultivadas e Nativas.

Aprovada em 29 de julho de 2022.

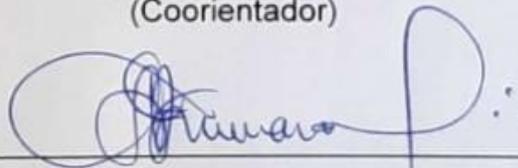
COMISSÃO EXAMINADORA



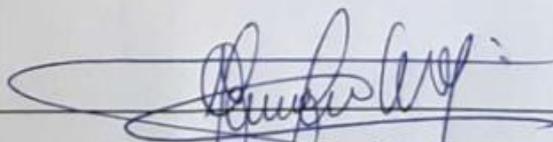
Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)



Dr. João Felipe de Brites Senra
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
(Coorientador)



Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral
Universidade Federal do Espírito Santo
(Membro Interno)



Dr. Abraão Carlos Verdin Filho
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
(Membro Externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por sempre estar comigo em todos os momentos, dando-me força e sustento necessários para alcançar meus objetivos. A Ele, todo o poder, toda honra e toda glória.

À minha mãe Luciete Machado Fassarella e ao meu pai Geraldo Fassarella, por todos os ensinamentos e pelo apoio incansável em todas as etapas da minha vida, não medindo esforços para que eu alcançasse os meus objetivos.

À minha irmã Mayara Machado Fassarella, por sempre me apoiar, incentivar e se fazer sempre presente em todos os meus projetos.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de cursar o mestrado nessa instituição.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pelo apoio e incentivo à capacitação profissional, colaborando para o desenvolvimento da cafeicultura.

Ao prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz, pela confiança, pela paciência, pelos ensinamentos transmitidos e pela dedicação na orientação deste trabalho.

Ao pesquisador João Felipe de Brites Senra, pela coorientação, pela amizade, confiança, respeito, pelos ensinamentos e por todo suporte que recebi durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Dr. Tafarel Victor Colodetti, pela coorientação, pela experiência e pelas valiosas contribuições ao longo de todo trabalho.

Ao prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral e ao pesquisador Dr. Abraão Carlos Verdin Filho, pela atenção, pelos conhecimentos e pela participação na banca.

A todos os bolsistas e funcionários da Fazenda Experimental Bananal do Norte (Incaper), que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

À Patrícia Elisa da Silva Moreira, pela amizade, companheirismo, incentivo, pela ajuda, pelas conversas, pelo suporte e por toda dedicação que teve não só comigo, mas com o trabalho, participando de todas as avaliações, sendo mais do que uma amiga, uma irmã.

Ao Josimar Aleixo da Silva, por toda paciência, amizade, pela ajuda, apoio, conhecimento e pelas valiosas contribuições, desde as avaliações até a fase final do trabalho.

Ao Welington de Freitas Vaillant, pelo companheirismo, compreensão, apoio, incentivo, ajuda nas avaliações, pelas conversas, paciência, por acreditar em mim e me impulsionar a correr atrás dos meus sonhos.

E aos meus amigos, em especial a Daniela, Tássio, Letícia e Luciano, que me apoiaram, incentivaram e entenderam os meus momentos de ausência.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do espaçamento e da densidade de ramos ortotrópicos no crescimento, produção e na qualidade física dos grãos do *Coffea canephora*. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Bananal do Norte (Incaper), em Pacotuba, distrito de Cachoeiro de Itapemirim-ES, utilizando-se delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, compostas pelos nove clones da cultivar “Diamante ES 8112”, a parcela experimental. O esquema foi elaborado em parcela subdividida, sendo as parcelas formadas por cinco espaçamentos na linha de plantio em metros (0,5; 0,75; 1; 1,25 e 1,5) e cinco combinações do número de ramos ortotrópicos por planta (2, 3, 4, 5, 6). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de agrupamento de médias por Scott Knott, utilizando o programa Rbio. A interação entre espaçamento e número de ramos ortotrópicos não apresentou diferença significativa nos parâmetros estudados. Ao avaliar as fontes de variação isoladamente, o espaçamento proporcionou diferenças significativas na altura da planta (ALT), diâmetro do caule ortotrópico (DC), número de ramos plagiotrópicos (NRP), área foliar do ramo plagiotrópico (AFRP), índice de clorofila (CLO), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP), número de rosetas (NR), número de nós (NN), número de frutos do ramo plagiotrópico (NFRU), comprimento do internódio do ramo plagiotrópico (CIRP), frutos/roseta (FRO) e produtividade (PROD). Já a fonte de variação “número de ramos ortotrópicos” interferiu significativamente nas seguintes características: altura da copa (ALTC), DC, NRP, AFRP, CRP, DRP, NR e NN. É importante avaliar novas safras da cultura, de modo a constatar se não haverá mudança de comportamento das plantas ao longo do tempo e por mais ciclos produtivos, considerando ainda a possibilidade de ocorrer uma interação entre as duas fontes de variação.

Palavras-chave: Adensamento. *Coffea canephora*. Hastes. Manejo de plantas.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the influence of spacing and density of orthotropic branches on growth, production and sensory quality of *Coffea canephora*. The experiment was conducted in the experimental area of Fazenda Bananal do Norte (Incaper), in Pacotuba, district of Cachoeiro de Itapemirim-ES, using randomized block design with four replicates per variant, composed of nine clones of the cultivar "Diamante ES 8112", the experimental plot. The scheme was developed in a split plot, with the plots composed of five spacings in the coffee planting line in meters (0.5; 0.75; 1; 1.25 and 1.5), and five combinations of the number of orthotropic branches per plant. (2, 3, 4, 5, 6). The collected data were submitted to analysis of variance and to the Scott-Knott cluster analysis method for grouping means, using the program Rbio. No significant difference in the parameters studied was detected in the interaction between spacing and number of orthotropic branches showed. When the sources of variation were evaluated separately, the spacing provided significant differences in *plant height, orthotropic stem diameter, number of plagiotropic branches, leaf area of plagiotropic branches, chlorophyll index, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), length of plagiotropic branches, diameter of plagiotropic branches, number of rosettes, number of nodes, number of fruits per plagiotropic branches, internode length of plagiotropic branches, number of fruits per rosette, and yield*. The source of variation "number of orthotropic branches" interfered significantly with the following characteristics: *height of canopy, orthotropic stem diameter, number of plagiotropic branches, leaf area of plagiotropic branches, length of plagiotropic branches, diameter of plagiotropic branches, number of rosettes, and number of nodes*. It is important to evaluate new crops, in order to verify if there will be no change in the behavior of the plants over time and during more productive cycles, considering the possibility of an interaction between the two sources of variation.

Keywords: Density. *Coffea canephora*. Rods. Plant management.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Relação dos tratamentos com seus respectivos espaçamentos, número de ramos ortotrópicos por planta (hastes/planta), densidade de hastes por hectare (hastes/ha) e densidade de plantas por hectare (plantas/ha).....20
- Tabela 2 – Resumo da análise de variância para características morfoagronômicas e produtivas de plantas de *Coffea canephora*, submetidas à diferentes espaçamentos e número de hastes.....28
- Tabela 3 – Comparação de médias de características morfoagronômicas e produtivas de plantas de cafeeiro conilon, em função de diferentes espaçamentos entre plantas na linha de cultivo (FEBN – Cachoeiro de Itapemirim, 140 m de altitude, colheita de 2021).30
- Tabela 4 – Comparação de médias de características morfoagronômicas e produtivas de plantas de cafeeiro conilon, em função de diferentes número de ramos ortotrópicos por planta (FEBN – Cachoeiro de Itapemirim, 140 m de altitude, colheita de 2021).38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	CAFEICULTURA BRASILEIRA	11
2.2	MANEJO DO ESPAÇAMENTO EM CAFEIEIRO CONILON.....	13
2.3	PODA NO CAFEIEIRO CONILON.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.3	AVALIAÇÕES.....	21
3.3.1	Altura da planta	22
3.3.2	Altura da copa	22
3.3.3	Diâmetro do caule	22
3.3.4	Índice de clorofila.....	22
3.3.5	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI	23
3.3.6	Número de ramos plagiotrópicos	23
3.3.7	Área foliar do ramo plagiotrópico	23
3.3.8	Comprimento do ramo plagiotrópico	24
3.3.9	Diâmetro do ramo plagiotrópico.....	24
3.3.10	Número de rosetas	24
3.3.11	Número de nós.....	24
3.3.12	Número de Frutos.....	24
3.3.13	Comprimento de internódios do ramo plagiotrópico.....	25
3.3.14	Número de frutos por roseta	25
3.3.15	Bóia	25
3.3.16	Relação café beneficiado/café da roça	25
3.3.17	Peneiras	26
3.3.18	Produtividade.....	26
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo é o maior produtor brasileiro de café conilon, sendo responsável por quase 70% da produção total desse café, com estimativa de 12,16 milhões de sacas de café beneficiado para a safra de 2022 (CONAB, 2022). Por isso, a adoção de tecnologias é fundamental para o bom desempenho da cafeicultura capixaba, sendo que a renovação do parque cafeeiro tem grande contribuição no sucesso nas lavouras do estado (SEAG, 2020).

A planta de café conilon necessita de renovação dos seus ramos, tendo em vista que possui crescimento contínuo e hastes ou ramos verticais e horizontais, que após três ou quatro anos ficam velhos e pouco produtivos. A poda surge como uma alternativa para a renovação de lavouras, devido à necessidade de se retirarem tanto os ramos velhos e sem vigor, os estiolados, os quebrados, os mal localizados, os que dificultam a entrada de luz no interior da copa das plantas, quanto o excesso de brotações, tratos que são indispensáveis para garantir boa produtividade da lavoura (GALVÃO, 2009).

De acordo com Verdin Filho et al. (2013), é importante fazer um bom planejamento, observando questões não só como número de hastes, mas também a densidade de plantas a ser utilizada por unidade de área, pois o espaçamento tem influência sobre diversas características da lavoura, alterando o desenvolvimento tanto das raízes quanto da parte aérea.

Em lavouras com espaçamentos menores, há uma tendência de aprofundamento maior de raízes, tornando o processo de absorção de água e nutrientes mais eficiente, tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas (RENA; GUIMARÃES, 2000). Porém, em trabalhos realizados por Silveira et al. (1993), foi observado que, em lavouras mais adensadas, há possibilidade de ocorrer a formação de brotos estiolados (com entrenós mais distantes), devido à dificuldade de entrada de luz no centro da planta, prejudicando a condução e formação das novas brotações.

Para obtenção de um arranjo mais adequado de espaçamento e densidade de plantio, deve-se avaliar as combinações de fatores internos e externos à planta, principalmente de acordo com a região onde a cultura está inserida (FONSECA et al., 2019), levando em consideração os fatores ambientais e climáticos, além do nível tecnológico de cada produtor, para melhor emprego de tais tecnologias (VERDIN FILHO et al., 2013).

Apesar da cafeicultura capixaba ter grande expressão no cenário nacional, há alguns obstáculos que dificultam o crescimento da atividade, dentre eles, o custo e a escassez de mão de obra qualificada e utilização das tecnologias de forma inadequada (SEAG, 2015). Por isso, é fundamental desenvolver estudos que auxiliem os produtores a utilizar as tecnologias atuais da melhor forma possível, de modo a trazer ganhos para a planta, para o ambiente, que otimizem as condições existentes na região e permitam uma maior margem de lucro na atividade, contribuindo para melhorar a renda familiar.

Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência do espaçamento e da densidade de ramos ortotrópicos no crescimento, na produção e na qualidade física dos grãos do *Coffea canephora*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAFEICULTURA BRASILEIRA

De acordo com Bragaia (2022), a cafeicultura possui um papel importantíssimo no desenvolvimento social e econômico do Brasil, por contribuir com a receita do país, por gerar condições de trabalho e renda no campo, diminuindo o êxodo rural, principalmente entre os pequenos agricultores. Segundo Ferrão et al. (2019), é nítido o destaque que a cadeia produtiva do café possui, não só durante o processo produtivo, mas também nas atividades que se encontram antes e depois da produção propriamente dita.

A cafeicultura é uma atividade que utiliza grande quantidade de mão de obra e que gera cerca de 8,4 milhões de empregos por ano. Mesmo atualmente, com a questão da pandemia do novo coronavírus, o setor manteve o seu papel social, absorvendo os trabalhadores desempregados de outras atividades. A mão de obra empregada vai desde a produção de insumos até o preparo do café para consumo (DURÁN et al., 2017).

Segundo o Cecafe (2022), o Brasil exportou na safra 2020/21 aproximadamente 45,6 milhões de sacas de café, apresentando uma alta de 13,3% em relação à safra anterior (2019/20), registrando um novo recorde na exportação. Na safra 2021/22, até maio, foi registrado um acumulado de 36,288 milhões de sacas, obtendo um desempenho inferior de 14,8%. Quando comparado ao mesmo período da safra anterior, em que o país exportou cerca de 42,597 milhões de sacas, essa redução pode ser justificada por alguns fatores: dificuldade que os exportadores brasileiros têm enfrentado para obter contêineres e espaço nos navios; valor muito alto dos fretes; e conflito entre Rússia e Ucrânia, que, além de todos os prejuízos humanos, também reflete em impactos diretos nos embarques dos navios. Porém, nesse mesmo período, houve um crescimento de 35,5% em valores, com a receita saindo de US\$5,420 bilhões para US\$7,344 bilhões, isso devido à elevação nos preços internacionais e internos do produto, além do dólar valorizado frente ao real no

mercado cambial. De acordo com o relatório do Cecafe, de maio de 2022, o Brasil exportou a safra para 112 países.

A produção de café estimada no Brasil no ano de 2022 é de aproximadamente 53,43 milhões de sacas de café beneficiadas, representando um acréscimo de 12% sobre a produção de 2021 (CONAB, 2022). A bialidade de produção é uma característica do café, sendo mais comum no café arábica, cuja planta possui uma produtividade alta numa safra, e na próxima, devido à necessidade de recomposição do vegetal, a produção apresenta queda (MATIELLO et al., 2017). A produção estimada de café arábica foi de 35,71 milhões de sacas beneficiadas, representando um ganho de 13,6% em relação à safra de 2021. Esse ganho, porém, foi ainda inferior ao esperado devido às condições climáticas desfavoráveis que aconteceram entre junho e setembro de 2021. Já o café conilon teve um aumento de 8,7% em relação à safra anterior, apresentando uma produção estimada de 17,72 milhões de sacas beneficiadas, valor esse 23,8% superior ao da safra de 2020 (CONAB, 2022).

A área destinada à produção de café no Brasil é de aproximadamente 2,24 milhões de hectares, tendo tido um acréscimo de 1,9% em relação ao ano anterior, sendo que desse total, 1,84 milhão de hectares encontram-se em plena produção. A área cultivada com café arábica corresponde a 81% da área existente com café no país, perfazendo um total de 1,82 milhão de hectares, sendo que o principal estado produtor é Minas Gerais. A área cultivada com café conilon é de aproximadamente 425,8 mil hectares, dos quais 8,67% encontra-se na fase de formação. O Espírito Santo detém maior parte desta área, possuindo aproximadamente 285,42 mil hectares, seguido de Rondônia, com 71,74 mil hectares, e Bahia, com 42,56 mil hectares (CONAB, 2022).

De acordo com o Censo Agropecuário (2017), o café é cultivado em 814.810 estabelecimentos, sendo que 644.999 estabelecimentos são provenientes da agricultura familiar, representando aproximadamente 79,16% do total. A agricultura familiar é responsável por 37,85%, aproximadamente, da produção brasileira de café.

O Brasil é o segundo lugar no consumo de café do mundo, consumindo cerca de 21,5 milhões de sacas de 60 kg anuais (dados de novembro de 2020 a outubro de

2021), alta de 1,71% em relação ao mesmo período no ano anterior (ABIC, 2021). Atualmente a demanda por cafés com qualidade superior vem crescendo entre os consumidores brasileiros, que estão cada vez mais exigentes. Isso é reflexo da divulgação e conhecimento dos benefícios que a bebida pode trazer à saúde, além de todas as características sensoriais que o café apresenta e proporciona ao ser consumido (FERREIRA, 2019).

Novas técnicas estão sendo desenvolvidas para obtenção de novas tecnologias, que têm como objetivo trazer benefícios para toda cadeia produtiva do café, como: maior estabilidade de produção por ciclo; melhoria no manejo de pragas e doenças; aumento da produtividade; redução da mão de obra empregada; facilidade de entendimento e execução das práticas; padronização do manejo de poda; uniformidade de florada e maturação dos frutos; plantas melhoradas e adaptadas às diferentes condições; melhoria da qualidade do produto final, entre outros (BRAGANÇA et al., 2001).

Diante da importância da cafeicultura, torna-se necessário investir em tecnologias que tragam melhorias para toda a cadeia produtiva, inclusive para os produtores rurais, de modo que facilitem a operacionalização das atividades, que permitam obter um produto de qualidade, com uma maior produtividade e um maior retorno financeiro para a unidade familiar, e promovam a permanência no campo e na atividade de uma forma menos onerosa e com maior sustentabilidade.

2.2 MANEJO DO ESPAÇAMENTO EM CAFEEIRO CONILON

O êxito da cafeicultura envolve o estudo e planejamento correto de toda atividade produtiva. Alguns fatores devem ser levados em consideração, de modo a obter melhores resultados, como: área escolhida para plantio, cultivar adotada, clima, fertilidade do solo, nível tecnológico do produtor, utilização de mecanização, topografia, irrigação, exposição da lavoura ao sol, práticas de manejo que serão adotadas, entre outros. Além desses já citados, cabe ressaltar a escolha do espaçamento de plantio, que pode ser responsável por interferir em diversas características da lavoura (FONSECA et al., 2019). De acordo com Rena e

Guimarães (2000), o espaçamento pode alterar tanto o desenvolvimento das raízes quanto da parte aérea da planta.

As recomendações de espaçamentos para o cafeeiro conilon no Espírito Santo são variadas, porém, maior parte dos sistemas de cultivo, adota-se o espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,0 a 1,5 m entre plantas, obtendo populações de 2.222 a 3.333 plantas por hectare, bem diferente dos espaçamentos tradicionais, que eram menos adensados, sendo plantados de 4,0 a 5,0m entre linhas e 3,0 a 4,0m entre plantas (FONSECA et al., 2019).

Com o avanço das tecnologias, como uso da poda e de clones de menor porte, surgiu a possibilidade de aumentar a densidade de plantio e conseqüentemente o rendimento, como acontece com o café arábica (LANI et al., 2000). Conforme mencionado por Miguel et al. (1983) e Rena et al. (2003), o adensamento através da diminuição do espaçamento, pode elevar a produtividade das lavouras cafeeiras arábica, chegando, em alguns casos, promover o dobro da produtividade em relação às lavouras menos adensadas. Em lavouras de café conilon, Lani et al. (2000) notaram que o adensamento também contribuiu para promover um incremento significativo na produtividade.

Conforme Ferrão et al. (2008), já é possível observar no Espírito Santo comportamento diferenciado entre as cultivares, quando submetidas a maior adensamento, resultando em um número maior de plantas/ha e um rendimento maior na produtividade das lavouras adensadas. Botelho et al. (2010) afirma que o adensamento permite a melhor utilização da área cultivada, pois ocorre um aumento do número de plantas e um aumento proporcional da produção por área.

Verdin Filho et al. (2019b) observaram que os maiores espaçamentos entre plantas resultaram em plantas mais baixas e com maior produção unitária. Porém, em menores espaçamentos, ocorrem ganhos em produtividade pelo acréscimo no número de plantas por área na primeira safra produtiva.

Segundo DaMatta e Rena (2002) e Rahn *et al.* (2013), o adensamento de plantio pode promover um aumento da cobertura vegetal e favorecer a formação de um

microclima na área de cultivo, servindo como estratégia de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

O adensamento também pode promover intensas alterações nas características químicas do solo. Devido ao aumento na cobertura vegetal, há maior proteção superficial do solo com resíduos orgânicos, favorecendo a retenção de água, o que interfere nos processos de modificação da matéria orgânica e, conseqüentemente, afeta as características químicas dos solos (PAVAN et al., 1999).

De acordo com trabalho realizado por Guaçoni (2011), o adensamento de plantio do café conilon só modificou as características de fertilidade do solo quando as plantas eram adubadas anualmente com NPK, aumentando substancialmente os teores de P e K e o valor de T (CTC), na camada superficial. O autor também afirma que a utilização do adensamento pode constituir uma importante ferramenta para recuperação de solos degradados, desde que a adubação seja feita de forma adequada a elevar o acréscimo externo de nutrientes.

Com relação às alterações no sistema radicular, observa-se que em plantios mais adensados ocorre um maior aprofundamento e incremento no volume raízes por área, o que proporciona uma maior eficiência na aquisição de água e aproveitamento dos nutrientes aplicados, elevando a taxa de recuperação de nutrientes do solo pelas plantas (PAVAN et al., 1994; RENA; GUIMARÃES, 2000).

Em contrapartida, segundo Silveira et al. (1993), o adensamento no café conilon provoca o maior fechamento das copas, o que resulta em menor penetração de luz nas plantas, prejudicando o desenvolvimento de novas brotações, além de dificultar a condução e realização de alguns tratos culturais. Rena et al. (1994) também observaram que a diminuição do espaçamento pode provocar crescimento considerado do ramo ortotrópico. Outra desvantagem é a competição por água, luz, nutrientes e espaço entre as plantas (OLIVEIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2007).

Porém, quando se trata de adensamento em café conilon, o mesmo pode ser obtido de duas formas, seja pela diminuição do espaçamento, seja pelo manejo do número de ramos ortotrópicos por planta, consistindo no adensamento na própria planta (VERDIN FILHO et al., 2018a).

2.3 PODA NO CAFEEIRO CONILON

Um fator importante para alcançar produções satisfatórias na cultura do café conilon é a associação entre o número de plantas e o número de hastes ou ramos ortotrópicos por planta, de modo a definir o número de hastes por unidade de área. Para isso, é necessário fazer um bom planejamento, levando em consideração os fatores ambientais e climáticos da região, além do nível tecnológico do produtor, de preferência antes da lavoura ser instalada, pois tais características podem interferir na condução e no sucesso da atividade (VERDIN FILHO et al., 2013).

A determinação do número de hastes por planta pode ser obtida na lavoura em implantação quando se conduz a lavoura com o número de brotos desejados ou quando se faz o manejo da poda durante o ciclo de produção. Dessa forma é possível efetuar o adensamento com mudas no plantio ou na planta, quando se utiliza um maior número de hastes ortotrópicas por planta (VERDIN FILHO et al., 2018c).

A poda do cafeeiro consiste na eliminação parcial ou total da parte aérea da planta após a colheita, com o objetivo de: aumentar a vida útil do cafeeiro; minimizar os efeitos de alternância de produção; facilitar os tratamentos culturais; melhorar o arejamento das plantas em lavouras fechadas, permitindo também a entrada de luz no interior da copa; redução da altura da planta para facilitar a colheita; redução da infestação de pragas e doenças; renovar os ramos produtivos de plantas depauperadas; aumentar o rendimento da planta, entre outros (INCAPER, 2019).

O sistema de poda tradicional de café conilon divulgado pelo Incaper em 1993 foi adotado pela maioria dos produtores capixabas, que consistia em retirar as hastes quebradas, mais velhas, de menor vigor, mal localizadas ou estioladas (SILVEIRA et al., 1993). Porém, por não haver uma padronização da técnica (o que exigia que cada planta fosse avaliada de forma individualizada, considerando características como porte, arquitetura, vigor e produção), esse sistema de poda dificultava o entendimento e aprendizagem pelos produtores. A fim de uniformizar a condução das plantas, foi desenvolvido um novo manejo de poda, que permitiu melhor entendimento e execução da técnica (VERDIN FILHO et al., 2009).

A Poda Programada de Ciclo é uma prática em que a lavoura é totalmente renovada após a 4^a/5^a colheita, sem a necessidade de uma poda drástica como a recepa e seus inconvenientes. Nesse tipo de poda, recomenda-se a desbrota nos dois primeiros anos de idade da planta, deixando-a de acordo com a tecnologia empregada de 12 a 15 mil hastes/ha. Após a primeira, segunda e terceira colheita, é necessário retirar os galhos horizontais que atingiram até 70% de produção e os brotos novos. A partir da terceira ou quarta colheita (avaliação feita de acordo com as características de cada lavoura), é necessário realizar a retirada das hastes verticais, quando, nesse caso, elimina-se de 50 a 75% das hastes menos produtivas. Paralelamente, deve-se eliminar os ramos horizontais que atingiram 70% de produção e realizar a desbrota, deixando a quantidade de brotos novos para recompor a lavoura com o número de hastes recomendado. No próximo ano, recomenda-se a eliminação do restante das hastes verticais velhas e a desbrota, obtendo nessa fase uma lavoura revigorada e que nos anos seguintes deve ser conduzida da mesma forma, conforme descrito anteriormente (VERDIN FILHO et al., 2018c).

Segundo trabalhos realizados por Verdin Filho et al. (2009), a poda programada de ciclo oferece uma série de vantagens em comparação à poda tradicional, dentre elas: padronização do manejo da poda; maior facilidade de entendimento e execução; aumento da produtividade média da lavoura, podendo ser superior a 20%; maior facilidade para realização da desbrota e dos tratos culturais; maior estabilidade de produção por ciclo; maior uniformidade das floradas e da maturação dos frutos; redução média de 32% da mão de obra e melhor qualidade final do produto.

De acordo com a condução do número de hastes por planta, pode-se ter uma lavoura mais ou menos adensada, podendo interferir nas características da planta. Em trabalho realizado por Verdin Filho et al. (2019b), observou-se uma leve diminuição do comprimento dos ramos plagiotrópicos em função do aumento do número de hastes/planta. Nesse mesmo experimento, observou-se que na primeira safra produtiva da lavoura houve diferença na produção em função do número de hastes, sendo que as plantas conduzidas com 4 hastes apresentaram produção superior.

De acordo com Verdin Filho et al. (2013), o adensamento proveniente do aumento de número de hastes associado à redução do espaçamento, interferiu positivamente na produtividade do café conilon conduzido com a poda programada de ciclo. Em outro trabalho realizado por Verdin et al. (2018b), observou-se que este tipo de condução também influenciou o tamanho da copa do cafeeiro.

Verdin Filho et al. (2019b) acreditam que a interação entre o espaçamento e o número de hastes pode ser mais evidente com o avanço da idade das plantas e maior número de colheitas, permitindo obter resultados mais satisfatórios.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

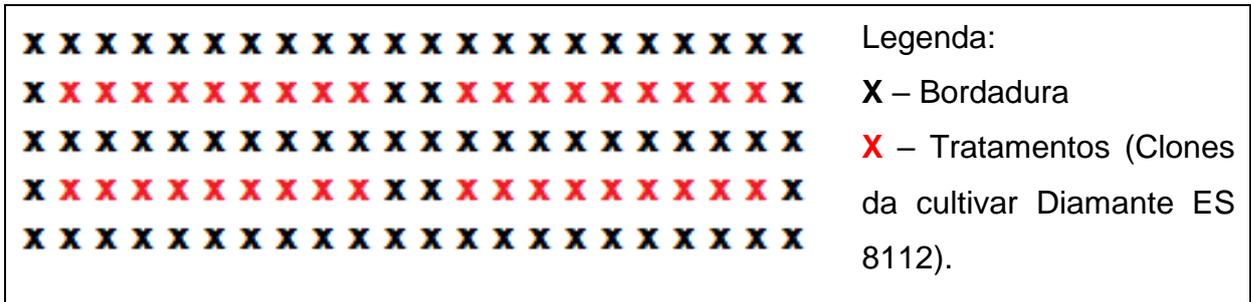
O experimento foi conduzido na área da Fazenda Experimental Bananal do Norte (FEBN) – Incaper, em Pacotuba, distrito de Cachoeiro de Itapemirim-ES, pertencente ao Centro de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação Sul. A região apresenta precipitação pluvial anual de 1.200 mm e temperatura média anual de 23°C. O clima é classificado como Cwa, com verão chuvoso e inverno seco, de acordo com a classificação de Köpen. A altitude do local é de 140 m, a topografia é ondulado-acidentada e o solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico.

A unidade experimental foi implantada no espaçamento de 3 m entre linhas e um variado dimensionamento entre plantas, de acordo com o estabelecido em cada tratamento. A adubação de plantio, formação e produção seguiram o recomendado por Prezotti et al. (2007), e o manejo fitossanitário e demais tratos culturais seguiram as recomendações de Ferrão et al. (2019).

A lavoura foi implantada em 2017, sendo conduzida com irrigação de forma suplementar. Para a obtenção do número de hastes de cada tratamento, as brotações foram conduzidas de modo a promover o estabelecimento do número de ramos ortotrópicos específicos de cada tratamento, ou seja, a partir da emissão de brotações, deixou-se conduzir apenas o número de brotos referentes ao número de ramos ortotrópicos que aquela parcela deveria apresentar.

A cultivar utilizada é a “Diamante ES 8112”, composta por 9 clones. Os clones estão dispostos em sequência na linha de plantio, na qual cada clone é representado por uma única planta em cada parcela do tratamento. Os tratamentos estão separados por bordadura, tanto no início e fim de cada parcela, como também pelas laterais, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ilustração da disposição dos tratamentos e da bordadura dentro do experimento, realizado em Pacotuba, 2022.



3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando o esquema de parcela subdividida de 5x5. As parcelas experimentais foram representadas pelos espaçamentos entre plantas na linha (0,5 m, 0,75 m, 1 m, 1,25 m e 1,5 m), e as subparcelas foram compostas pelo número de ramos ortotrópicos (hastes) por planta, em 5 níveis (2, 3, 4, 5 e 6 ramos por planta).

Entre linhas o espaçamento utilizado foi o padrão, que é de 3 m. Tal delineamento foi empregado para o estudo do comportamento do cafeeiro conilon em função do espaçamento de acordo com o número de ramos ortotrópicos utilizados, avaliando o quanto a densidade interfere nesse comportamento. A parcela experimental foi composta por nove plantas (9 clones que compõem a cultivar Diamante). O experimento foi composto por 25 tratamentos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos tratamentos com seus respectivos espaçamentos, número de ramos ortotrópicos por planta (hastes/planta), densidade de hastes por hectare (hastes/ha) e densidade de plantas por hectare (plantas/ha).

(continua)

Tratamento	Espaçamento (m)	Nº de ramos ortotrópicos/planta	Nº de hastes/ha	Nº de plantas/ha
T1	3x0,50	6	40.000	6.667
T2	3x0,50	5	33.333	
T3	3x0,50	4	26.667	
T4	3x0,50	3	20.000	
T5	3x0,50	2	13.333	

Tabela 1. Relação dos tratamentos com seus respectivos espaçamentos, número de ramos ortotrópicos por planta (hastes/planta), densidade de hastes por hectare (hastes/ha) e densidade de plantas por hectare (plantas/ha).

(conclusão)

Tratamento	Espaçamento (m)	Nº de ramos ortotrópicos/planta	Nº de hastes/ha	Nº de plantas/ha
T6	3x0,75	6	26.667	4.444
T7	3x0,75	5	22.222	
T8	3x0,75	4	17.778	
T9	3x0,75	3	13.333	
T10	3x0,75	2	8.889	
T11	3x1,00	6	20.000	3.333
T12	3x1,00	5	16.667	
T13	3x1,00	4	13.333	
T14	3x1,00	3	10.000	
T15	3x1,00	2	6.667	
T16	3x1,25	6	16.000	2.667
T17	3x1,25	5	13.333	
T18	3x1,25	4	10.667	
T19	3x1,25	3	8.000	
T20	3x1,25	2	5.333	
T21	3x1,50	6	13.333	2.222
T22	3x1,50	5	11.111	
T23	3x1,50	4	8.889	
T24	3x1,50	3	6.667	
T25	3x1,50	2	4.444	

3.3 AVALIAÇÕES

As avaliações ocorreram no ciclo produtivo da terceira colheita e foram realizadas ao longo da fase de maturação do cafeeiro conilon. De cada planta útil da parcela, um ramo plagiotrópico de produção foi selecionado, marcado e identificado para realização das avaliações ao longo do período de análise.

Foram realizadas medições em campo e em laboratório, as quais serviram de base para estabelecer a determinação de novos parâmetros de avaliação, que contribuem consideravelmente no entendimento do comportamento das plantas de café conilon submetidas a cada tratamento.

As avaliações consistiram em 2 etapas, a fase não destrutiva e a fase destrutiva (partes da planta foram retiradas para medição). As avaliações destrutivas consistiram na retirada do ramo plagiotrópico previamente selecionado, seccionando o mesmo no ponto de interseção com o ramo ortotrópico. Após o corte, foram realizadas as medições.

3.3.1 Altura da planta

A altura da planta (ALT) foi determinada com o auxílio de trena graduada em centímetros, medindo da base da planta (rente ao solo) até o ponto mais alto do ramo ortotrópico selecionado.

3.3.2 Altura da copa

Para a determinação da altura da copa (ALTC), foi realizada a medição com trena graduada em centímetros, no ponto de inserção do primeiro ramo plagiotrópico até o ponto mais alto do ramo ortotrópico selecionado.

3.3.3 Diâmetro do caule

O diâmetro do caule (DC) foi determinado utilizando paquímetro manual, medindo o diâmetro no ponto de inserção do ramo ortotrópico com o caule principal.

3.3.4 Índice de clorofila

O teor de clorofila (CLO) (ICF; índice de clorofila Falker) foi avaliado utilizando o medidor portátil de teor de clorofila “ClorofiLOG” Falker modelo FL1030. Para isso, foi utilizado o 3º ou 4º par de folhas do ramo localizado na porção mediana da planta

para fazer a medição. Foram coletados 2 valores por planta e, posteriormente, foi calculada a média.

3.3.5 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) foi determinado utilizando o aparelho Plant Pen300. Para isso, também foi coletada uma folha de cada planta, na porção mediana, no 3º ou 4º par de folhas, e foram feitas 2 medições na mesma amostra coletada e, posteriormente, foi realizado a média desses 2 valores.

3.3.6 Número de ramos plagiotrópicos

O número de ramos plagiotrópicos (NRP) do ramo ortotrópico foi obtido por contagem direta.

3.3.7 Área foliar do ramo plagiotrópico

A determinação da área foliar unitária consistiu através da coleta de 2 folhas de cada ramo, sendo provenientes do 3º ou 4º par de folhas. Com auxílio da trena, foram medidas a maior largura (a) e o maior comprimento (b) de cada folha, e posteriormente realizada a média dos mesmos. A média de cada parâmetro foi utilizada para determinar a área foliar através da fórmula de Schmidt et al. (2015), onde: $AF = 0,6723 + 0,667 * a * b$. A partir desse valor, obteve-se a área foliar do ramo plagiotrópico (AFRP), multiplicando a área foliar unitária, pelo número de folhas do ramo plagiotrópico.

3.3.8 Comprimento do ramo plagiotrópico

O comprimento do ramo plagiotrópico (CRP) foi determinado utilizando a trena graduada em cm, medindo da ponta do ramo plagiotrópico até o ponto de inserção com o ramo ortotrópico.

3.3.9 Diâmetro do ramo plagiotrópico

O diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP) foi determinado realizando a medição no ponto de secção do ramo plagiotrópico com o ramo ortotrópico, com o auxílio do paquímetro manual.

3.3.10 Número de rosetas

O número de rosetas (NR) do ramo plagiotrópico (gemas reprodutivas) foi determinado através de contagem direta. Considerou-se como roseta a inserção de um ou mais frutos no nó.

3.3.11 Número de nós

A contagem do número de nós (NN) do ramo plagiotrópico (gemas vegetativas e reprodutivas) foi realizada através de contagem direta.

3.3.12 Número de Frutos

O número de frutos do ramo plagiotrópico (NFRU) foi determinado através da contagem direta.

3.3.13 Comprimento de internódios do ramo plagiotrópico

O comprimento de internódios do ramo plagiotrópico (CIRP) foi obtido pela divisão do comprimento do ramo plagiotrópico (cm) pelo número de nós do ramo, com resultado em cm.

3.3.14 Número de frutos por roseta

O número médio de frutos por roseta (FRO) foi mensurado pela divisão do número total de frutos do ramo plagiotrópico pelo número de rosetas.

3.3.15 Bóia

Após a colheita foi realizada a pesagem dos frutos coletados de cada parcela, e também foi realizado o peso de “grãos bóia” (BOIA). Para determinar o BOIA, foram coletados 100 frutos de cada parcela, e posteriormente os mesmos foram colocados em recipiente com água, onde foi realizada a contagem dos grãos que boiaram, permitindo estimar a porcentagem de “grãos bóia” de cada tratamento.

3.3.16 Relação café beneficiado/café da roça

Para análise de pós-colheita, foram coletadas amostras de 1 kg de grãos cerejas de cada parcela e as mesmas foram submetidas a secagem em terreiro suspenso. Quando atingiram umidade entre 11 a 13%, realizou-se a pesagem, em balança de precisão, dos grãos de café em coco. Após secagem, os grãos de café em coco passaram pelo processo de beneficiamento (retirada da casca do café), sendo posteriormente pesados, em balança de precisão, a fim de se obter o peso do café beneficiado. Para determinação da relação café beneficiado/café da roça (CBCR),

usou-se o peso do café beneficiado, dividido pelo peso do café da roça, posteriormente multiplicado por 100 para se obter o valor em porcentagem.

3.3.17 Peneiras

O café beneficiado foi submetido a análise física de granulometria, utilizando-se, para isso, as seguintes peneiras: 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 e fundo. As peneiras foram ordenadas de forma crescente (da menor para a maior), sendo, então, o café inserido na peneira 17. Após o processamento de peneiramento, se fez a pesagem, em balança de precisão, de quanto ficou retido em cada peneira, sendo que os grãos que passaram da peneira 11 foram considerados como “fundo”. Para a classificação dos grãos por tamanho, usou-se como parâmetro a Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, que estabelece procedimentos de separação do café de acordo com a sua granulometria em 3 tipos: Grãos Graúdos – GRA (peneiras 19/18 e 17); Grãos médios – MED (peneiras 16 e 15); e Grãos Miúdos – MIU (peneira 14 e menores) (BRASIL, 2003).

3.3.18 Produtividade

A determinação da produtividade (PROD) em sacas/hectare (sc/ha) foi obtida através da equação abaixo:

$$PROD = (PP \div PU) * DP * CBCR \div 60$$

Onde:

PROD = produtividade, em sacas/ha.

PP = produção da parcela, em kg.

PU = plantas úteis da parcela, em unidade.

DP = densidade de plantas por hectare (Tabela 1).

CBCR = relação café beneficiado/café da roça, em porcentagem.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade), e nos casos de diferenças significativas, foi utilizado o critério de agrupamento de médias descrito por Scott-Knott (5% de probabilidade). As análises estatísticas descritas foram realizadas no programa Rbio (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância evidencia que, para todos os parâmetros avaliados, não houve efeito significativo, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, para a interação entre espaçamento (E) e número de ramos ortotrópicos (RO) (Tabela 2). Diante disso, analisou-se a influência do espaçamento e do número de hastes, sobre os caracteres morfoagronômicos e de pós-colheita, de forma isolada.

A fonte de variação espaçamento não influenciou significativamente na altura da copa (ALTC), na porcentagem de “grãos bóia” (BOIA), na relação café beneficiado/café da roça (CBCR) e na porcentagem de grãos graúdos (GRA), médios (MED) e miúdos (MIU). Já em relação ao uso de diferentes números de hastes, os seguintes parâmetros não apresentaram diferença significativa: altura da planta (ALT); clorofila (CLO), índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI); número de frutos (NFRU); comprimento do internódio do ramo plagiotrópico (CIRP); frutos por roseta (FRO); produtividade (PROD); porcentagem de “grãos bóia” (BOIA); relação café beneficiado/café da roça (CBCR); e porcentagem de grãos graúdos (GRA), médios (MED) e miúdos (MIU) (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para características morfoagronômicas e produtivas de plantas de *Coffea canephora*, submetidas à diferentes espaçamentos e número de hastes.

(continua)

Fonte de variação	Espaçamento (E)	Ramos Ortotrópicos (RO)	E x RO	CV (%)		Média
				CV1	CV2	
Graus de liberdade	4	4	16			
Característica		p-value		CV1	CV2	
ALT (cm)	0,0048*	0,2703	0,7384	8,2	8,5	247,28
ALTC (cm)	0,8413	0,0100*	0,9461	9,9	12,4	96,39
DC (cm)	0,0000*	0,0006*	0,6503	5,8	9,3	3,79
NRP (unid.)	0,0261*	0,0044*	0,7440	12,7	17,4	41,47
AFRP (cm ²)	0,0079*	0,0198*	0,2041	35,9	26,2	778,72
CLO (ICF)	0,0153*	0,0960	0,7966	7,5	7,1	67,64
NDVI	0,0140*	0,1545	0,7342	1,4	1,8	0,66

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para características morfoagronômicas e produtivas de plantas de *Coffea canephora*, submetidas à diferentes espaçamentos e número de hastes.

(conclusão)

Fonte de variação	Espaçamento (E)	Ramos Ortotrópicos (RO)		E x RO	CV (%)		Média
		4	4		16	CV1	
Graus de liberdade	4	4	4	16			
Característica		p-value			CV1	CV2	
CRP (cm)	0,0003*	0,0000*	0,5535	6,3	8,0	71,79	
DRP (cm)	0,0001*	0,0001*	0,7428	7,3	15,6	0,32	
NR (unid.)	0,0342*	0,0014*	0,5426	15,2	17,3	11,67	
NN (unid.)	0,0002*	0,0042*	0,9228	12,9	13,3	20,58	
NFRU (unid.)	0,0054*	0,0527	0,5138	25,6	32,1	153,51	
CIRP (cm)	0,0002*	0,3389	0,4482	8,1	8,9	3,67	
FRO (unid.)	0,0374*	0,7382	0,5457	24,9	30,2	12,82	
PROD (sc/ha)	0,0000*	0,8329	0,6737	27,0	42,6	64,96	
BOIA (%)	0,9105	0,1206	0,7253	74,3	86,9	3,47	
CBCR (%)	0,1968	0,9989	0,8273	7,5	7,7	21,72	
GRA (%)	0,1631	0,6567	0,6635	115,0	151,5	4,94	
MED (%)	0,4331	0,4403	0,7390	33,5	32,6	37,38	
MIU (%)	0,2644	0,4826	0,7981	24,6	27,2	57,67	

Legenda: ALT (altura), ALTC (altura da copa), DC (diâmetro do caule), NRP (número de ramos plagiotrópicos), AFRP (área foliar do ramo plagiotrópico), CLO (clorofila), NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), CRP (comprimento do ramo plagiotrópico), DRP (diâmetro do ramo plagiotrópico), NR (número de rosetas), NN (número de nós), NFRU (número de frutos), CIRP (comprimento do internódio do ramo plagiotrópico), FRO (frutos por roseta), PROD (produtividade), BOIA (% de grãos bóa), CBCR (relação café beneficiado/café da roça), GRA (grãos graúdos), MED (grãos médios), MIU (Grãos miúdos), CV (coeficiente de variação).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados encontrados da influência de diferentes espaçamentos nas características agronômicas do cafeeiro conilon podem ser observados na Tabela 3.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que espaçamentos menores (0,5 e 0,75 m) contribuem para obtenção de plantas mais altas. Em estudos realizados em café arábica, autores como Verdin Filho et al. (2019b), observaram que maiores densidades de plantio (ou seja, a utilização de espaçamentos menores) proporcionaram um aumento da altura das plantas. Isso pode ser explicado através do estudo desenvolvido por Taiz e Zeiger (2004), que notaram que o adensamento provoca um autossombreamento nas plantas, promovendo um desequilíbrio hormonal que estimula o crescimento do meristema apical.

Tabela 3 – Comparação de médias de características morfoagronômicas e produtivas de plantas de cafeeiro conilon, em função de diferentes espaçamentos entre plantas na linha de cultivo (FEBN – Cachoeiro de Itapemirim, 140 m de altitude, colheita de 2021).

E (m)	ALT (cm)	DC (cm)	NRP (unid.)	AFRP (cm²)	CLO (ICF)	NDVI	CRP (cm)
0,50	258,92 a	3,40 c	38,26 a	557,66 b	63,60 b	0,6604 a	66,53 c
0,75	259,02 a	3,74 b	40,94 a	738,47 b	67,28 a	0,6616 a	69,80 b
1,00	245,67 b	3,90 a	41,19 a	761,58 b	68,04 a	0,6606 a	74,71 a
1,25	239,74 b	3,92 a	42,12 a	900,95 a	69,84 a	0,6565 a	73,84 a
1,50	233,07 b	3,97 a	44,84 a	934,92 a	69,46 a	0,6504 b	74,07 a

E (m)	DRP (cm)	NR (unid.)	NN (unid.)	NFRU (unid.)	CIRP (cm)	FRO (unid.)	PROD (sc/ha)
0,50	0,2847 b	10,38 b	17,56 b	119,96 b	3,96 a	11,11 b	90,98 a
0,75	0,3180 a	11,60 a	18,85 b	143,39 b	3,90 a	11,87 b	70,77 b
1,00	0,3239 a	12,24 a	22,68 a	162,86 a	3,48 b	13,04 a	65,10 b
1,25	0,3299 a	12,12 a	21,72 a	164,55 a	3,51 b	13,54 a	51,42 c
1,50	0,3366 a	12,03 a	22,09 a	176,80 a	3,48 b	14,55 a	46,52 c

Legenda: E (espaçamento), ALT (altura), DC (diâmetro do caule), NRP (número de ramos plagiotrópicos), AFRP (área foliar do ramo plagiotrópico), CLO (clorofila), NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), CRP (comprimento do ramo plagiotrópico), DRP (diâmetro do ramo plagiotrópico), NR (número de rosetas), NN (número de nós), NFRU (número de frutos), CIRP (comprimento do internódio do ramo plagiotrópico), FRO (frutos por roseta), PROD (produtividade). Médias seguidas de mesma letra, em uma mesma coluna, não apresentam diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo critério de Scott-Knott.

Porém, no trabalho desenvolvido por Junior e Menechini (2021), não foi encontrada diferença significativa para altura das plantas submetidas a diferentes densidades de plantio, mas isso pode ter sido justificado, pois o experimento foi realizado com plantas jovens que possuíam pouco desenvolvimento de copa e por isso não promoviam o autossombreamento. Segundo Carvalho et al. (2010), em experimento com 25 cultivares de café arábica, há uma correlação fenotípica entre produtividade e altura da planta, mostrando que este atributo contribui para o aumento da produtividade, porém as correlações genotípicas não foram significativas, o que evidencia que a altura da planta sofre um forte efeito do ambiente ao qual a planta está inserida.

Com relação ao diâmetro do caule ortotrópico (DC), nota-se que à medida que diminui o espaçamento entre plantas, diminuem os valores do DC. De acordo com Santos et al. (2005), em experimento avaliando espaçamento juntamente com

disponibilidade de água, o aumento da densidade de plantio diminuiu linearmente o diâmetro do caule. A disponibilidade de luz pode alterar o diâmetro do caule, devido as variações das atividades vasculares (PAIVA et al., 2003). O diâmetro dos vasos condutores de plantas lenhosas correlaciona-se positivamente com o diâmetro do caule (OLSON; ROSELL, 2013). O xilema e o floema são os principais componentes das hastes lenhosas, e sua diferenciação pode ser influenciada por hormônios vegetais, sendo que a restrição luminosa pode aumentar os níveis desses hormônios e resultar no incremento no diâmetro do caule (RIBEIRO, 2018). César et al. (2013) observaram que, nas situações em que o sombreamento é otimizado, há um incremento no diâmetro do caule de diferentes cultivares de café arábica quando estas são submetidas à restrição artificial de luz, em comparação com as mudas mantidas a pleno sol. Porém Baliza et al. (2012) verificaram que em situações de sombreamento intenso (90% de restrição luminosa), em diferentes épocas (seca e chuvosa), houve redução do diâmetro do caule, quando comparado aos cafeeiros conduzidos sob menores níveis de restrição de luz e a pleno sol. Entretanto, sob níveis intermediários de restrição luminosa, houve incremento nos valores desse parâmetro.

Em trabalhos realizados em café arábica por Carvalho et al. (2010), houve uma correlação positiva entre a produtividade inicial do cafeeiro e as características diâmetro de caule. Ao avaliar 22 genótipos de café conilon, Dalcolmo (2013) e Dalcolmo et al. (2017) identificaram características que exercem maior influência sobre a produtividade, dentre elas encontra-se como secundária o diâmetro do ramo ortotrópico. Os autores consideram que, para maiores incrementos de produtividade, deve-se escolher genótipos que possuem ramos ortotrópicos de maior diâmetro.

Conforme apresentado na Tabela 3, o espaçamento interfere significativamente no número de ramos plagiotrópicos (NRP), porém, ao submeter os dados ao teste de agrupamento de médias por Scott-Knott, o mesmo não foi suficiente para detectar esta diferença (Tabela 3). O ideal é dar continuidade à pesquisa por mais safras produtivas, para detectar se esse padrão se repete ou se o teste Scott-Knott irá encontrar diferença significativa ao longo do tempo. Vale ressaltar que a quantidade de ramos plagiotrópicos pode interferir na capacidade produtiva da lavoura

(FERRÃO et al., 2019), uma vez que ocorrerá um acréscimo de nós, local onde se originam as gemas laterais com capacidade produtiva (LUNZ, 2006).

Para a área foliar do ramo plagiotrópico (AFRP), notou-se que espaçamentos maiores entre plantas (1,25 e 1,5 m) proporcionam uma maior AFRP. Isso não quer dizer que os tratamentos conduzidos menos adensados possuem maior área foliar unitária, pois a AFRP foi calculada levando em consideração não só a área foliar unitária, mas também o número de folhas do ramo plagiotrópico. Brum (2007) também observou que, com o sombreamento, há uma diminuição do número de folhas por planta do cafeeiro e um aumento do tamanho da folha. De acordo com Ricci et al. (2006), isso pode ser um mecanismo utilizado pelo cafeeiro para compensar a menor luminosidade recebida. Fahl et al. (1994), em estudo com diversos cultivares, mostraram que, quando o cafeeiro é cultivado em condições de sombreamento, ele desenvolve folhas mais finas e maior área foliar, de modo a proporcionar maior interceptação da luz disponível (BRAUM et al., 2007; BRUM, 2007).

A área foliar (AF) é uma variável de crescimento de suma importância, pois é um indicativo para a produtividade da planta, uma vez que a AF está diretamente relacionada com a interceptação de luz, taxa fotossintética e crescimento da planta em geral (PARTELLI et al., 2006). A eficiência do processo fotossintético depende da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar, as quais são influenciadas pela arquitetura do dossel e pela dimensão do sistema fotoassimilador (FAVARIN et al., 2002).

O índice de clorofila (CLO) foi menor em plantas submetidas ao tratamento com espaçamento de 0,5 m na linha de plantio, apresentando o valor de 63,6. As clorofilas estão ligadas à eficiência fotossintética das plantas, pois são elas que realizam a conversão da radiação luminosa em energia química (PETRIM; ALMEIDA, 2020). O teor de clorofila foliar está diretamente ligado com o potencial produtivo do cafeeiro, podendo ter variabilidade espacial dentro da lavoura e dentro da própria planta (SOUSA et al., 2019). Quanto maior a intensidade de luz, desde que presentes os outros fatores, maior a velocidade da fotossíntese, mas isso se dá até um determinado limite, quando se alcança o ponto de saturação; por essa razão, uma planta com alto teor de clorofila é capaz de atingir taxas fotossintéticas mais

altas (CHAPPELLE; KIM, 1992; PETRIM; ALMEIDA, 2020). Isso ajuda a explicar os resultados encontrados, pois os tratamentos com espaçamentos menores proporcionam um autossombreamento em algumas partes da planta, diminuindo a passagem de luz, acarretando em valores menores do índice de clorofila.

O NDVI é um sensor utilizado para medir o índice de vegetação. O valor do NDVI pode variar em uma escala entre -1 a $+1$, sendo que, quanto mais próximo de 1 , maior a densidade de cobertura vegetal. Os valores negativos podem indicar a presença de corpos d'água e o 0 representa o valor aproximado para ausência de vegetação (MOTA, 2015).

De acordo com a Tabela 3, observa-se que o tratamento de $1,5$ m entre plantas apresentou diferenças significativas em relação aos demais tratamentos, apresentando menor valor de NDVI, correspondendo a $0,6504$. O NDVI pode ser um bom indicador do estresse da vegetação causado pelas alterações climáticas regionais, e a variação em seus valores acompanha a variação do vigor vegetativo dos cafeeiros, que por sua vez é influenciado pelas variáveis meteorológicas (MOTA, 2015). O índice de vegetação pode ser relacionado a uma redução do vigor fotossintético em plantas quando submetidas à deficiência de água (SIMS; GAMON, 2002). Bastiaanssen et al. (2000) afirmam que a evapotranspiração é uma forma em que ocorre a saída de água dos cultivos, do mesmo modo que Borges et al. (2010) evidenciaram que outra variável muito importante nos estudos de necessidade hídrica é a radiação solar, pois está relacionada aos processos físico-químico e biológicos da cultura, e interfere no crescimento/desenvolvimento e produção do vegetal. Diante disso, pode-se inferir que, em campo, os tratamentos de $1,5$ m entre plantas podem sofrer um estresse maior devido à maior incidência solar e maior evapotranspiração, pois a planta está mais exposta às ações do ambiente; já nos outros tratamentos há um autossombreamento devido ao maior adensamento das plantas.

O espaçamento também influenciou o comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), em que constatou-se que maiores espaçamentos (1 ; $1,25$ e $1,5$ m) entre plantas proporcionam CRP maiores. Em trabalho similar realizado por Verdin Filho et al. (2019b), avaliando a primeira safra produtiva, não foi observada alteração significativa no CRP, mantendo-se estatisticamente inalterado em função dos níveis

de espaçamento. Carvalho et al. (2010), em estudos com genótipos de café arábica, ressaltam que a produtividade se correlaciona fenotipicamente de forma significativa com o comprimento do ramo plagiotrópico. Pereira et al. (2011) também realizaram experimento com café arábica e observaram que o CRP é significativamente influenciado pelo espaçamento entre plantas na linha de plantio. O aumento da densidade de plantio promove uma maior competição entre plantas, o que resulta em alterações fisiológicas e morfológicas no crescimento e desenvolvimento vegetativo do cafeeiro (MACHADO FILHO et al., 2013). A competição pelos recursos básicos (espaço, água, nutrientes e outros) para o desenvolvimento da planta, podem ter provocado o menor crescimento do ramo plagiotrópico nos tratamentos mais adensados. Outro fator que contribui para isso é a radiação, pois, ao passar pela copa, ela se torna relativamente mais rica em vermelho extremo do que em vermelho, promovendo uma grande queda no teor de Fve (fitocromo quando absorve o comprimento de onda vermelho extremo ou vermelho longo); com isso, as plantas criam um mecanismo que começa a utilizar prioritariamente sua energia para elevar o caule em vez de utilizá-la para crescer horizontalmente, ficando então com caules ortotrópicos alongados e ramificações menores (TAIZ; ZEIGER, 2004; MAJEROWICZ; PERES, 2004).

O mesmo acontece com o diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP), que, possivelmente devido à competição ocasionada pelo adensamento, apresentou menores valores quando as plantas foram submetidas aos tratamentos com espaçamentos menores na linha de plantio (Tabela 3). Observa-se que os tratamentos com espaçamento de 0,5 m diferiram significativamente em relação aos demais, apresentando o menor valor médio de DRP, correspondente a 0,2847 cm. Gathaara e Kiara (1984) e Ribeiro (2018) observaram que o adensamento promove maior crescimento primário no topo da planta devido ao sombreamento e conseqüentemente menor fluxo de luz ao longo do dossel da planta, que interfere no desenvolvimento normal da planta, podendo trazer alterações em seus componentes.

O número de rosetas do ramo plagiotrópico (NR) sofreu influência significativa do espaçamento, sendo que os tratamentos conduzidos com 0,5 m de espaçamento entre plantas, apresentaram o menor valor de NR, com média de 10,38 rosetas. Isso

implica que densidade de plantio maiores diminui o NR. Em condições de sombreamento intenso, o cafeeiro tem mais estímulo para o crescimento vegetativo, resultando em menor emissão de gemas florais (DaMATTA et al., 2007), o que pode resultar em perdas de produtividade (PEZZOPANE et al., 2007). O menor número de rosetas deve-se aos menores valores de radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre os cafeeiros (RICCI et al., 2006), isso ajuda a comprovar os resultados obtidos, pois no espaçamento de 0,5 m ocorre um autossombreamento devido ao adensamento.

Foi observado maior número de nós do ramo plagiotrópico (NN) em tratamentos com espaçamentos maiores na linha de plantio, evidenciando que o adensamento promove uma diminuição do NN. Um dos efeitos do sombreamento ou até mesmo do autossombreamento ocasionado pelo adensamento, consiste na diminuição do número de nós do ramo plagiotrópico (MONTROYA et al., 1961; COLODETTI et al., 2018), que pode interferir diretamente na produtividade do cafeeiro (DaMATTA, 2004). Morais (2003), Morais et al. (2009) e Castillo e Lopez (1966), constataram que a maior disponibilidade de irradiância aumenta significativamente o número de nós por ramo plagiotrópico.

Observa-se, na Tabela 3, que o espaçamento influencia significativamente no comprimento do internódio do ramo plagiotrópico (CIRP), sendo que espaçamentos menores (0,5 e 0,75 m) causaram CIRP maiores, ou seja, um estiolamento desse ramo plagiotrópico. Lunz (2006) também observou que, em condições de sombreamento, o número de nós diminuiu e que o comprimento dos internódios tanto do ramo ortotrópico quanto dos plagiotrópicos aumenta com a menor irradiância. Campanha et al. (2004) também observaram, em experimento realizado com café conduzido em monocultivo e sombreado no SAF (sistema agroflorestal), que as plantas sombreadas apresentaram maior CIRP. Existem vários trabalhos que relatam que o sombreamento, ou o autossombreamento causado pelo adensamento, é capaz de alterar a fisiologia da planta, repercutindo na modificação de várias características, dentre elas, o aumento do CIRP quando as plantas são submetidas a menor incidência de luz (OLIOSI et al., 2013; ARAÚJO, 2013). Isso ajuda a comprovar os resultados obtidos neste trabalho, pois, devido a menor

quantidade de luz incidente na planta, devido ao autossombreamento, houve o estiolamento dos ramos plagiotrópicos.

O número de frutos do ramo plagiotrópico (NFRU) foi maior nas plantas conduzidas com espaçamentos maiores na linha de plantio (1; 1,25 e 1,5 m), ou seja, nos cafeeiros menos adensados. De acordo com estudo realizado por Lunz (2006), o sombreamento pode alterar a atividade fotossintética e metabólica das plantas, bem como a emissão de gemas floríferas, que conseqüentemente refletem na quantidade de frutos por ramo, mostrando que a produção é influenciada diretamente pela intensidade de luz. Kumar e Tieszen (1980) afirmam que, ao longo do processo de desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro, são exigidos diferentes níveis de ácido giberélico. Para a diferenciação das inflorescências, é necessária uma baixa concentração de giberelinas; para o desenvolvimento das gemas florais, é preciso um nível intermediário; enquanto que, para garantir a antese das gemas florais, é indispensável um nível endógeno ainda maior. Kumar (1978) observou que a menor diferenciação das gemas florais em cafeeiros ocorre devido ao aumento do nível endógeno de giberelinas, que possuem um efeito inibidor na formação das gemas. Elevadas concentrações desse hormônio foram observadas em estudos por este autor, em cafeeiros sob alta densidade de plantas, ou seja, sob intenso autossombreamento, impactando na redução da iniciação floral e conseqüentemente na produção das plantas. Alguns estudos confirmam a influência do espaçamento sobre o NFRU, mostrando que o aumento no espaçamento entre as plantas na linha de plantio promove a formação de maior número de frutos por ramo (PEREIRA et al., 2011; ALMEIDA, 2015).

Ao encontro disso, observa-se que o número de frutos por roseta (FRO) também foi maior em tratamentos mais espaçados (1; 1,25 e 1,5 m). Cannell (1975) afirma que o mais importante componente da produção é o número de nós formados, mas também o número de frutos presentes em cada nó. Almeida (2015) também observou que houve diminuição do número de frutos por roseta, com o aumento do adensamento entre plantas, na linha, do cafeeiro arábica, podendo ser justificado pelo autossombreamento nos cultivos mais adensados.

Com relação à produtividade (PROD), apesar de cultivos menos adensados apresentarem uma maior quantidade de rosetas, número de nós, números frutos e

frutos/roseta, quando comparados aos tratamentos mais adensados, observa-se que à medida que diminui o espaçamento entre plantas, aumenta a produtividade em sacas beneficiadas por hectare (sc/ha). O espaçamento de 0,5 m na linha de plantio promoveu uma produtividade de 90,98 sc/ha, enquanto o espaçamento de 1,5 m, uma produtividade de 46,52 sc/ha. Ricci et al. (2006), em experimento com café arábica sombreado, observaram que o sombreamento reduziu o diâmetro dos cafeeiros, o número de ramos produtivos e de nós por ramos, no entanto aumentou a área foliar e o peso dos frutos, permitindo a obtenção de produção semelhante ao cultivo realizado a pleno sol. Botelho et al. (2010) observaram, em café arábica, que o adensamento possibilita uma melhor utilização da área, devido o aumento da densidade de plantas/ha, proporcionando um aumento da produção por área. Outros trabalhos desenvolvidos com café arábica também demonstram o aumento da produtividade, com o aumento da densidade de plantas (CAMARGO et al., 1985; PAULO et al., 2005; PAULO; FURLANI, 2010; MATIELLO et al., 2006). Em cafeeiro conilon, também houve evidência significativa do espaçamento sobre a produtividade, como os trabalhos realizados por Lani et al. (2000) e Verdin Filho (2005), que mostram que o adensamento tem efeito positivo na produtividade. Em experimento similar a este, Verdin Filho et al. (2019b) observaram que maiores espaçamentos do cafeeiro conilon na linha de cultivo resultam em plantas mais baixas e com maior produção unitária, porém, em menores espaçamentos, ocorrem ganhos em produtividade pelo acréscimo no número de plantas por área e para a primeira safra produtiva, sendo que obtiveram uma produtividade de 76,5 sacas/ha no espaçamento de 0,5 m e 57,7 sacas/ha no espaçamento de 1,5 m entre plantas.

Notou-se que a variação no número de ramos ortotrópicos por planta também influenciou significativamente algumas características agrônômicas do cafeeiro conilon, conforme demonstrado na Tabela 4.

A altura da copa (ALTC) foi influenciada significativamente pelo número de ramos ortotrópicos. Na Tabela 4, é possível observar que tratamentos com menores adensamentos de RO (2 e 3) apresentaram maiores valores de ALTC. Isso pode ser explicado pelo fato que, em tratamentos com menor número de hastes/planta, há menos influência do autossombreamento e menor competição. Plantas de café com arquiteturas de copa muito fechadas podem dificultar a entrada de luz e o

desenvolvimento de novas brotações, além de competição por água, luz, nutrientes e espaço entre as plantas de café (SILVEIRA et al., 1993; OLIVEIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2007).

Tabela 4 – Comparação de médias de características morfoagronômicas e produtivas de plantas de cafeeiro conilon, em função de diferentes número de ramos ortotrópicos por planta (FEBN – Cachoeiro de Itapemirim, 140 m de altitude, colheita de 2021).

RO (unid.)	ALTC (cm)	DC (cm)	NRP	AFRP (cm ²)
2	102,61 a	4,00 a	45,82 a	855,94 a
3	100,68 a	3,92 a	43,84 a	817,59 a
4	91,39 b	3,81 a	40,66 b	768,71 a
5	91,71 b	3,68 b	37,62 b	806,85 a
6	95,55 b	3,52 b	39,41 b	644,50 b

RO (unid.)	CRP (cm)	DRP (cm)	NR	NN
2	75,02 a	0,3624 a	12,46 a	21,76 a
3	75,47 a	0,3336 a	12,70 a	21,61 a
4	72,87 a	0,3099 b	11,98 a	20,98 a
5	69,24 b	0,2984 b	10,90 b	19,72 b
6	66,37 b	0,2888 b	10,34 b	18,83 b

Legenda: RO (número de ramos ortotrópicos), ALTC (altura da copa), DC (diâmetro do caule), NRP (número de ramos plagiotrópicos), AFRP (área foliar do ramo plagiotrópico), CRP (comprimento do ramo plagiotrópico), DRP (diâmetro do ramo plagiotrópico), NR (número de rosetas), NN (número de nós).

Médias seguidas de mesma letra, em uma mesma coluna, não apresentam diferença estatística ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott.

Walyaro e Van der Vossen (1979) observaram correlações positivas entre produtividade e altura da copa. Uma vez que a ALTC é um parâmetro que ajuda a determinar a área e o volume da copa. Um maior dossel, tanto em área como em volume, contribui, até certo nível, significativamente para o desenvolvimento das plantas, visto ser sabido que boa parte do sistema radicular das plantas é proporcional à sua parte aérea, e um maior desenvolvimento radicular permite melhor aproveitamento dos recursos presentes no solo, como água e nutrientes (ALVES, et al., 2008; ROCHI et al., 2015).

O diâmetro do caule ortotrópico também sofreu interferência com o número de hastes por planta, onde maiores números de hastes (5 e 6) proporcionaram a

obtenção de menores valores de DC. Em experimento realizado por Verdin Filho et al. (2019a), em café arábica, avaliando a influência do número de hastes após arqueamento das mudas, observou-se diminuição linear à medida em que aumentou o número de ramos ortotrópicos da planta, o que pode ser justificado pelo maior número de estruturas caulinares. Já foi constatado que o autossombreamento, provocado pela diminuição do espaçamento entre plantas, provoca uma diminuição no DC; nesse caso, acredita-se que o adensamento de ramos ortotrópicos favoreceu o autossombreamento, colaborando para obtenção desses resultados. Lunz (2006) afirma que o DC é afetado significativamente pela disponibilidade de radiação solar.

O número de ramos ortotrópicos por planta também influenciou significativamente no número de ramos plagiotrópicos (NRP), uma vez que o número de hastes menor (2 e 3) promoveu a obtenção de maiores NRP. Isso pode ser explicado pela competição por espaço e recursos, devido ao incremento de hastes na planta. Porém Verdin Filho et al. (2019a) e Colodetti et al. (2018) encontraram situação inversa ao avaliar número de hastes em cafeeiro arábica, em que observaram que o incremento do número de ramos ortotrópicos favoreceu a maior obtenção de NRP, isso porque em ambos os trabalhos foi considerado o número de ramos plagiotrópicos por planta, e não por ramo ortotrópico. Os resultados obtidos por Verdin Filho et al. (2019a) também podem ser justificados, pois o experimento foi conduzido avaliando a influência do número de hastes em mudas de café arqueadas, ou seja, por serem plantas jovens, não houve tanta influência do autossombreamento. Vale ressaltar que aumentar, de forma isolada, o número desses ramos não necessariamente resulta em aumentos consideráveis de produtividade, pois a mesma depende de vários outros fatores (PEREIRA et al., 2011).

Maiores densidades de hastes influenciaram significativamente na obtenção de menores valores de área foliar do ramo plagiotrópico (AFRP), conforme Tabela 4, no qual o tratamento com 6 hastes/planta diferiu dos demais, apresentando o valor de 644,5 cm². Esses resultados podem estar atrelados a um efeito conjunto do adensamento excessivo ocasionado pelo grande número de estruturas vegetativas, um provável autossombreamento e uma possível competição, devido ao aumento de RO por substratos básicos ao crescimento, tais como água, nutrientes, espaço, luz,

entre outros. Assim como apresentado anteriormente, o autossombreamento proveniente do adensamento interfere na AFRP, só que, nesse caso, o adensamento não foi provocado pela redução do espaçamento entre linhas, mas sim pelo incremento de hastes por planta. Valores maiores de AFRP são importantes para uma maior interceptação da energia luminosa e sua conversão em carboidratos, necessários ao crescimento da planta e, conseqüentemente, incrementos maiores de produtividade (LARCHER, 2004).

O comprimento do ramo plagiotrópico (CRP) apresentou valores significativamente menores, quando as plantas foram submetidas a tratamentos com maior número de ramos ortotrópicos (5 e 6). Isso pode estar relacionado ao autossombreamento que o adensamento de hastes proporciona, modificando a morfologia da planta, conforme já foi descrito anteriormente. Verdin Filho et al. (2019a), ao avaliar o efeito do número de hastes em mudas de café arábica arqueadas, observaram que o CRP diminuiu linearmente em função do aumento do número de ramos ortotrópicos das plantas.

Da mesma forma que o incremento de hastes interferiu no CRP, alterando o seu desenvolvimento normal, o mesmo impactou no diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP), pois observa-se que o DRP diminuiu significativamente em tratamentos com maior número de RO/planta (4, 5 e 6). Isso pode ser explicado também pelo conjunto de acontecimentos, como o adensamento excessivo ocasionado pelo grande número de ramos ortotrópicos, provocando uma possível competição por elementos básicos ao crescimento e desenvolvimento (água, luz, nutrientes, espaço, entre outros), além de um provável autossombreamento.

O número de rosetas do ramo plagiotrópico (NR) também sofreu interferência significativa de acordo com o número de ramos ortotrópicos por planta, no sentido de que tratamentos com menor adensamento de hastes (2, 3 e 4) apresentaram maiores valores de NR.

O adensamento de hastes também influenciou significativamente no número de nós do ramo plagiotrópico (NN), sendo que quantidade maiores de NN foram obtidas em tratamentos com menor número de ramos ortotrópicos por planta (2, 3 e 4). Em experimento realizado em café arábica, Collodetti *et al.* (2018) também observaram

que número de hastes menores por planta contribuiu para obtenção de maiores NN. Os autores atribuíram tais resultados ao possível autossombreamento proveniente do incremento de ramos ortotrópicos nas plantas.

Mesmo não havendo interação entre as fontes de variação espaçamento e número de ramos ortotrópicos, quando avaliados de forma isolada, nota-se que, para as características que apresentaram significância para ambas fontes de variação, os resultados foram complementares, ou seja, apresentaram o mesmo comportamento quando submetidos ao adensamento. Isso foi identificado para as características DC, NRP, AFRP, CRP, DRP, NR e NN, em que o possível efeito do autossombreamento proveniente do adensamento resultou em comportamentos similares para as duas fontes de variação, mesmo sendo analisadas separadamente. Para confirmar se tal comportamento se repete, é importante que as plantas sejam avaliadas por mais ciclos produtivos.

Nota-se uma certa carência de informações sobre adensamento em cafeeiro conilon, tanto com relação a espaçamento quanto para o incremento de número de ramos ortotrópicos/planta, sendo uma alternativa, procurar embasamento nos trabalhos realizados com café arábica. Este trabalho é de suma importância para nortear a pesquisa e a cadeia produtiva, mostrando a atenção que deve ser dada na definição do espaçamento entre plantas na linha de cultivo, associado à definição do número de ramos ortotrópicos mantidos em cada planta, pois foi verificado que a alteração desses fatores pode comprometer o crescimento e a capacidade produtiva do cafeeiro conilon, mesmo que estes resultados sejam apenas de uma safra avaliada. Por isso, é importante que este trabalho seja avaliado por mais safras produtivas, de modo a obter resultados mais concretos para todo ciclo de produção da cultura, desde a primeira colheita do ramo ortotrópico até a diminuição da sua capacidade produtiva, quando é necessário a renovação da planta.

5 CONCLUSÕES

O espaçamento entre plantas afeta significativamente o comportamento de algumas características, sendo que plantios mais adensados, ou seja, com espaçamento menores entre plantas, proporcionam a obtenção de plantas maiores, com menor diâmetro do caule ortotrópico, menor área foliar do ramo plagiotrópico, menor índice de clorofila, maiores valores de NDVI, ramos plagiotrópicos com comprimento e diâmetro menores, quantidade menor de rosetas, nós e frutos por ramo, maior comprimento do internódio do ramo plagiotrópico, menor quantidade de frutos por roseta e uma maior produtividade (sc/ha).

O número de ramos ortotrópicos/planta também proporciona diferenças significativas em alguns parâmetros avaliados, sendo que maiores quantidades de ramos ortotrópicos/plantas promovem a obtenção de plantas com menor altura de copa, menor diâmetro do caule ortotrópico, menor quantidade de ramos plagiotrópicos, menor área foliar do ramo, ramos plagiotrópicos com menores comprimento e diâmetro, e menor quantidade de rosetas e número de nós no ramo plagiotrópico.

A alteração do fator espaçamento e número de ramos ortotrópicos/planta pode comprometer o crescimento e a capacidade produtiva do cafeeiro conilon, mesmo que em apenas uma safra avaliada. Porém, torna-se necessário avaliar as plantas por mais ciclos produtivos, pois é provável que haja interação entre essas duas fontes de variação, com o avanço da idade das plantas e maior número de safras produtivas, o que contribuirá para definir a melhor combinação entre esses fatores.

REFERÊNCIAS

- ABIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **Indicadores da Indústria de Café**: 2021. Rio de Janeiro-RJ, 2021. Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/#brasil2021>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- ALMEIDA, W. L. **Respostas morfofisiológicas e de produtividade de cultivares de *Coffea arabica* L. em função da variação do espaçamento na linha de plantio**. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2015.
- ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. v. 1, p. 35-57.
- ARAÚJO, A. V. **Microclima e características fisiológicas do cafeeiro Conilon, consorciado com seringueira e bananeira**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus-ES, 2013.
- BALIZA, D. P.; CUNHA, R. L.; GUIMARÃES, R. J.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; ÁVILA, F. W.; PASSOS, A. M. A. Physiological characteristics and development of coffee plants under different shading levels. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 37-43, 2012.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MOLDEN, D. J.; MAKIN, I. W. Remote sensing for irrigated agriculture: Examples from research and possible applications. **Agricultural Water Management**, Auckland, v. 46, n. 2, p. 137-155, 2000.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 17, p. 187-190, 2017.
- BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M.; PAMPONET, B. M. Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 74-80, 2010.
- BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; CARVALHO, G. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARENGA, A. P.; RIBEIRO, M. F. Preparo do solo e plantio: instalação do cafezal. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café Arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. v. 1, p. 283-342.
- BRAGAIA, I, M. D. S. **A importância econômica da polinização em culturas de café no manejo agroecológico brasileiro**. 2022. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro, 2022.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.

BRAGANÇA, S. M. et al. Resposta do cafeeiro conilon à adubação de NPK em sistema de plantio adensado. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 67-75, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 8, 11 de junho de 2003**. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

BRAUM, H. Produção de mudas de café 'conilon' propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. **IDESIA**, Chile, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.

BRUM, V. J. **Café conilon em sombreamento com pupunheira**. 2007. 149f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2007.

CAMARGO, A. P.; ALMEIDA, S. R.; MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B. Ensaio de espaçamentos progressivos em Varginha-MG. Resultados das sete primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1985, p. 36-37.

CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S. et al. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 63, p. 75-82, 2004.

CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 41, n. 484, p. 245-253, 1976.

CARVALHO, A. M. et al. 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.

CASTILHO, Z. J.; LOPES, A. R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del cafeto. **Cenicafé**, Chichina, n. 17, p. 51-60, 1996.

CECAFE – Conselho dos Exportadores de café do Brasil. **Relatório de exportação: café**. São Paulo. 2022. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

CENSO AGROPECUÁRIO – IBGE. **Censo agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. Morphological plasticity of three coffee cultivars under light gradient. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 121-131, 2013.

CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, Ney York, v. 39, p. 239-247, 1992.

COLODETTI, T. R. et al. Arquitetura da copa do cafeeiro arábica conduzido com diferentes números de ramos ortotrópicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n. 5, p. 415-423, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Café. **Observatório Agrícola**, Brasília, v. 9, n. 2, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

DALCOLMO, J. M. **Biometria do crescimento de café conilon após poda programada de ciclo**. 2013. 117 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes-RJ, 2013.

DALCOLMO, J. M. et al. Growth comparison of 22 genotypes of conilon coffee after regular pruning cycle. **African Journal of Agricultural Research**, Nigéria, v. 12, n. 1, p. 63-70, 2017.

DaMATTA, F. M. Explorando a tolerância à seca em café: uma abordagem fisiológica com algumas contribuições para o melhoramento de plantas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 16, p. 1-6, 2004.

DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, p. 93-135.

DaMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

DURÁN, C. et al. Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017.

FAHL, J. I., CARELLI, M. L. C. Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de *Coffea*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina, **Anais...** Londrina: IAP, 1994. p. 289-290, 1994.

FAVARIN, J. L.; NETO, D. D. GARCIA, A.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A.; ALIXANDRE, F. T.; COSTA, H.; ROCHA, A. C.; MORELI, A. P.;

MARTINS, A. G.; SOUZA, E. M. R.; ARAÚJO, J. B. S.; VENTURA, J. A.; CASTRO, L. L. F.; GUARÇONI, R. C. **Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoração das lavouras no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2008.

FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Conilon coffee**. 3rd ed. upd. and exp. Vitória: INCAPER, 2019.

FERREIRA, L. T. **Consumo interno dos cafés no Brasil representa 13% da demanda mundial**. Embrapa, Brasília-DF, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41277124/consumo-interno-dos-cafes-do-brasil-representa-13-da-demanda-mundial>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIM FILHO, A. C.; ROCHI, C. P.; GUARÇONI M., A. Conilon coffee crop management: spacing, planting density and pruning. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Conilon coffee**. 3rd ed. upd. and exp. Vitória: INCAPER, 2019.

GALVÃO, P. V. M. **Espaçamento e poda na cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 2009. 42 f. Monografia (Graduação em Bacharel em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2009.

GATHAARA, M. P. K.; KIARA, J. M. Factors that influence yield in close-spaced coffee, 1: light, dry matter production and plant water status. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 49, n. 578, p. 159-67, 1984.

GUARÇONI, A. M. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 949-958, 2011.

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Cafeicultura-tecnologias**. Vitória: Incaper, 2019. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-tecnologias>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

JUNIOR, J. B. D.; MENECHINI, W. Cultivares de *Coffea arabica* L. em diferentes densidades de plantio após implantação e o evento da geada. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 42497-42511, 2021.

KUMAR, D. Investigation into some physiological aspects of high density plantings of coffee (*Coffea arabica* L.). **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 43, n. 510, p. 263-272, 1978.

KUMAR, D.; TIESZEN, L. L. Photosynthesis in *Coffea arabica* L.: I. effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 16, n. 1, p. 13-19, 1980.

LANI, J. A.; SILVEIRA, J. S. M.; BRAGANÇA, S. M.; COSTA, A. N.; SANTOS, W. R. Plantios adensados de café conilon com e sem condução de copa no estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 20., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000. p. 1038-1040.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004.

LUNZ, A. M. P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol**. 2006. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

MACHADO FILHO, J. A. et al. Avaliação de produtividade do cafeeiro conilon em cinco safras e em quatro diferentes espaçamentos adensados na região Norte do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 8, 2013, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2013.

MAJEROWICKS, N.; PERES, L. E. P. Fotomorfogêneses em plantas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 421-438.

MATIELLO, J. B. MENDONÇA, S. M.; LOUBACK, A. S. Ciclos de poda por esqueletamento e níveis de adubação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 32., 2006, Poço de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2006. p. 6-7.

MATIELLO, J. B.; STOCKL, F.; STOCKL, J. Bialidade do cafeeiro, mesmo dentro da planta. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 43., 2017, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG, 2017.

MIGUEL, A. E.; GARCIA, A. W. R.; CORREA, J. B.; FIORAVANTE, N. Efeito de três níveis de adubação N e K em cafeeiros Mundo Novo, Catuaí e Catimor, plantados em duas densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1983. p. 289-291.

MONTOYA, L.A.; SYLVAIN, P. G.; UMAÑA, R. Efeito da intensidade da luz e da adubação nitrogenada sobre o equilíbrio de diferenciação do crescimento em *Coffea arabica* L. **Café**, v. 3, p. 97-104, 1961.

MORAIS, H. **Efeitos do sombreamento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) no norte do Paraná**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

MORAIS, H. et al. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 400-406, mar./abr. 2009.

MOTA, F. M. **Dinâmica temporal de índices de vegetação e elementos meteorológicos no café conilon**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, 2015.

OLIOSI, G.; GILES, J. A. D.; PARTELLI, F. L. Microclima e estiolamento dos ramos no cafeeiro conilon arborizado com cedro australiano. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013. Salvador. **Anais...** Salvador-BA, 2013.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, Z. M. Eliminação de linhas em cafeeiros adensados por meio semimecanizado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1826-1830, 2007.

OLSON, M. E.; ROSELL, J. A. Vessel diameter–stem diameter scaling across woody angiosperms and the ecological causes of xylem vessel diameter variation. **New Phytologist**, Hoboken, v. 197, n. 4, p. 1204-1213, 2013.

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p.134-140, 2003.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; DETMANN, E.; CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 204-210, 2006.

PAULO, E. M.; FURLANI, J. E.; FAZUOLI, L. C. Comportamento de cultivares de cafeeiro em diferentes densidades de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.3, p. 397-409, 2005.

PAULO, E. M.; FURLANI, J. E. Yield performance and leaf nutrient levels of coffee cultivars under different plant densities. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 6, p. 720-726, 2010.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, San José, v. 44, n. 4, p. 227-231, 1994.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; COLOZZI FILHO, A.; BALOTA, E. L. High coffee population density to improve fertility of an oxisol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 459-465, 1999.

PEREIRA, S. P. et al. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 152-160, 2011.

PEREIRA, S. P.; GUIMARÃES, R. J.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVES, J. D. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 643-649, 2007.

PETRIM, I. C.; ALMEIDA, G. R. R. Avaliação do teor de clorofila em lavoura cafeeira podada e em produção e em diferentes exposições ao sol. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, Varginha, v. 2, n. 1, p. 53-64, 2020.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M.J; GALLO, P. B.; CAMARGO, M. B. P. de; FAZUOLI, L. C. Avaliações fenológicas e agrônômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana 'prata anã'. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 701-709, 2007.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.

RAHN, E. et al. Climate change adaptation, mitigation and livelihood benefits in coffee production: where are the synergies? **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 19, p. 1119-1137, 2013

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividades e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Fenologia, produtividade e análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, 2003, p. 133-196.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994, p. 71-85.

RIBEIRO, A. F. F. **Morfofisiologia de plantas jovens de café arábica submetidas a níveis de sombreamento artificial e doses de paclobutrazol**. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista-BA, 2018.

RICCI, M. DOS S. F.; COSTA, J.R.; PINTO, A.N.; SANTOS, V.L. DA S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

RONCHI, C. P. et al. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 187-195, 2015.

SANTOS, M. L. et al. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro adensado com e sem irrigação na região de Adamantina-SP. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2005.

SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SILVA, J.R.; SCHMILDT, O. Allometric model for estimating leaf area in clonal varieties of coffee (*Coffea canephora*). **Revista Ciencia Agronomica**, Fortaleza, v. 46, p. 740-748, 2015.

SEAG – Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba – PEDEAG 3 2015 a 2030**. Vitória, ES: Governo do Estado do Espírito Santo, 2015.

SEAG – Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. **Vídeo marca o 13º Lançamento da Colheita do Café no Espírito Santo**. 2020. Disponível em: <<https://seag.es.gov.br/Not%C3%ADcia/video-marca-o-13-lancamen-to-da-colheita-do-cafe-no-espírito-santo>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S.; BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A. **A poda do café conilon**. Vitória: Emcapa, 1993.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 81, n. 2/3, p. 337-354, 2002.

SOUSA, D. S. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível em cafeeiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4, 2019, Teresina-PI. **Anais...** Teresina, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Crescimento vegetativo do cafeeiro arábica em função do número de ramos ortotrópicos oriundos do arqueamento da muda após o plantio. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais...** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019a.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Implicações do espaçamento e do número de ramos ortotrópicos sobre o crescimento e a produção do cafeeiro conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Resumos expandidos...** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019b.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Influência do adensamento sobre o diâmetro da copa de plantas de cafeeiro conilon. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG, 2018a.

VERDIN, A. C. et al. Modificações morfológicas de plantas de *Coffea canephora* Pierre em função do adensamento e do número de hastes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Franca, SP. Nosso café, melhorado desde o pé: **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2018b.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Poda programada de ciclo para o café conilon. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG, 2018c.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Poda programada de ciclo para o café conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas: **Anais...** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009.

VERDIN FILHO, A. C. et al. Produtividade do cafeeiro conilon produzido com a poda programada de ciclo e diferentes populações de hastes. In: SIMPÓSIO DE

PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador-Ba, 2013.

VERDIN FILHO, A. C. **Influência do espaçamento e densidade de hastes em café conilon conduzido com poda programada de ciclo.** 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2005.

WALYARO, D. J.; VAN DER VOSSEN, H. A. M. Early determination of yield potential in arabica coffee by applying index selection. **Euphytica**, Holanda, v. 28, p. 465-472, 1979.