

**IMPLICAÇÕES DOS TIPOS DE CORTE E DO COMPRIMENTO DAS  
ESTÁQUINHAS CLONAIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CAFEEIRO CONILON**

**ABRAÃO CARLOS VERDIN FILHO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - DARCY  
RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ  
JUNHO -2020**

**IMPLICAÇÕES DOS TIPOS DE CORTE E DO COMPRIMENTO DAS  
ESTAQUINHAS CLONAIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CAFEIRO CONILON**

**ABRAÃO CARLOS VERDIN FILHO**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal

**Orientador: Prof. Dr. Silvio de Jesus Freitas**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ  
JUNHO – 2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

V485

Verdin Filho, Abraão Carlos.

IMPLICAÇÕES DOS TIPOS DE CORTES E DO COMPRIMENTO DAS ESTAQUINHAS CLONAIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO CONILON / Abraão Carlos Verdin Filho. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.

113 f. : il.

Bibliografia: 99 - 113.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2020.

Orientador: Silvio de Jesus Freitas.

1. Coffea canephora. 2. Mudanças clonais. 3. Estaquinhos clonais. 4. Tipos de cortes. 5. Comprimento caulinar. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

IMPLICAÇÕES DOS TIPOS DE CORTE E DO COMPRIMENTO DAS  
ESTAQUINHAS CLONAIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CAFEIRO CONILON

**ABRAÃO CARLOS VERDIN FILHO**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal

Aprovada em 16 de junho de 2020

Comissão examinadora:



---

Prof. Fábio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) – UENF



---

Prof. Sheila Cristina Prucoli Posse (D.Sc., Produção Vegetal) – INCAPER



---

Prof. Lanusse Cordeiro de Araújo (D.Sc., Produção Vegetal) – IFF



---

Prof. Silvio de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF  
(Orientador)

## *Dedico*

*A Deus, O Todo Poderoso, por ter me proporcionado livramentos, sabedoria, ânimo, compreensão e paciência para enfrentar as dificuldades durante a realização do curso;*

*À minha mãe, Geni Plaster Verdin, à minha irmã Marlene Vilmar Verdin Tavares e aos meus irmãos, Edgar, Ademar, Vilmar e Deomar, que sempre me apoiaram e estiveram comigo em todos os momentos de minha vida;*

*À minha esposa Alice Schneider Verdin, pela compreensão, carinho, companhia e enorme amor;*

*Aos meus queridos filhos e nora, Vinicius, Pablo, Mateus e Débora que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis.*

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Norte Fluminense - Darcy Ribeiro, ao programade Pós-Graduação em produção Vegetal e ao Laboratório de Fitotecnia, pela oportunidade de realização deste curso;

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pela concessão de uma carga horária especial que permitiu a realização deste curso e pelo apoio ao desenvolvimento de minha pesquisa;

Ao Professor Orientador Dr. Silvio de Jesus Freitas, pela orientação e conhecimentos transmitidos, pela amizade, incentivo e paciência, essenciais para a realização deste trabalho;

À minha mãe Geni e à minha irmã Marlene, pelo carinho e amor incondicional;

À minha esposa Alice Schneider Verdin, pelo amor, pela confiança e compreensão demonstrados ao longo de todo o curso;

Aos meus amados filhos, Vinícius, Pablo e Mateus, pelo amor, carinho, meus maiores incentivadores;

Aos meus familiares e aos familiares de minha esposa, pelo carinho, compreensão, incentivo e apoio;

Ao amigo incondicional, Paulo Sérgio Volpi, pela confiança, conselhos, incentivo e apoio;

Aos amigos de equipe de trabalho, Bruno, Diego Baitelle, Lima, Guilherme, Sebastião, Tafarel e Wagner pelo apoio, amizade, confiança e consideração durante os trabalhos;

Aos amigos e colegas do doutorado, pelo incentivo, pela amizade e pelo carinho demonstrado durante a realização do curso, Avelino, Danilo, Diego, Guilherme, Kézia, Paulo César, Waldiney, Weverthon;

Aos amigos Edinei, Gabriel, Gilmar, Luciano, Marcone, Saul e Sheila, pela ajuda e pelo apoio durante a realização do trabalho;

Aos Professores Cláudio Roberto Marciano e Eliemar Campostrini, pelo apoio e incentivo e aos demais professores das disciplinas cursadas, pelos conhecimentos transmitidos;

Aos professores Almy Junior Cordeiro de Carvalho e Ricardo Enrique Bressan Smith, pela amizade, apoio e por disponibilizar os laboratórios e equipamentos durante a realização deste trabalho;

Aos funcionários da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro (UENF), que contribuíram para a minha formação acadêmica;

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Marilândia, pelas colaborações e por disponibilizar áreas, equipamentos, recursos humanos e informações importantes para a realização do trabalho;

À banca examinadora, por aceitar o convite e engrandecer o trabalho com excelentes contribuições;

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Caracterização da espécie .....	4
2.2 Importância econômica para o estado do Espírito Santo .....	5
2.3 Caracterização das variedades .....	6
2.4 Propagação assexuada.....	8
2.5 Jardim clonal.....	9
2.6 Caracterização das estaquinhas e manejo em viveiro .....	11
3. TRABALHOS .....	14
3.1 IMPLICAÇÕES DO TIPO DE CORTE E DO COMPRIMENTO DO ÁPICE DE ESTACAS CAULINARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE CAFEIEIRO CONILON .....	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO .....	16

MATERIAL E MÉTODOS .....	17
Delineamento experimental .....	17
Produção das mudas.....	18
Avaliações.....	20
Análises estatísticas .....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÃO .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
3.2 COMPRIMENTO BASAL DE ESTACAS CAULINARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIRO CONILON .....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO .....	35
MATERIAL E MÉTODOS .....	37
Delineamento experimental .....	37
Produção das mudas.....	37
Avaliações.....	38
Análises estatísticas .....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
3.3 INFLUÊNCIA DOS RAMOS PLAGIOTRÓPICOS EM ESTACAS CAULINARES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON .....	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO .....	58
MATERIAL E MÉTODOS .....	59
Delineamento experimental .....	59

Produção das mudas.....	59
Avaliações.....	61
Análises estatísticas .....	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
CONCLUSÕES .....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
3.4 DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE CAFEEIRO CONILON EM FUNÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO CORTE NAS FOLHAS DA ESTACA CLONAL .....	76
RESUMO.....	76
ABSTRACT.....	77
INTRODUÇÃO .....	77
MATERIAL E MÉTODOS .....	80
Delineamento experimental .....	80
Produção de mudas .....	80
Avaliações empregadas.....	82
Análises estatísticas .....	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	83
CONCLUSÕES .....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99

## RESUMO

VERDIN FILHO, Abraão Carlos; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2020. Implicações dos tipos de corte e do comprimento das estaquinhas clonais na produção de mudas de cafeeiro conilon. Orientador: D.Sc. Sílvio de Jesus Freitas.

O Brasil é o maior produtor mundial de café. Em 2019 foram produzidas mais de 49,3 milhões de sacas de café, aproximadamente 34,2 milhões dessa produção são oriundas da espécie *Coffea arabica* e os outros 15,1% da espécie *Coffea canephora*. Nessa última espécie o estado do Espírito Santo é destaque em âmbito nacional, com mais de 69% da produção nacional. O café conilon desempenha enorme importância nas atividades agrícolas nacionais, com destaque direto na economia do estado do Espírito Santo, onde em 2017 representou 38,9% do Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) para o estado, mantendo assim como a principal cultura na economia agrícola capixaba. O Estado possui uma área superior a 261 mil hectares em cultivo, das quais com uma taxa anual de renovação em torno de 7%, com aproximadamente 35 milhões de mudas sendo plantadas todos os anos. Para manter essa hegemonia, com essa taxa de renovação anual, é necessária a busca constante por inovações e conhecimento em todos os setores da cadeia produtiva da cultura no estado. Nesse contexto, um dos pontos chave para o sucesso na cafeicultura consiste na produção de mudas com alto vigor e boa qualidade. Em busca de maior conhecimento na área e por inovações, foram efetuados cinco estudos sobre as dimensões e tipos de cortes nas estacas caulinares na produção de mudas

clonais em cafeeiro conilon. Os estudos foram conduzidos na Fazenda Experimental de Marilândia-FEM, renomada base de pesquisa do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), localizada no município de Marilândia-ES, coordenadas geográficas 19°24'26,09" S e 40°32'26,83" O, altitude de 89 m em relação ao nível do mar, região Noroeste do Estado do Espírito Santo. Os experimentos foram realizados em condições controladas, em viveiro de produção de mudas de café conilon com telado preto para promoção de 50% de sombra. O primeiro ensaio avaliou as implicações do tipo de corte do ápice da estaca (corte reto e corte em bisel), enquanto o segundo ensaio estudou os diferentes comprimentos no ápice das estacas com (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm), no terceiro ensaio foram verificados os diferentes comprimentos das hastes caulinares na base das estacas (2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm), já no quarto ensaio verificaram-se os diferentes tamanhos dos ramos plagiotrópicos nas estacas caulinares (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) e no quinto estudo verificou-se o dimensionamento do corte das folhas na estaca clonal (90, 70, 50 e 30%). Foram avaliadas características relacionadas ao crescimento vegetativo, ao desempenho fotossintético e à produção de biomassa das mudas de cafeeiro conilon. Notou-se que o corte em bisel no ápice da estaca favoreceu o crescimento e desenvolvimento das mudas, com destaque para a maior produção de massa seca total das plantas, além de desfavorecer o acúmulo de água nesta região da estaca clonal. Também foi possível verificar que o tamanho do ápice entre 1,5 e 1,6 cm contribuiu para os maiores resultados em produção de massa seca total e área foliar. Os comprimentos de haste basal entre 5,0 e 6,0 cm são os mais indicados com base nos resultados de crescimento vegetativo e nos aspectos fisiológicos analisados conjuntamente, já nos estudos dos ramos plagiotrópicos remanescentes, os melhores resultados foram encontrados entre 1,5 e 2,0 cm de comprimento, pois favorecem a expansão foliar, o acúmulo de biomassa, maiores taxas fotossintéticas, ambos resultando em mudas com maiores índices de qualidade e na proporção do corte das folhas da estaca clonal. Além disso, verificou-se que ocorreram influências no crescimento, no enfolhamento, no desenvolvimento do sistema radicular, na produção de biomassa, as trocas gasosas e na qualidade das mudas clonais de cafeeiro Conilon, sendo os melhores resultados com proporções de corte entre 40,00% e 59,33% do comprimento da nervura central das folhas.

## ABSTRACT

VERDIN FILHO, Abraão Carlos; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. June 2020. Implications of the types of cut and the length of clonal cuttings in the production of conilon coffee seedlings. Advisor: D.Sc. Silvio de Jesus Freitas.

Brazil is the world's largest coffee producer. In 2019, more than 49.3 million bags of coffee were produced, approximately 34.2 million of which come from the species *Coffea arabica* and the other 15.1% from the species *Coffea canephora*. In the latter species, the state of Espírito Santo is highlighted nationally, with more than 69% of national production. Conilon coffee plays an enormous role in national agricultural activities, with a direct emphasis on the economy of the state of Espírito Santo, where in 2017 it represented 38.9% of the Gross Value of Agricultural Production (VBPA) for the state, thus maintaining it as the main crop in the agricultural economy in Espírito Santo. The state has an area of over 261 thousand hectares under cultivation, of which with an annual renewal rate of around 7%, with approximately 35 million seedlings being planted every year. To maintain this hegemony, with this annual renewal rate, it is necessary to constantly seek innovations and knowledge in all sectors of the cultural production chain in the state. In this context, one of the key points for success in coffee growing is the production of seedlings with high vigor and good quality. In search of greater knowledge in the area and for innovations, five studies were carried out on the dimensions and types of cuts in stem cuttings in the production of clonal seedlings in conilon coffee. The studies were conducted at the Experimental Farm of

Marilândia-FEM, renowned research base of INCAPER (Capixaba Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension), located in the municipality of Marilândia-ES, geographic coordinates 19°24'26,09 "S and 40°32 '26, 83 "O, altitude of 89 m above sea level, Northwest region of the State of Espírito Santo. The experiments were carried out under controlled conditions, in a nursery for the production of conilon coffee seedlings with a black screen to promote 50% shade. The first trial evaluated the implications of the cutting apex cut type (straight cut and bevel cut), while the second trial studied the different lengths at the apex of the cuttings with (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5 cm), in the third test the different lengths of stem at the base of the cuttings were verified (2.0; 3.0; 4.0 and 6.0 cm), in the fourth test it was verified different sizes of plagiotropic branches in stem cuttings (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5 cm) and in the fifth study, 90, 70, 50 and 30%). Characteristics related to vegetative growth, photosynthetic performance and biomass production of conilon coffee seedlings were evaluated. It was noticed that the bevel cut at the apex of the pile favored the growth and development of the seedlings, with emphasis on the greater production of total dry mass of the plants, in addition to favoring the accumulation of water in this region of the clonal pile. It was also possible to verify that the apex size between 1.5 and 1.6 cm contributed to the greatest results in the production of total dry mass and leaf area. Basal stem lengths between 5.0 and 6.0 cm are the most indicated based on the results of vegetative growth and on the physiological aspects analyzed together, whereas in the studies of the remaining plagiotropic branches, the best results were found between 1.5 and 2.0 cm in length as they favor leaf expansion, biomass accumulation, higher photosynthetic rates, both resulting in seedlings with higher quality indexes and in the proportion of the cut of the leaves of the clonal cut. In addition, it was found that there were influences on growth, leafing, the development of the root system, biomass production, gas exchange and the quality of the clonal seedlings of coffee Conilon, with the best results occurring with cut proportions between 40,00% and 59,33% of the central vein length of the leaves.

## 1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) se originou em uma área ampla que se estende da costa oeste à região central do continente africano, com predomínio de florestas tropicais de baixas altitudes (Conagin e Mendes, 1961), fator este que confere ampla adaptação às condições edafoclimáticas tropicais de baixas altitudes e temperaturas elevadas (Bragança, 2005; Davis et al., 2006).

No Brasil, o *C. canephora* é tipicamente cultivado em regiões de baixa altitude e temperaturas mais elevadas. Essa espécie tem uma enorme importância nas atividades agrícolas nacionais, com destaque direto na economia do estado do Espírito Santo. Segundo a CONAB (2019), no Espírito Santo, foram produzidas 10,4 milhões de sacas em 2019 em uma área de aproximadamente 261 mil hectares, com uma taxa de renovação anual dos cafezais de 7% da área total cultivada. Sendo assim, a demanda por mudas de café predominantemente produzidas por propagação assexuada, se torna cada vez maior, visto que só em 2013 foram produzidas no Brasil, aproximadamente 110 milhões de mudas de café conilon, das quais apenas cerca de 10% se originaram de sementes (Mauri et al., 2015).

Por ser uma espécie de reprodução alógama, devido à autoincompatibilidade gametofítica, o cruzamento entre plantas de cafeeiro conilon constitui-se em um fator que leva à formação de lavouras heterogêneas e com grande expressão de desuniformidade nas características: altura, vigor,

época e uniformidade de maturação dos frutos, formato, tamanho e peso dos grãos, susceptibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca e, especialmente, potencial produtivo (Van Der Vossen, 1985; Carvalho et al., 1991; Ferrão et al., 2019a).

O mecanismo de propagação assexuada no *C. canephora* pelo método de estaquia fornece inúmeras vantagens, tais como: formação mais rápida da copa das plantas; maior uniformidade no talhão de plantas; maior facilidade no manejo das podas; maior precocidade na produção; maior produtividade da lavoura; entre outras (Espindula e Partelli, 2011; Fonseca et al., 2019). Nesse sentido, produzir mudas dentro das recomendações indicadas e com qualidade, proporcionará maior desenvolvimento inicial das lavouras, como também maiores produções e especialmente maior longevidade da lavoura.

A produção de mudas de cafeeiro conilon é predominantemente assexuada pelo método da estaquia caulinar (Paiva et al., 2012; Fonseca et al., 2019). Até recentemente, a recomendação de preparo das estacas de cafeeiro conilon previa que as mesmas apresentassem um nó inteiro, eliminação dos ramos plagiotrópicos por meio de poda, eliminação de metade a um terço do limbo foliar do par de folhas, comprimento da haste basal de 4 cm e extremidade cortada em bisel (Paulino et al., 1985).

A explicação para que na base da estaca caulinar fosse realizado o corte em bisel é a indução mais rapidamente da rizogênese em função da maior área de câmbio vascular disponível (Paulino et al., 1985; Ferrão et al., 2004; Fonseca et al., 2004). E, desde então, para a produção de mudas clonais de várias espécies vegetais, são realizados cortes em bisel na base das estacas (Sasso et al., 2010; Silva et al., 2012; Gomes e Krinski, 2016; Gomes, Krinski, 2019).

Em trabalho recentemente realizado por Verdin Filho et al. (2014), estudando mais detalhadamente a influência do tipo de corte na base da haste das estacas, foi constatado que o corte reto propiciou maior crescimento das mudas comparado ao corte em bisel. Segundo os autores, esse tipo de corte promoveu maior produção total de biomassa, melhor distribuição das raízes ao redor da haste e melhor qualidade final das mudas quando comparado ao corte em bisel. Outra divergência foi relatada por Bergo et al. (2002) ao recomendarem comprimento da haste da estaca entre 6 e 8 cm para o preparo de estacas de conilon, diferentemente do de Paulino et al. (1985).

Considerando a novidade apresentada por Verdin Filho et al. (2014) acerca do tipo de corte na base da haste da estaca, levantaram-se outros questionamentos sobre os demais aspectos envolvidos no preparo das mesmas, sendo assim é provável que outras alterações nas dimensões da estaca possam surtir o mesmo efeito. Com isso, torna-se necessário ampliar os estudos sobre os processos de preparação das estacas clonais para multiplicação vegetativa do *Coffea canephora*.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por finalidade verificar as implicações do tipo de corte no ápice, o tamanho do ápice da estaca clonal, as dimensões da haste basal, as dimensões de corte nos ramos plagiotrópicos e da proporção de corte das folhas de estacas de *Coffea canephora*, na produção e no desenvolvimento das mudas propagadas por estaquia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da espécie

O café (*Coffea sp.*) é originário da África, sendo *Coffea arábica* da região da Etiópia e o *Coffea canephora* da região do Congo. Este último é conhecido mundialmente como café robusta, *Coffea canephora*, é cultivado na África Ocidental, Central, no sudeste da Ásia e em algumas regiões das Américas, com destaque para o Brasil. (Eccardi e Sandalj, 2002). Sua distribuição geográfica é ampla e adaptada a regiões quentes e úmidas e em áreas baixas da floresta tropical (Charrier e Berthaud, 1985). No Brasil, é cultivado em regiões com menor altitude, normalmente abaixo de 500 m, e temperatura mais elevada, com média anual entre 22<sup>o</sup> e 26<sup>o</sup>C (Matiello, 1991).

Com a expansão da cultura de café no mundo, começaram a surgir descrições botânicas de diversas espécies dentro do gênero *Coffea*, cujo agrupamento foi se tornando complexo. Lineu (1737), citado por Carvalho (1946), foi quem descreveu a primeira espécie de café, com o nome de *Coffea arabica L.* Posteriormente, novas espécies foram descritas por botânicos. Em 1897, o botânico alemão Albrecht Froehner, fazendo uma revisão do gênero *Coffea*, descreveu diversas outras, dentre as quais a espécie *Coffea canephora Pierre ex Froehner*, de ampla distribuição geográfica na África.

Carvalho (1946) apresenta a divisão do gênero *Coffea* proposta por Chavalier, que dividiu esse gênero em cinco seções: Eucoffea, Mozambicoffea, Mascarofoffea, Paracoffea e Argocoffea. A seção Eucoffea compreende cinco

subseções, entre as quais a *Erithrocoffea*, na qual se enquadram as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, que apresentam expansão comercial.

A classificação taxonômica no *Coffea canephora* tem a seguinte descrição: Classificação: *Coffea canephora* Pierre ex Froehner.; Classe: Dicotyledonea.; Ordem: Rubiales.; Família: Rubiaceae.; Gênero: Coffea.; Seção: Eucoffea.; Subseção: Euthrocoffea.; Espécie: *Coffea canephora* Pierre ex Froehner.

É uma espécie alógama, perene, de porte arbustivo e caule lenhoso. Geralmente são multicaules. As plantas em condições de temperatura e precipitação mais elevadas podem atingir até 5 m de altura. As folhas são maiores e de coloração verde menos intensa que de *Coffea arabica*, elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes. As flores são brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos apresentam formato e número variável conforme o material genético, com 30 a 60 por verticílio foliar, de superfície lisa, com escarpo fino, mesocarpo aquoso e endocarpo delgado (Fazuoli, 1986).

A espécie *Coffea canephora* é diploide, constituída de populações expressando grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos (Conagin e Mendes, 1961; Berthaud, 1980). A espécie *Coffea canephora* e as demais espécies diploides estudadas do gênero *Coffea*, ao contrário do *Coffea arabica*, são autoincompatíveis (Berthaud, 1980).

A autoincompatibilidade em *Coffea canephora* é do tipo gametofítica, sendo controlada por um único gene S, possuidor de uma série alélica (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>etc). Esse mecanismo impede a ocorrência de autofecundação e de cruzamentos entre indivíduos possuidores dos mesmos alelos de incompatibilidade, citados por (Ferrão et al., 2007a).

## 2.2 Importância econômica para o estado do Espírito Santo

O *Coffea canephora* é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando de 35 a 38% da produção, e o Espírito Santo se destaca como o maior produtor brasileiro desta espécie, designada no Estado como café Conilon (Ferrão et al., 2019b; Conab, 2019).

Em terras capixabas o conilon teve seu início no ano de 1912, quando o governador do estado na época, trouxe as primeiras mudas para Cachoeiro do Itapemirim, porém somente a partir da década de 60, em razão da crise do café o cultivo do café conilon experimentou grande extensão (Bandes, 1987; Schmidt et al., 2004).

A partir dessa década, e principalmente em 1971, foram implantadas as primeiras lavouras tecnificadas de café conilon no município de São Gabriel da Palha, de onde se expandiram para todas as regiões do Espírito Santo (Schmidt et al., 2004; Glazar, 2005).

Atualmente, o conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froenher) é a espécie mais plantada no Espírito Santo, sendo cultivado em cerca de 40 mil propriedades, sobretudo por cafeicultores que trabalham em regime familiar. O parque é superior a 657 milhões de cafeeiros em produção, inseridos em aproximadamente 300 mil hectares, onde 80% dos municípios dependem economicamente da cultura, e mais de 78 mil famílias envolvidas diretamente no seu cultivo, onde o VBPA, corresponde com 35% para o Estado, aproximadamente 70% do café produzido no Brasil é capixaba (Ferrão et al., 2012; Silva et al., 2019).

Do ponto de vista social, é responsável por mais de 400 mil postos de trabalho em todos os elos da cadeia produtiva, traduzindo-se em um grande formador de riquezas no campo e nas cidades (Vargas, 2012).

A taxa de renovação das lavouras varia de 8 a 10% ao ano, o que totalizam entre 30 a 35 milhões de mudas clonais no estado (Mapa, 2016). Para atender essa demanda o Incaper disponibiliza após o lançamento de uma nova variedade materiais vegetativos para aproximadamente 200 viveristas cadastrados em todos os municípios produtores de *Coffea canephora*, em forma de mudas ou estacas, para formação de jardim clonal (matrizes), das variedades então recomendadas para o estado, desta forma atendendo de maneira eficiente e abrangente em todas as regiões produtoras de conilon.

### 2.3 Caracterização das variedades

O café conilon é uma planta alógama, com 100% de fecundação cruzada, ocasionada principalmente pela autoincompatibilidade gametofítica, que inviabiliza

a autofecundação ou o cruzamento entre plantas que apresentam a mesma constituição genética. Assim, os clones componentes de uma mesma variedade clonal devem ser compatíveis, necessitando serem previamente testados através de cruzamentos controlados.

Na estruturação do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper, foram consideradas: a variabilidade genética da espécie *Coffea canephora*, a forma de reprodução e a possibilidade de multiplicação assexuada de genótipos superiores, a necessidade de obtenção de cultivares que apresentassem adaptação a diversos ambientes e estabilidade de produção, entre outros atributos. Para isto, foram utilizados simultaneamente métodos de melhoramento que consideram a obtenção de materiais superiores a serem propagados via clonagem (Ferrão et al., 2007ab; Ferrão et al., 2011; Ferrão et al., 2019).

Até o presente momento o Incaper lançou e disponibilizou onze variedades de *Coffea canephora* para o estado do Espírito Santo, conforme descritas a seguir: Variedade 'EMCAPA 8111' composta com o agrupamento de quatorze clones, compatíveis entre si, com maturação precoce, média de 60,0 sacas beneficiadas/ha; Variedade 'EMCAPA 8121' composta com o agrupamento de nove clones, compatíveis entre si, com maturação precoce, média de 58,0 sacas beneficiadas/ha; Variedade 'EMCAPA 8131' composta com o agrupamento de nove clones, compatíveis entre si, com maturação precoce, média de 60,0 sacas beneficiadas/ha, ambas lançadas em 1993. Em 1999 foi efetuado o lançamento de uma outra variedade, com característica de tolerância à seca, denominada, Variedade 'EMCAPA 8141 - ROBUSTÃO CAPIXABA' composta com o agrupamento de dez clones, compatíveis entre si, com maturação precoce, média de 53,0 sacas beneficiadas/ha.

A Variedade 'EMCAPER 8151 - ROBUSTA TROPICAL' é de propagação sexuada, lançada em 2000, constituída pela recombinação aleatória em campo isolado de polinização dos 53 clones elites, do programa de melhoramento, com produtividade média de 50,0 sacas beneficiadas/ha. Já em 2004 o Incaper lança outra variedade de café clonal, Variedade 'VITÓRIA INCAPER 8142' composta com o agrupamento de treze clones, compatíveis entre si, com produtividade média de 70,0 sacas beneficiadas/ha, 21% superior às outras variedades (Ferrão et al., 2012), e em 2013 foram lançadas mais três variedades, a Variedade

'INCAPER 8112 - DIAMANTE' composta com o agrupamento de nove clones, compatíveis entre si, com maturação precoce, com produtividade média de 58,0 sacas beneficiadas/ha; a Variedade 'INCAPER 8122 - JEGUITIBÁ' composta com o agrupamento de nove clones, compatíveis entre si, com maturação média, com produtividade média de 58,0 sacas beneficiadas/ha; e a Variedade 'INCAPER 8132 - CENTENÁRIA' composta com o agrupamento de nove clones, compatíveis entre si, com maturação tardia, com produtividade média de 58,0 sacas beneficiadas/ha (Ferrão et al., 2013; Ferrão et al., 2019a).

Em 2017, o Incaper lançou mais uma Variedade, a 'MARILÂNDIA ES8143', composta com o agrupamento de doze clones, compatíveis entre si, com maturação mediana, e produtividade de 74,0 sacas beneficiadas/ha, para condições normais de clima (Ferrão et al., 2007b, Ferrão et al., 2019a); em 2019 outra variedade foi lançada para o estado, a "CONQUITA ES8152" de propagação sexuada, sendo constituída pela recombinação aleatória em campo isolado de polinização dos 56 clones elites, do programa de melhoramento, com produtividade média de 74,0 sacas beneficiadas/ha para condições de clima normal (Ferrão et al., 2019a).

Além das variedades lançadas e disponibilizadas pelo Incaper, existem outras variedades registradas no ministério da agricultura, órgão oficial de controle, porém com poucas discriminações do agrupamento dos genótipos. Vale ainda citar que, no estado ainda existem várias lavouras oriundas de materiais de multiplicação seminal, o que promove seleções espontâneas de plantas superiores por produtores, sendo por eles identificadas e que poderão compor novos campos de seleção de plantas e ainda com a possibilidade de utilização desses materiais em novas variedades (MAPA, 2019).

#### 2.4 Propagação assexuada

O cafeeiro conilon é uma planta diploide ( $2n=22$  cromossomos), apresentando autoincompatibilidade gametofítica, sendo, portanto, autoestéril e alógama (Conagin e Mendes, 1961; Carvalho e Fazuoli, 1993). Por conseguinte, as plantas dessa espécie, propagadas por sementes, não reproduzem as mesmas características genéticas desejáveis da planta matriz, podendo apresentar variações quanto a arquitetura da planta, produtividade, resistência

adoenças e pragas, época de maturação do fruto, tamanho e forma das sementes, dos frutos e das folhas. Por outro lado, a propagação vegetativa mantém as características genéticas da planta matriz, razão pela qual utilizaram técnicas de propagação vegetativa por meio de estacas para essa espécie (Paulino et al., 1987; Bragança et al., 1995).

A propagação vegetativa do café robusta tem sido utilizada em muitos países da África há mais de 50 anos. No Brasil, a estaquia é o método de multiplicação comercial mais utilizado para propagação do conilon, por ser uma técnica bem eficiente e relativamente simples de execução (Ferrão et al., 2007a). Essa técnica tem sido utilizada de forma cada vez mais frequente pelos produtores capixabas (Ferrão et al., 2012; Fonseca et al., 2019).

O primeiro relato de multiplicação vegetativa de mudas por estaquia da espécie *Coffea canephora* no país foi efetuado por (Paulino et al., 1985), onde os mesmos ajustaram e adaptaram este manejo para as condições do estado; novos ajustes também foram efetuados por Silveira e Fonseca (1985), em que trabalharam com novos genótipos em diferentes locais do estado.

A produção de mudas por estacas reproduz uma cópia idêntica da planta mãe, permitindo aumento de produtividade de até 30%, apenas com a seleção e clonagem de plantas superiores (Bergo, et al., 1999).

Segundo Verdin Filho et al. (2014), produzir mudas de alta qualidade genética e fitossanitária é um pré-requisito básico para formar culturas com potencial para alcançar altos rendimentos, permitindo maior eficiência no uso da área e resultando em uma agricultura mais competitiva e sustentável.

Os diferentes tipos de corte têm efeito sobre o crescimento e a qualidade das mudas de café conilon na multiplicação vegetativa. O uso do corte reto na propagação assexuada de mudas clonais promove a formação de mudas com maior crescimento e melhor qualidade (Verdin Filho et al., 2014).

## 2.5 Jardim clonal

Jardins clonais: são campos de plantas matrizes com objetivo de produção vegetativa de ramos ortotrópicos de diferentes genótipos que compõem as variedades melhoradas da espécie. As plantas matrizes para o jardim clonal, geralmente são obtidas de instituições promotoras do desenvolvimento, que

após a seleção e lançamentos desses novos genótipos irão compor as novas variedades, posteriormente esses materiais serão catalogados e cadastrados no órgão de controle do estado.

Os jardins clonais de *Coffea canephora* no estado, foram concebidos com o objetivo de agilizar e viabilizar o acesso de forma mais rápida aos produtores as variedades clonais de café conilon melhoradas pelo Incaper. Normalmente, existem termos de cooperação ou parcerias entre instituições e viveiristas com objetivo comum de multiplicação desses genótipos distribuídos em todos os municípios produtores de conilon no Estado, desta forma, contribuindo para divulgação e implantação dessas variedades em todas as regiões produtoras, (Fonseca, et al., 2008, Fonseca et al., 2019).

Para a formação de um jardim clonal com cerca de 500 matrizes da variedade 'Conilon Vitória Incaper 8142', que é constituída por 13 clones, pode-se optar pelo plantio em espaçamento de 2,0 x 1,0 m. Os clones podem ser distribuídos em 13 linhas (uma de cada clone) com 38 plantas, em uma área de 988 m<sup>2</sup> (Fonseca et al., 2004).

Os jardins clonais têm sido ferramenta de grande importância e cumprido o papel de dispersão dos materiais genéticos superiores e podem ser considerados como uma estratégia básica, pela expressão e evolução da cafeicultura capixaba.

Clones: é o conjunto de indivíduos, originados de uma mesma planta, via propagação assexuada ou vegetativa. Portanto, as plantas de um mesmo clone são geneticamente idênticas, entre si e àqueles que lhe deram origem. Como o conilon é de fecundação cruzada, sempre será necessário em um plantio o grupo de clones que compõem a variedade, (Fonseca et al., 2019).

Ramos ortotrópicos: são os ramos que crescem na vertical das plantas matrizes do jardim clonal. Na propagação vegetativa esses ramos devem ser retirados das plantas matrizes com aproximadamente 5 a 7 entre nós, etapa a qual se tem o maior aproveitamento médio de estaquinhas úteis por planta. Esses ramos devem ter bom vigor vegetativo, ramos plagiotrópicos e folhas bem desenvolvidas (Fonseca et al., 2019).

Ramos plagiotrópicos: São ramos que crescem perpendicularmente às hastas ortotrópicas, sendo responsáveis pela produção dos frutos nas plantas.

Esses ramos devem ser eliminados no preparo das estacas clonais, (Verdin Filho et al., 2014).

Folhas: A folha é um órgão da planta, geralmente verde por causa da presença de clorofila. São órgãos das plantas especializados na captação de luz e trocas gasosas com a atmosfera para realizar a fotossíntese, transpiração, gutação e respiração. As folhas são consideradas um alto estimulante no enraizamento, segundo Hartmann et al. (2011), a presença de folhas ou de pelo menos parte delas nas estacas exerce uma forte influência estimulante no enraizamento devido à translocação de carboidratos e auxinas para a base do corte. Além disso, alguns trabalhos já demonstraram efeitos positivos da folha na produção de mudas clonais de outras culturas, como no eucalipto (Santana et al., 2010; Souza et al., 2013).

Estacas: É a parte individualizada oriunda do ramo ortotrópico, seu comprimento posterior deve ser de 4,0 centímetros, com duas folhas e dois ramos plagiotrópicos e ainda com corte na parte superior da estaca. Desta forma, individualizando e definindo a estaca, que dará origem a uma muda clonal, (Fonseca et al., 2019).

## 2.6 Caracterização das estaquinhas e manejo em viveiro

As estacas deverão ser retiradas em lavouras formadas a partir de jardim clonal, bem conduzidas tanto nos aspectos nutricionais, fisiológicos e fitossanitário, pois, desta forma, as plantas matrizes terão plenas condições de produzir material vegetativo com alto padrão e com boa reserva e qualidade necessária. A retirada dos ramos ortotrópicos (verticais), deverá ser efetuada de preferência em dias com temperaturas mais amenas, evitando a desidratação dos ramos, contribuindo para um maior índice de pegamento das estacas. Assim que retirados, os mesmos devem ser conduzidos imediatamente para local sombreado, com rega constante, com objetivo de mantê-los sempre bem hidratados e o preparo das estacas deve ocorrer o mais rápido possível, (Ferrão et al., 2001; 2007b; Fonseca et al., 2007; Fonseca et al., 2019).

O maior índice de pegamento das estacas depende de vários fatores: jardim clonal com boa nutrição e bom controle fitossanitário, irrigação controlada, retirada de material vegetativo com temperaturas mais amenas, rapidez

nopreparo das estacas até o plantio, ferramentas apropriadas para o corte das estacas, tratamento fúngico das estaquinhas, entre outros representam o melhor índice de pegamento das estaquinhas (Verdin Filho et al., 2014; Fonseca et al., 2019).

Outro fator importante para evitar perdas é não promover lesões ou fricções nessas estacas, pois qualquer tipo de interferência nesse sentido nos ramos ou nas folhas, os mesmos ficarão escurecidos e posteriormente ocasionarão sua morte.

Quando na retirada dos ramos ortotrópicos no campo e preparo das estacas devem-se efetuar os seguintes procedimentos: a) eliminar os ramos plagiotrópicos (ramos produtivos), b) efetuar o corte de 2/3 do limbo das duas folhas de cada nó, c) eliminar as partes já oxidadas da parte basal dos ramos, d) eliminar o primeiro entrenó do ápice dos ramos, e) efetuar a individualização das estacas na parte basal com corte reto a 4,0 cm abaixo da inserção das folhas e a 1,0 cm com corte horizontal, acima da inserção do ramo plagiotrópico, f) imergir as estacas em solução com fungicida específico para tratamento fitossanitário por um período de 2 a 3 minutos, g) efetuar o enviveiramento, (plantio) introduzindo a estaca diretamente no substrato, h) manter o ambiente com irrigação controlada, com maior cuidado entre 30 a 40 dias e posteriormente ir efetuando a diminuição do período de rega de forma gradativa, até as mudas apresentarem o desenvolvimento de três pares de folhas definidas, momento no qual as mesmas poderão iniciar o processo de aclimação, i) a aclimação das mudas deverá ser efetuada em um período mínimo de 20 dias (Verdin Filho et al., 2014; Fonseca et al., 2019).

A nutrição das mudas no viveiro poderá ser efetuada a partir do primeiro par de folhas (aproximadamente 40 dias após plantio das estacas). Pode ser realizada com 20 g de ureia, diluída em 20 litros de água e efetuada a rega sob as mudas, a um período de aproximadamente de 30 em 30 dias, perfazendo, no máximo, quatro aplicações em todo o período de formação das mudas. Além das adubações nitrogenadas, deve-se aplicar produtos à base de micronutrientes com intervalo de 40 em 40 dias, com no máximo três aplicações para o período de produção, onde normalmente utiliza-se 1/3 da recomendação para lavouras adultas.

As adubações devem ser efetuadas sempre em horário de temperatura mais amena e após utilizar a fertilização das mudas efetuar uma irrigação com água pura, evitando-se assim a queima das folhas das plantas. O controle fitossanitário das mudas deve ser efetuado quando se observar algum ataque de pragas ou quando necessário. Deve-se também observar o controle das ervas daninhas, que deverão ser retiradas periodicamente de forma manual.

### 3. TRABALHOS

#### 3.1 IMPLICAÇÕES DO TIPO DE CORTE E DO COMPRIMENTO DO ÁPICE DE ESTACAS CAULINARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE CAFEIEIRO CONILON

##### RESUMO

Produzir mudas de cafeeiro conilon dentro de recomendações específicas e com alto padrão de qualidade proporciona maior desenvolvimento inicial das lavouras. Identificar o melhor protocolo para o preparo das estacas caulinares é fundamental para o processo de produção de mudas da espécie. Nesse contexto, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar as implicações do tipo de corte no ápice e do comprimento do ápice de estacas caulinares em mudas de cafeeiro conilon. Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental de Marilândia-ES. O primeiro experimento avaliou os tipos de corte no ápice da estaca (corte reto e corte em bisel), e o segundo estudo avaliou os comprimentos do ápice (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm). Foram avaliadas características relacionadas ao crescimento vegetativo e propriedades fisiológicas das mudas de cafeeiro conilon após 120 dias de cultivo. O corte em bisel no ápice da estaca

proporcionou maior acúmulo de massa seca total das mudas. O comprimento do ápice entre 1,5 e 1,6 cm contribuiu para resultados superiores de área foliar e de acúmulo de massa seca total das mudas. Recomenda-se que os resultados acima sejam utilizados na produção de mudas de café conilon propagado por estaca. Sobre o comprimento, recomenda-se que estacas caulinares de cafeeiro conilon tenham comprimento de ápice de 1,5 a 1,6 cm.

#### ABSTRACT

Producing conilon coffee seedlings within specific recommendations and with a high quality standard provides greater initial development of crops. Identifying the best protocol for the preparation of stem cuttings is essential for the production process of seedlings of the species. In this context, the objective of the present study was to evaluate the implications of the type of cut at the apex and the apex length of stem cuttings in conilon coffee seedlings. Two experiments were conducted at the Experimental Farm in Marilândia-ES. The first experiment evaluated the types of cut at the tip of the pile (straight cut and bevel cut), and the second study evaluated the length of the apex (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5 cm). Characteristics related to vegetative growth and physiological properties of conilon coffee seedlings were evaluated after 120 days of cultivation. The bevel cut at the apex of the pile provided greater accumulation of total dry mass of the seedlings. The apex length between 1.5 and 1.6 cm contributed to superior results of leaf area and accumulation of total dry mass of seedlings. It is recommended that the above results be used in the production of cuttings of conilon coffee propagated by cuttings. Regarding the length, it is recommended that stem cuttings of conilon coffee have apex lengths of 1.5 to 1.6 cm.

## INTRODUÇÃO

O cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) é uma espécie que tem enorme importância para as atividades agrícolas do Brasil e, de modo especial, para a economia do estado do Espírito Santo, visto que é o maior produtor de café conilon do País (Belanet al., 2011; Bernardes et al., 2012; Covre et al., 2013; CONAB, 2019).

Segundo a CONAB (2019), no Espírito Santo foram produzidos 10,4 milhões de sacas em uma área superior a 240 mil hectares. Desse total, são renovados cerca de 7% dos cafezais ao ano, tornando assim a demanda constante na produção de mudas de cafés. Em 2013, foram produzidas no Brasil, aproximadamente 110 milhões de mudas de cafeeiro conilon, das quais apenas cerca de 10% foram provenientes de semente (Mauri et al., 2015).

Devido à autoincompatibilidade gametofítica, o cafeeiro conilon é uma espécie de reprodução alógama, um fator que leva à formação de lavouras heterogêneas quanto às características de altura, vigor, época e uniformidade de floração, maturação dos frutos, formato, tamanho e peso dos grãos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca e, especialmente, potencial produtivo (Conagin e Mendes, 1961; Van Der Vossen, 1985; Carvalho et al., 1991; Carvalho e Fazuoli, 1993; Covre et al., 2013; Rocha et al., 2014; Ferrão et al., 2019b).

A técnica para obtenção de plantas uniformes de cafeeiro conilon é a de propagação assexuada pelo método de estaquia caulinar que consiste na retirada de segmentos de ramos ortotrópicos provenientes de gemas seriadas, contendo um par de folhas e dois ramos produtivos (Paulino et al., 1985; Bragança et al., 1995; Ferrão et al., 2007a; Paiva et al., 2012; Partelli et al., 2014; Fonseca et al., 2019).

São várias as vantagens do uso da propagação de mudas clonais de *Coffea canephora* por estaquia, quando comparado ao uso de mudas provenientes de semente, tais como, formação precoce de copa das plantas, uniformidade de plantas no talhão, facilidade no manejo da poda, precocidade na produção, maior produtividade da lavoura e entre outros (Espindula e Partelli,

2011; Fonseca et al., 2019).

Nesse sentido, produzir mudas dentro de recomendações específicas e com alto padrão de qualidade proporcionará maior desenvolvimento inicial das lavouras, como também, maiores produções. Apesar de grandes avanços no cultivo do cafeeiro conilon e a ampla utilização da tecnologia de enraizamento de estacas caulinares, ainda permanecem diversas informações a serem elucidadas sobre a multiplicação assexuada dessa espécie.

Paulino et al. (1985) apresentaram os primeiros trabalhos detalhando os processos envolvidos na produção de mudas clonais de conilon por estaquia, principalmente no que tange à preparação da estaca caulinar. Até recentemente, era recomendado que na base da estaca de cafeeiro conilon fosse realizado o corte em bisel para induzir mais rapidamente a rizogênese (Fonseca et al., 2004). No entanto, o estudo realizado por Verdin Filho et al. (2014) em cafeeiro conilon, revelou que a modificação do corte tradicionalmente feito em bisel para o corte reto na base da estaca caulinar resultou em melhora na qualidade das mudas.

Aprimorar o processo de preparo de estacas caulinares pode melhorar a qualidade das mudas de cafeeiro conilon e garantir lavouras mais produtivas. Sendo assim, torna-se necessário ampliar os estudos sobre tais processos utilizados na multiplicação assexuada da espécie. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo verificar as implicações dos tipos de corte no ápice e do comprimento do ápice da estaca clonal de cafeeiro conilon no crescimento e na fisiologia de mudas propagadas por estaquia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento experimental

Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental de Marilândia-FEM, base de pesquisa do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e

Extensão Rural (INCAPER), localizada no município de Marilândia-ES, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, às coordenadas geográficas 19°24'26,09" S e 40°32'26,83" O, altitude de 89 m. Os experimentos foram realizados em viveiro de produção de mudas de cafeeiro conilon com telado preto para promoção de 50% de sombra, sob condições controladas. O ensaio teve duração de seis meses (junho a dezembro de 2016). A cultivar adotada nos experimentos foi 'Vitória Incaper 8142'.

O primeiro experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos referentes aos tipos de corte no ápice da estaca clonal e 15 repetições. Cada parcela útil foi composta por quatro mudas centrais e as laterais protegidas com plantas de bordaduras. O segundo experimento também seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos referentes aos tamanhos do ápice da estaca caulinar (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm a partir da inserção do par de ramos plagiotrópicos), 15 repetições e quatro mudas na parcela útil.

### Produção das mudas

Brotações bem desenvolvidas foram coletadas aleatoriamente de plantas matrizes adultas da cultivar 'Vitória Incaper 8142' cultivadas em jardim clonal, conduzidas com flexão dos ramos ortotrópicos para estimular a emissão de brotos. As matrizes foram padronizadas quanto a idade, aspectos nutricionais e fitossanitários.

As estacas caulinares foram extraídas da parte central das brotações descartando a região basal e apical, por se tratarem de regiões mais lignificadas e tenras, respectivamente. Na preparação das estacas do primeiro experimento alterou-se o tipo de corte no ápice (Figura 1). Para o segundo experimento, alterou-se o comprimento do ápice sendo eles: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm a partir da inserção do par de ramos plagiotrópicos, onde, neste caso, empregou-se o corte em bisel (Figura 2). Para ambos os experimentos, a haste basal da estaca foi padronizada com 4 cm de comprimento adotando o corte reto na extremidade inferior (Verdin Filho et al., 2014), além de um par de folhas por estaca submetidas a corte de aproximadamente um terço de sua área original. As demais

etapas para a propagação via estaquia do cafeeiro conilon seguiram as recomendações de Fonseca et al. (2019). Os recipientes utilizados na produção das mudas foram caixas plásticas com 54 células contendo tubetes plásticos individuais com volume de 280 cm<sup>3</sup>.

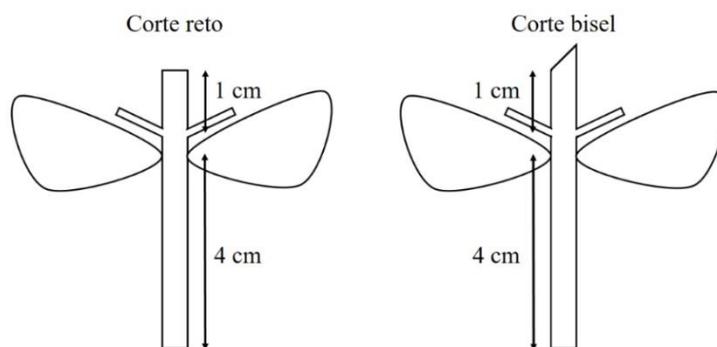


Figura 1 – Esquema ilustrativo dos tipos de corte (reto e em bisel) no ápice das estacas adotados no primeiro experimento e demonstração do ponto de início das medidas do comprimento do ápice (1 cm) e da haste basal (4 cm) das estacas caulinares de cafeeiro conilon, bem como, o corte reto na base das estacas.

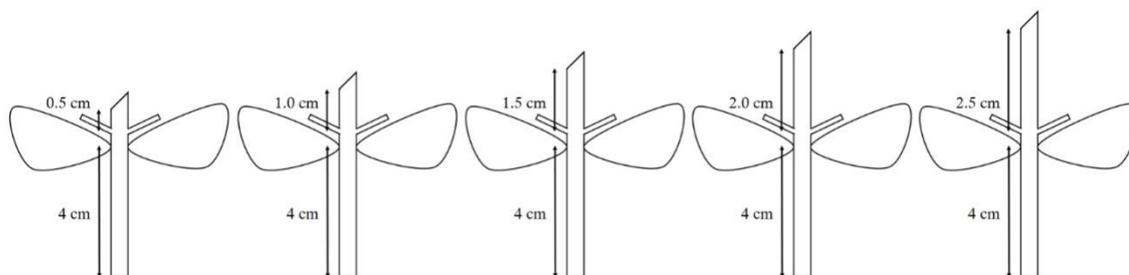


Figura 2 – Esquema ilustrativo do ponto de início das medidas dos comprimentos dos ápices (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm) e da haste basal (4 cm) das estacas caulinares de cafeeiro conilon adotados no experimento 2, bem como, o corte reto na base das estacas.

Após o preparo, as estacas tiveram 2/3 de seu comprimento enterrados, na posição vertical, em tubetes plásticos individuais, utilizando a mistura de 70% de substrato comercial e 30% de palha de café residuária da safra anterior (Verdin

Filho et al., 2018). As mudas foram cultivadas em viveiro durante 120 dias e o manejo da nutrição, irrigação e controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações para a produção de mudas de café conilon de Ferrão et al. (2012) e Fonseca et al. (2019).

## Avaliações

Após 120 dias de cultivo, as mudas do primeiro experimento foram avaliadas quanto aos parâmetros de crescimento: altura da planta (ALT; cm) com uso de régua graduada (precisão de 0,1 cm); diâmetro do caule (DC; mm) com uso de paquímetro digital; área foliar da planta (AFP; cm<sup>2</sup>) obtida pelo método não destrutivo de dimensões lineares (Barros et al., 1973; Brinate et al., 2015). Quanto aos parâmetros fisiológicos, no terceiro par de folha do ramo plagiotrópico do terço médio da copa, avaliaram: trocas gasosas por meio do analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA, Licor 6400XT) no horário entre 9:00 e 11:00 da manhã de dias ensolarados. Utilizou-se irradiância de 1000 PAR e concentração de CO<sub>2</sub> de 400 ppm. Avaliou-se a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a taxa de transpiração ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Nas mesmas folhas e mesmo horário, avaliou-se o índice de clorofila total (CHT; ICF) obtido com a leitura do teor foliar de clorofila (clorofilômetro “ClorofiLOG” Falker modelo FL1030).

Após essas análises, as plantas foram coletadas, separadas em caule, folha e raiz, e destinadas à secagem em estufade circulação forçada de ar a 65°C  $\pm$  2°C, até obtenção de massa constante e posterior pesagem em balança eletrônica de precisão (0,0001 g). A produção de massa seca total das plantas (MST; g) foi obtida pelo somatório da massa seca de folhas (MSF; g), massa seca de caule (MSC; g) e massa seca de raízes (MSR; g). O índice de qualidade de Dickson foi calculado através do método proposto por Dickson et al. (1960), a partir da fórmula:  $\text{IQD} = [\text{massa seca total (g)} / (\text{RAD} + \text{RPAR})]$ , em que, RAD constitui-se na razão da altura (cm) da planta com o diâmetro (mm) do coleto das mudas; e RPAR, razão da massa (g) seca da parte aérea com a massa (g) seca de raiz.

As mudas do segundo experimento foram avaliadas aos 120 dias quanto às variáveis: altura da planta (ALT; cm); diâmetro de caule (DC; mm); área

foliar da planta (AFP;  $\text{cm}^2$ ); taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); taxa de transpiração ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); índice de clorofila total (CHT; ICF); massa seca de folhas (MSF; g); massa seca de caule (MSC; g); massa seca de raízes (MSR; g); massa seca total da planta (MST; g) e índice de qualidade de Dickson (IQD), seguindo-se a mesma metodologia de avaliação proposta no primeiro experimento.

Além dessas variáveis, também foram analisadas: razão de massa foliar (RMF; %) obtida pela relação entre a MSF e a MST; razão de massa caulinar (RMC; %) obtida pela relação entre a MSC e a MST; razão de massa radicular (RMR; %) obtida pela relação entre a MSR e a MST; razão de área foliar (RAF;  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) obtida pela razão entre a AFP e a MST; e concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) obtida durante as análises de trocas gasosas.

#### Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às pressuposições de normalidade e hegemoidade. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA). Para o fator tipo de corte no ápice da estaca caulinar, os dados foram comparados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Para o fator comprimento de ápice da estaca caulinar, os dados foram submetidos à análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – Implicações do tipo de corte no ápice da estaca caulinar de cafeeiro conilon

Não houve diferença estatística para as variáveis analisadas, exceto para massa seca total (MST), em que as maiores médias foram verificadas em mudas

oriundas de estacas com corte em bisel no ápice (Figura 3I).

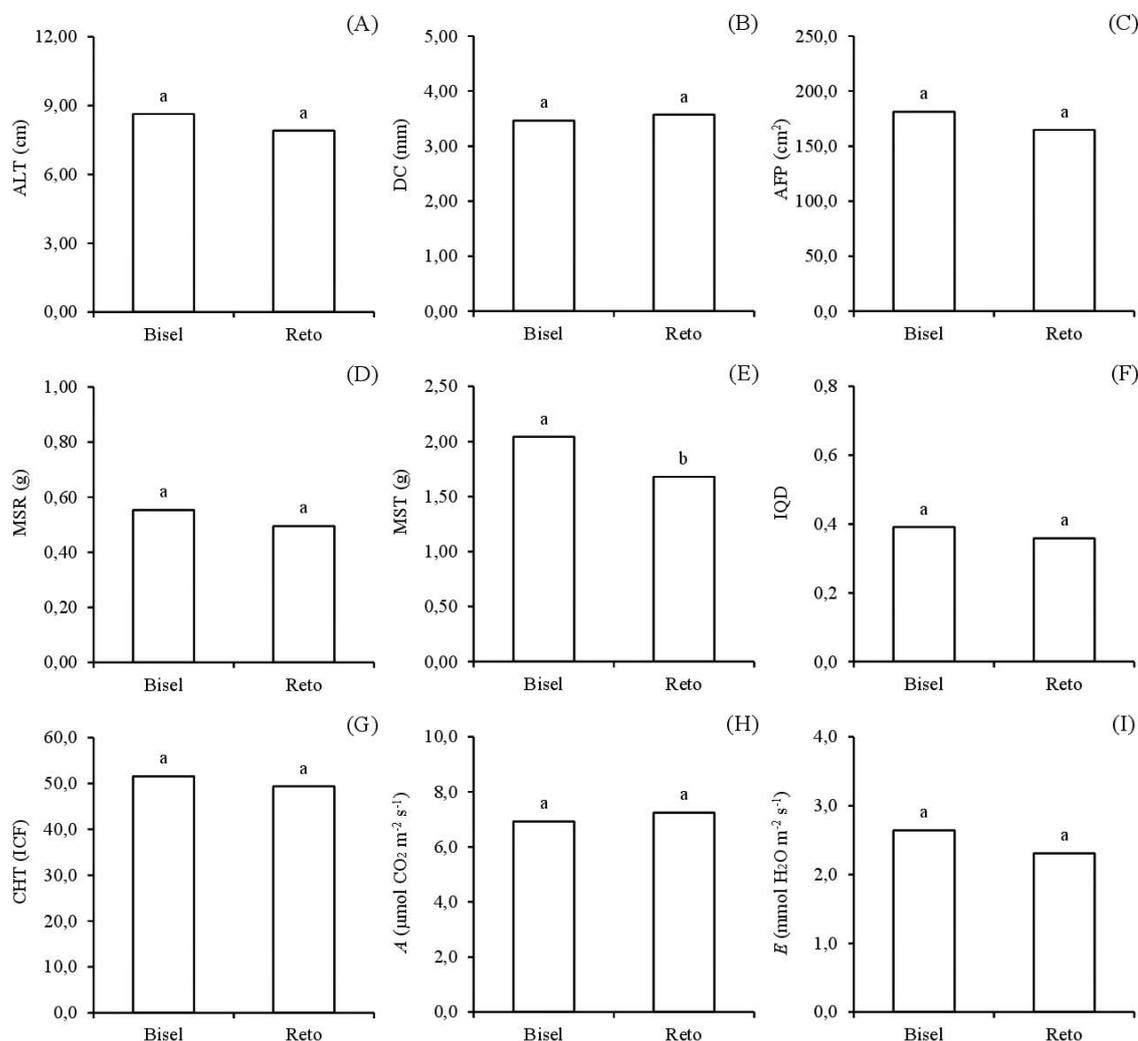


Figura 3 – A: Altura de planta (cm), B: diâmetro de caule (mm), C: área foliar da planta (cm<sup>2</sup>), D: massa seca da raiz (g), E: massa seca total da planta (g), F: índice de qualidade de Dickson, G: índice de clorofila total (ICF), H: assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (µmol CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e I: taxa de transpiração (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de mudas de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do tipo de corte no ápice da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na comparação entre barras não diferem entre si pelo teste F (p≤0,05).

O acúmulo de massa seca é uma propriedade importante para complementar a avaliação de crescimento de espécies vegetais (PAIVA et al., 2010; COVRE et al., 2013). Segundo Dardengo et al. (2013), a matéria seca total

e o diâmetro do coleto são as variáveis mais propícias para indicar a qualidade das mudas de café conilon.

Neste estudo, as estacas com corte em bisel no ápice apresentaram acréscimo de 17,8% na biomassa total da muda (MST), e tendo em vista que o IQD considera o vigor vegetativo e o padrão de distribuição de biomassa na muda, possivelmente com o avançar da idade, haja a tendência de ocorrer superioridade do IQD das mudas cujas estacas tenham corte em bisel no ápice comparadas às com corte reto, mesmo não havendo diferença significativa desta variável na idade avaliada.

Verdin Filho et al. (2014) avaliando o tipo de corte na base de estacas caulinares de cafeeiro conilon, verificaram que no início do crescimento das mudas não houve diferença estatística no IQD. No entanto, com o avançar da idade da muda, houve o efeito do tratamento constatando a diferença estatística nessa variável.

Os valores de MST observados neste estudo, entre 1,5 e 2,0 g, foram superiores aos encontrados por Aquino et al. (2017) ao estudarem a produção de mudas clonais pelo método da estaquia em cafeeiro conilon, apresentando valores entre 1,3 e 1,4 g. Verdin Filho et al. (2014) verificaram maior MST em mudas de cafeeiro conilon ao realizar o corte reto na base da estaca caulinar, o que favoreceu maior desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da muda como um todo. Esse resultado corrobora com a hipótese de que os tipos de corte, seja na base ou no ápice da estaca clonal, influenciam no desenvolvimento da muda de cafeeiro conilon.

Observou-se, ainda, que o corte em bisel pode promover menor incidência de problemas fitossanitários por favorecer o escoamento da água do ápice das estacas, enquanto que o corte reto, o acúmulo. Este fator deve ser levado em consideração uma vez que no período de aclimação das mudas adota-se o sistema de irrigação por microaspersão ou nebulização intermitente (Ferrão et al., 2012). O acúmulo de água no ápice das estacas, provocado pela irrigação, pode propiciar a ocorrência de podridão dos tecidos em contato com o ar atmosférico. Fungos como *Fusarium xylarioides*, indicado como o agente etiológico da "traqueomicose" ou murcha vascular do cafeeiro (Steyaert, 1948) podem se estabelecer nestas condições. O fungo invade o sistema vascular e após um curto período de incubação, causa murcha e, finalmente, a morte da

planta (Blittersdorff e Kranz, 1976). É transmitido via aérea por ascósporos e conídios. A fase ascogênica é conhecida como *Gibberella xylarioides* (Booth e Waterston, 1964).

De modo geral, o corte em bisel no ápice das estacas se assemelhou estatisticamente aos resultados obtidos no corte reto, porém, com melhor resultado de acúmulo de biomassa. Portanto, indica-se o corte em bisel no ápice das estacas de cafeeiro conilon para produção de mudas clonais.

Experimento 2 – Implicações do comprimento do ápice da estaca caulinar de cafeeiro conilon

Nas variáveis de crescimento avaliadas, não foi observado efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) dos tratamentos, exceto para AFP e MST (Figuras 4C e 4D). Quanto a ALT e DC, não houve diferença significativa em função do comprimento do ápice da estaca caulinar, apresentando valores médios de 9,17 cm e 3,60 mm, respectivamente (Figuras 4A e 4B).

Quanto a AFP, houve diferença com ajuste quadrático ao modelo de regressão linear, em que houve uma tendência de incremento da área foliar até o comprimento de ápice igual a 1,5 cm obtendo expansão máxima de 226,28 cm<sup>2</sup> (Figura 4C). A partir desse comprimento, houve o decréscimo da AFP. O mesmo ocorreu na variável MST, em que, o maior acúmulo de massa seca (2,18 g) foi verificado no ápice com comprimento de 1,6 cm estimado pelo ajuste quadrático da regressão linear (Figura 4D).

A proporção de biomassa alocada nos diferentes órgãos vegetativos da planta não foi alterada pelo comprimento do ápice da estaca caulinar. Do total de biomassa acumulada, 56,57% foi alocada em folhas (RMF), 15,11% em caule (RMC) e 28,32% em raízes (RMR) (Figuras 4E, 4F e 4G, respectivamente). Também não houve modificação na expansão de tecido foliar por unidade de massa seca da planta, sendo formado em média 99,60 cm<sup>2</sup> de tecido foliar por grama de biomassa seca produzida (Figura 4H).

Com relação ao IQD, não houve variação em função dos comprimentos do ápice das estacas caulinares, com índice de qualidade médio de 0,40 (Figura 4I). Mas, sugere-se que mudas de melhor qualidade sejam obtidas quando

asestacas são preparadas mantendo o ápice em torno de 1,5 e 1,6 cm de comprimento, devido ao maior acúmulo de biomassa e área foliar observados nesses comprimentos.

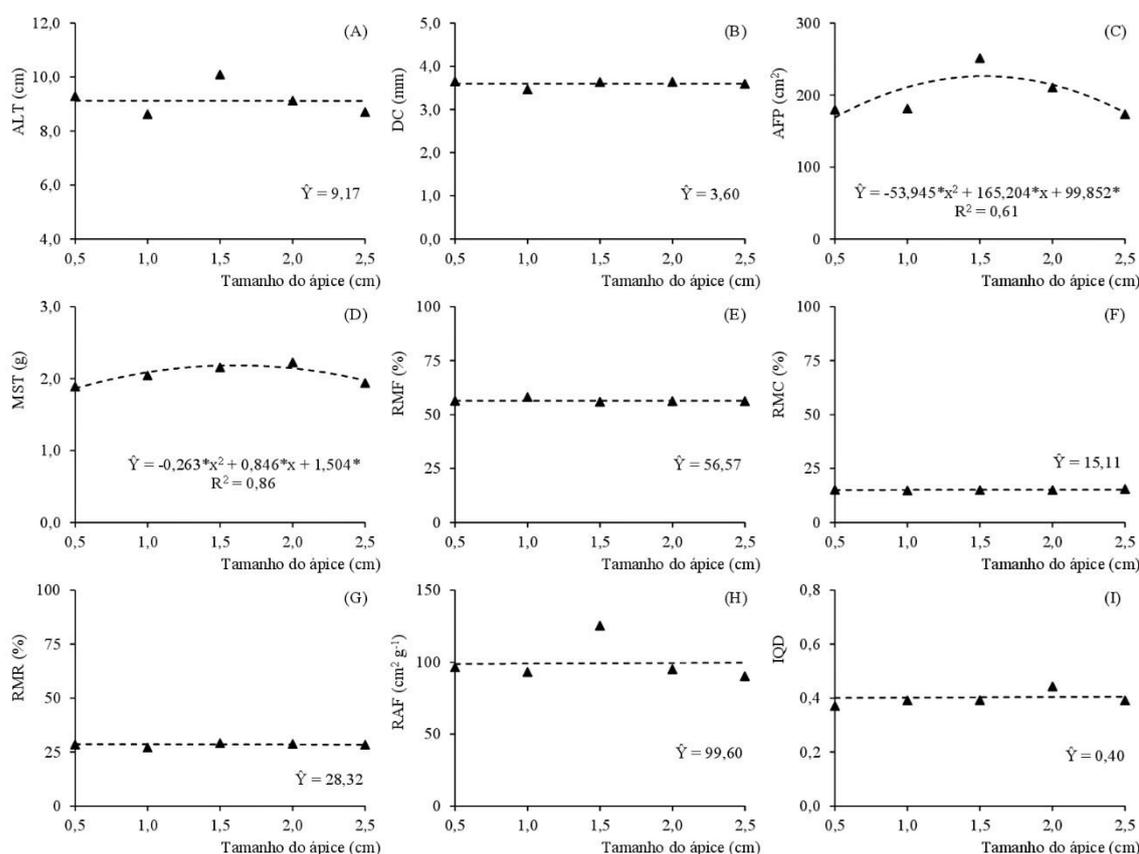


Figura 4 – A: altura de planta (cm), B: diâmetro de caule (mm), C: área foliar da planta (cm<sup>2</sup>), D: massa seca total da planta (g), E: razão de massa foliar (%), F: razão de massa caulinar (%), G: razão de massa radicular (%), H: razão de área foliar (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), I: índice de qualidade de Dickson de mudas clonais de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do comprimento do ápice da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Quanto às variáveis fisiológicas, não houve influência dos tratamentos sobre o índice de clorofila total, fotossíntese líquida, taxa de transpiração e concentração subestomática de CO<sub>2</sub>, que apresentaram valores médios de 50,65 ICF (Figura 5A), A média de 6,87  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 5B), E média de 2,35  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 5C) e C<sub>i</sub> média de 280,91  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$  (Figura 5D),

respectivamente.

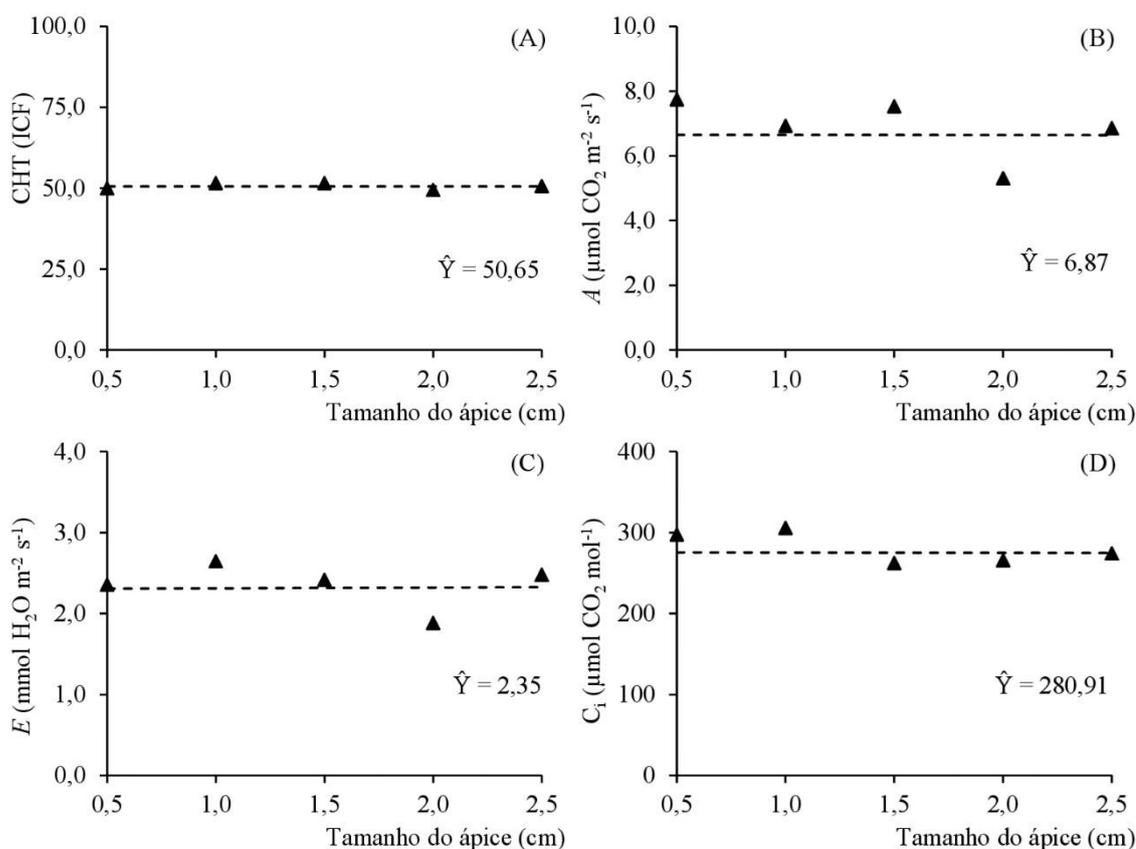


Figura 5 – A: índice de clorofila total (CHT: ICF), B: assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ :  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), C: taxa de transpiração ( $E$ :  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e D: concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ) de mudas de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do comprimento do ápice da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Estudo realizado por Covre et al. (2013) para avaliar o crescimento inicial de treze genótipos de *Coffea canephora* cujas mudas foram produzidas por estaquia, indicou que sete deles obtiveram ganhos em massa seca total, corroborando os resultados obtidos nesse trabalho.

O comprimento da estaca é um fator de grande importância para a sobrevivência, enraizamento e emissão de brotações da estaca, uma vez que está relacionado com a quantidade de carboidratos e auxinas endógenas reservados nos tecidos (Pontes Filho et al., 2014). Estacas curtas podem não

possuir reservas suficientes para suprir as demandas energéticas da rizogênese, ao passo que as excessivamente longas podem tornar-se mais suscetíveis à desidratação devido à grande superfície exposta ao ambiente e à maior demanda de água para manter viva a maior quantidade de tecidos vegetais (Braga et al., 2006; Lima et al., 2006). A desidratação que pode ocorrer em estacas longas é devida aos ramos ortotrópicos, ainda jovens, não serem recobertos por cutícula espessa (Albiero et al., 2005), fazendo com que o cafeeiro conilon não constitua uma defesa anatômica contra a desidratação (Carvalho et al., 2001; Taiz e Zeiger, 2013).

Neste estudo, foram considerados ápices com comprimentos variando entre 0,5 a 2,5 cm. Somando-os aos comprimentos da base da estaca (4,0 cm), os comprimentos totais das estacas variaram de 4,5 a 6,5 cm. Desse modo, o ápice curto favorece o tamanho reduzido da estaca, assim como, o ápice longo favorece o excessivo comprimento da estaca. Com base nos resultados das variáveis de crescimento, a melhor conformação da estaca caulinar de cafeeiro conilon, sob as condições avaliadas, prevê o comprimento de ápice de 1,5 cm para resultar em um comprimento total intermediário.

Para o sucesso da cafeicultura, um dos pontos chave é a utilização de mudas de alto padrão de qualidade, pois contribuem para o desenvolvimento mais rápido e vigoroso das lavouras (Fonseca et al., 2019). Estudos como este são de fundamental importância, pois contribuem para o entendimento dos fatores que podem limitar o crescimento e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro conilon.

Pode-se dizer que, de modo geral, os melhores resultados de crescimento das mudas clonais de cafeeiro conilon foram observados em estacas caulinares cujo comprimento do ápice variou entre 1,5 e 1,6 cm. Recomenda-se que o comprimento do ápice de estacas caulinares de cafeeiro conilon seja de 1,5 a 1,6 cm.

## CONCLUSÃO

O corte em bisel no ápice da estaca caulinar favorece o acúmulo de matéria seca das mudas de cafeeiro conilon produzidas a partir de estaquia.

Estacas caulinares com o comprimento do ápice entre 1,5 e 1,6 cm devem ser recomendadas, pois as mesmas favorecem o incremento da área foliar e o acúmulo de biomassa das mudas de cafeeiro conilon produzidas a partir de estaquia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albiero, A.L.M., Paoli, A.A.S., Souza, I.A.D., Mourão, K.S.M. (2005) Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K. (Piperaceae). *Acta Botanica Brasílica*, 19 (2): 305-312.
- Aquino, I.P., Schmidt, R., Dubberstein, D., Dias, J.R.M. (2017) Cortes basais e substratos na formação de mudas clonais de cafeeiro canéfora. *Coffee Science*, 12 (1): 9-16.
- Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M., Braga Filho, L.J. (1973) Determination of leaf area of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, 20 (107):44-52.
- Belan, I.L., Silva, K.G., Tomaz, M.A., Junior, W.C.J., Amaral, J.A.T., Amaral, J.F.T. (2011) Aspectos fisiológicos do cafeeiro conilon: uma abordagem sistemática. *Nucleus*, 8 (1): 1-16.
- Bernardes, T., Moreira, M.A., Adami, M., Rudorff, B.F.T. (2012) Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no Estado de Minas Gerais–Brasil. *Coffee Science*, 7 (2): 139-151.
- Blittersdorff, R., Kranz, J. (1976) Comparative studies on *Fusarium xylarioides* Steyaert (*Gibberella xylarioides* Heim et Saccas) the cause of the coffee tracheomycosis. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 83 (9): 529-544.

- Booth, C., Waterston, J.M. (1964) *Gibberella xylarioides*. C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, n. 24, *Commonwealth Mycological Institute Wallingford*, England, 1964.
- Braga, M.F., Santos, E.C., Junqueira, N.T.V., Souza, A.A.T.C., Faleiro, F.G., Rezende, I.N., Junqueira, K.P. (2006) Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de Passiflora. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 284-288.
- Bragança, S.M., Fonseca, A.F.A., Saraiva, J.S.T., Pereira, J.O.; Rocha, A.C., Pelissari, S.A., Bregonci, I.S. (1995) Formação de mudas. *In: Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: Secretaria de Estado de Agricultura, p. 19-28.
- Bragança, S.M. (2005) Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre). Tese (Doutorado em Fitotecnia), Viçosa-MG, *Universidade Federal de Viçosa*, UFV, 99f.
- Brinate, S.V.B., Rodrigues, W.N., Martins, I.D., Colodetti, T.V., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. (2015) Applicability of the method of linear dimensions to estimate leaf area in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *American Journal of Plant Sciences*, 6 (1): 651-658.
- Carvalho, A., Medina Filho, H.P., Fazuoli, I.C., Guerreiro Filho, O., Lima, M.N.A. (1991) Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, 14 (1): 135-183.
- Carvalho, A., Fazuoli, L.C. Café. *In: Furlani, A.M.C., Viégas, G.P.O.* (1993) Melhoramento de plantas no instituto agrônomo. Campinas: *Instituto Agrônomo*, v. 1, p. 29-76.
- Carvalho, I.M.D., Silva, E.A.M.D., Azevedo, A.A., Mosquim, P.R., Cecon, P.R. (2001) Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e

Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (3): 411-416.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (2019) *Acompanhamento da safra brasileira: café*, 5 (4), Brasília: Conab, 23p.

Conagin, C.H.T.M., Mendes, A.J.T. (1961) Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Bragantia*, 20 (34): 787-804.

Covre, A.M., Partelli, F.L., Mauri, A.L., Dias, M.A. (2013) Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café conilon. *Revista Agro@ambiente On-line*, 7 (2): 193-202.

Dardengo, M.C.J., Sousa, E.F.D., Reis, E.F.D., Gravina, G.D.A. (2013) Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, 8 (4): 500-509.

Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., Stoffelen, P. (2006) An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152 (4): 465-512.

Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36 (1): 10-13.

Espindula, M.C., Partelli, F.L. (2011) *Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canephora (Conilon e Robusta)*. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 2011, 16p. (Embrapa Rondônia: Documentos, 144).

Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., VerdinFilho, A.C., Volpi, P.S. (2007a) *Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de Coffea canephora*. In: FERRÃO, R.G. et al. (Ed.) *Café conilon*. Vitória: Incaper, p. 66-91.

Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Verdin Filho, A. C., Volpi, P.S., De

- Muner, L.H., Lani, J.A., Prezotti, L.C., Ventura, J.A., Martins, D.S., Mauri, A.L., Marques, E.M.G.; Zucateli, F. (2012) *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 74p.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (2019) *Conilon Coffee*, 3<sup>rd</sup> edition updated and expanded. Vitória, ES: Incaper, 974p.
- Ferreira, D.F. (2011) SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35 (6): 1039-1042.
- Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Silva, A.E.S., DeMuner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S. (2004) *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 2005. 53 p. (Incaper: Circular Técnica, 04-I).
- Fonseca, A.F.A., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Mauri, A.L., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Arantes, S.D., Posse, S.C.P. (2019) *Conilon Coffee: Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling*. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. *Conilon Coffee*. 3<sup>rd</sup> edition updated and expanded. Vitória, ES: Incaper, p. 289-325.
- Lima, R.L.S., Severino, L.S., Pereira, W.E., Lucena, A.M.A., Gheyi, H.R. Arriel, N.H.C. (2006) Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (1): 83-86.
- Mauri, A.L., Arantes, S.D., Fonseca, A.F.A., Espindula, M.C., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Partelli, F.L. (2015) *Produção de mudas: clones e sementes*. In: Fonseca, A.F.A.; Sakiyama, N.S., Borém, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 50-69.
- Paiva, A.V., Poggiani, F., Goncalves, J.L.M., Ferraz, A.V. (2009) Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. *Scientia Florestalis*, 37 (1): 499-511.

- Paiva, R.N., Carvalho, C.H.S., Mendes, A.N.G., Almeida, S.R., Matiello, J.B., Ferreira, R.A. (2010) Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. *Coffee Science*, 5 (1): 49-58.
- Paiva, R.F., Mendes, A.N.G., Carvalho, G.R., Rezende, J.C., Ferreira, A.D., Carvalho, A.M. (2012) Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). *Ciência Rural*, 42 (7): 155-1160.
- Partelli, F.L.; Covre, A.M., Oliveira, M.G., Alexandre, R.S., Vitória, E.L.D., Silva, M.B.D. (2014) Root system distribution and yield of Conilon coffee propagated by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49 (5): 349- 355.
- Paulino, A.J., Matiello, J.B., Paulini, A.E. (1985) *Produção de mudas de café Conilon por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 12p.
- Pontes Filho, F.S.T., Almeida, E.L.B., Barroso, M.M.A., Cajazeira, J.P., Corrêa, M.C.M. (2014) Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (4): 788-793.
- Rocha, R.B., Santos, D.V., Ramalho, A.R., Teixeira, A.L. (2014) Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Coffee Science*, 8 (4): 478-485.
- Steyaert, R.L. (1948) Contribution a L'Étude des parasites des végétaux du Congo Belge. *Bulletín Society Royale Botanique Belgique*, 2 (30): 1-49.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p.
- Van Der Vossen, H.A.M. (1985) Coffee selection and breeding. *In: Clifford, M.N., Wilson, K.C. (Ed.) Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm Westport, p.48-96.

Verdin Filho, A.C., Mauri, A.L., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Rodrigues, W.N. Andrade Júnior, S., Colodetti, T.V. (2014) Growth and quality of clonal plantlets of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) influenced by types of cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (1): 2148-2153.

Verdin Filho, A.C., Rodrigues, W.N., Colodetti, T.V., Mauri, A.L., Christo, B.F., Ferrão, R.G., Tomaz, M.A., Comério, M., Andrade Júnior, S., Posse, S.C.P., Martins, L.D., Brinate, S.V.B. (2018) Quality of clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner produced using coffee husk in the substrate. *African Journal of Agricultural Research*, 13 (50): 2826-2835.

### 3.2 COMPRIMENTO BASAL DE ESTACAS CAULINARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO CONILON

#### RESUMO

O método recomendado para o preparo de estacas caulinares na produção de mudas de cafeeiro conilon está sendo reavaliado e resultados positivos, mas diferentes aos anteriormente relatados, estão sendo observados. O objetivo com este trabalho foi avaliar os comprimentos das hastes basais de estacas caulinares sobre o crescimento e aspectos fisiológicos de mudas clonais de cafeeiro conilon. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Marilândia-ES sob o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quinze repetições. Os tratamentos se referiram aos comprimentos da haste da estaca caulinar (2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm abaixo da inserção do par de folhas). Foram avaliados o crescimento e os aspectos fisiológicos das mudas após 120 dias de cultivo. Com relação às avaliações de crescimento, hastes com comprimentos entre 5,5 e 6,0 cm propiciam as melhores respostas de área foliar, acúmulo de massa seca e qualidade das mudas. Nas demais variáveis de crescimento não houve efeito de tratamento. Com relação aos aspectos fisiológicos, as melhores respostas de eficiência instantânea de uso da água, controle do fechamento estomático, índice de clorofila, bem como, menor transpiração foram observadas em estacas cujo comprimento de haste basal variou entre 4,0 e 6,0 cm. Para favorecer o crescimento vegetativo e permitir condições fisiológicas adequadas recomenda-se que o comprimento da haste da estaca tenha entre 5,0 e 6,0cm.

## ABSTRACT

The recommended method for the preparation of stem cuttings in the production of conilon coffee seedlings is being reevaluated and positive results, but different from those previously reported, are being observed. The objective of this work was to evaluate the length of the basal stems of stem cuttings on the growth and physiological aspects of clonal seedlings of conilon coffee. The experiment was implemented at the Experimental Farm of Marilândia-ES under a completely randomized design with four treatments and fifteen repetitions. The treatments referred to the stem length (2.0; 3.0; 4.0 and 6.0 cm below the leaf pair insertion). Seedling growth and physiological aspects were evaluated after 120 days of cultivation. Regarding growth assessments, stem lengths between 5.5 and 6.0 cm provide the best leaf area responses, dry matter accumulation and seedling quality. In the other growth variables, there was no treatment effect. Regarding the physiological aspects, the best responses of instantaneous water use efficiency, control of stomatal closure, chlorophyll index, as well as, lower transpiration were observed in cuttings whose length of basal stem varied between 4.0 and 6.0 cm. In order to favor vegetative growth and allow adequate physiological conditions, it is recommended that the length of the stem of the stake be between 5.0 and 6.0 cm.

## INTRODUÇÃO

O Espírito Santo é o maior produtor de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) do Brasil, obtendo em 2019 produções em torno de

10,4 milhões de sacas beneficiadas em uma área superior a 240 mil hectares (CONAB, 2019). Aproximadamente são renovadas em torno de 16 mil ha de lavoura cafeeira ao ano, o que demanda dos viveiristas a produção de dezenas de milhões de mudas para os novos plantios (Mauri et al., 2015; CONAB, 2019).

A produção de mudas de cafeeiro conilon é predominantemente assexuada pelo método da estaquia caulinar (Paiva et al., 2012; Fonseca et al., 2019). Até recentemente, a recomendação de preparo das estacas de cafeeiro conilon previa que as mesmas apresentassem um nó inteiro, eliminação dos ramos plagiotrópicos por meio de poda, eliminação de metade a um terço do limbo foliar do par de folhas, comprimento da haste basal de 4 cm e extremidade cortada em bisel (Paulino et al., 1985).

A explicação para que na base da estaca caulinar fosse realizado o corte em bisel é a indução mais rapidamente da rizogênese em função da maior área de câmbio vascular disponível (Paulino et al., 1985; Ferrão et al., 2004; Fonseca et al., 2004). E, desde então, para a produção de mudas clonais de várias espécies vegetais, são realizados cortes em bisel na base das estacas (Sasso et al., 2010; Silva et al., 2012; Gomes e Krinski, 2016; Gomes e Krinski, 2019).

Em trabalho recentemente realizado por Verdin Filho et al. (2014), estudando mais detalhadamente a influência do tipo de corte na base da haste das estacas, foi constatado que o corte reto propiciou maior crescimento das mudas comparado ao corte em bisel. Segundo os autores, esse tipo de corte promoveu maior produção total de biomassa, melhor distribuição das raízes ao redor da haste e melhor qualidade final das mudas quando comparado ao corte em bisel. Esse estudo diverge da indicação relatada por Bergo et al. (2002) ao recomendarem comprimento da haste caulinar basal da estaca entre 6 e 8 cm, que também é diferente da indicação de 3 a 4 cm citado por Paulino et al. (1985).

Considerando a novidade apresentada por Verdin Filho et al. (2014) acerca do tipo de corte na base da haste da estaca, levantaram-se outros questionamentos sobre os demais aspectos envolvidos no preparo das mesmas. Nesse sentido, entende-se que são necessários mais estudos para a padronização de procedimentos mais adequados à espécie. Sendo assim, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar os comprimentos de hastes basais de estacas caulinares de cafeeiro conilon sobre o crescimento e aspectos fisiológicos de mudas clonais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia-FEM, base de pesquisa do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizada no município de Marilândia-ES, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, às coordenadas geográficas 19°24'26,09" S e 40°32'26,83" O, altitude de 89 m. O experimento foi realizado em viveiro de produção de mudas de cafeeiro conilon com telado preto para promoção de 50% de sombra, sob condições controladas de irrigação e temperatura. O ensaio teve duração de seis meses (junho a dezembro de 2016). A cultivar adotada nos experimentos foi 'Vitória Incaper 8142'.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quinze repetições. Os tratamentos se referiram aos comprimentos da haste basal da estaca caulinar (2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm abaixo da inserção do par de folhas). Cada parcela útil foi composta por quatro mudas centrais e as laterais protegidas com plantas de bordaduras.

### Produção das mudas

Brotações bem desenvolvidas foram coletadas aleatoriamente de plantas matrizes adultas da cultivar 'Vitória Incaper 8142' cultivadas em jardim clonal, conduzidas com flexão dos ramos ortotrópicos para estimular a emissão de brotos. As matrizes foram padronizadas quanto a idade, aspectos nutricionais e fitossanitários. As estacas caulinares foram extraídas da parte central das brotações descartando a região basal e apical dos ramos, por se tratarem de regiões mais lignificadas e tenras, respectivamente.

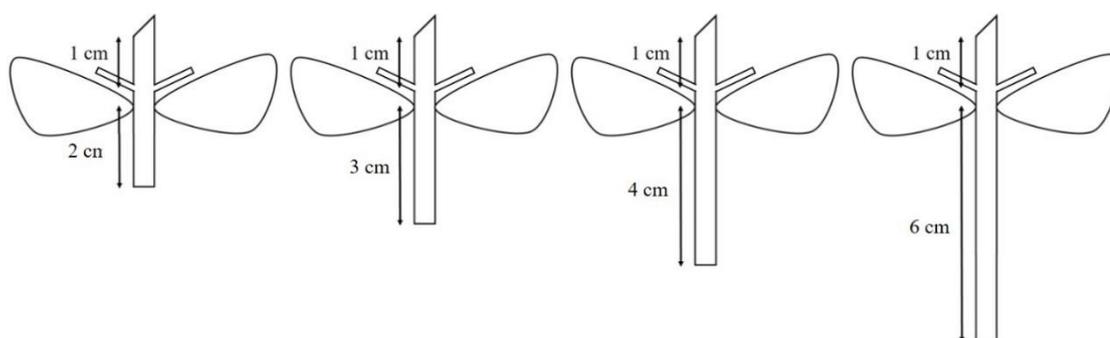


Figura 1 – Esquema ilustrativo da conformação da estaca caulinar de cafeeiro conilon adotada no experimento. Demonstração do ponto de início da medida do comprimento do ápice (1,0 cm) e da haste basal (2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm), bem como, o corte em bisel no ápice e retilíneo na base da haste.

As estacas caulinares foram extraídas da parte central das brotações descartando a região basal e apical, por se tratarem de regiões mais lignificadas e tenras, respectivamente. No preparo das estacas, alterou-se comprimento da haste basal da estaca caulinar (2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 cm abaixo da inserção do par de folhas), sendo empregado o corte retilíneo para todos os tratamentos, conforme recomendação de Verdin Filho et al. (2014) (Figura 1). As estacas caulinares foram padronizadas para apresentar um par de folhas contendo um terço de sua área original e ápice com 1 cm de comprimento cortado em formato de bisel. As demais etapas para a propagação via estaquia do cafeeiro conilon seguiram as recomendações de Fonseca et al. (2019).

As mudas foram cultivadas em viveiro durante 120 dias e o manejo da nutrição, irrigação e controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações para a produção de mudas de café conilon de Ferrão et al. (2012) e Fonseca et al. (2019).

## Avaliações

Após 120 dias de cultivo, as mudas foram avaliadas quanto aos

parâmetros morfológicos: altura da planta (ALT; cm) com uso de régua graduada (precisão de 0,1 cm); diâmetro do caule (DC; mm) com uso de paquímetro digital; área foliar da planta (AFP; cm<sup>2</sup>) obtida pelo método não destrutivo de dimensões lineares (Barros et al., 1973; Brinate et al., 2015).

Quanto às características fisiológicas, as avaliações foram efetuadas no terceiro par de folha do ramo plagiotrópico do terço médio da copa, avaliou-se: trocas gasosas por meio do analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA, Licor 6400XT) no horário entre 9:00 e 11:00 da manhã de dias ensolarados. A radiação fotossinteticamente ativa foi padronizada em 1000  $\mu\text{mol}$  (fótons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e concentração de  $\text{CO}_2$  na câmara em 400 ppm. Avaliou-se a taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a taxa de transpiração ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e a eficiência instantânea de uso da água ( $A/E$ ;  $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ ). Nas mesmas folhas e horários, avaliou-se o índice de clorofila total (CHT; ICF) obtido com a leitura do teor foliar de clorofila por meio do clorofilômetro “ClorofiLOG” (Falker modelo FL1030).

Após essas análises, as plantas foram coletadas, separadas em caule, folha e raiz, e destinadas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , até obtenção de massa constante e posterior pesagem em balança eletrônica de precisão (0,0001 g). A produção de massa seca total das plantas (MST; g) foi obtida pelo somatório da massa seca de folhas (MSF; g), massa seca de caule (MSC; g) e massa seca de raízes (MSR; g). Com base nos resultados de matéria seca das plantas, foram calculadas as proporções da MST destinada a cada órgão vegetal, sendo: razão de massa foliar (RMF; %) obtida pela relação entre MSF e MST; razão de massa caulinar (RMC; %) obtida pela relação entre MSC e MST; e razão de massa radicular (RMR; %) obtida pela relação entre MSR e MST. O índice de qualidade de Dickson, que avalia a qualidade de mudas, foi calculado através do método proposto por Dickson et al. (1960), a partir da fórmula:  $\text{IQD} = [\text{massa seca total (g)} / (\text{RAD} + \text{RPAR})]$ , em que, RAD representa a razão entre altura (cm) e o diâmetro (mm) do coleto das mudas; e RPAR, razão da massa (g) seca da parte aérea com a massa (g) seca de raiz.

## Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às pressuposições de normalidade e homogeneidade. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA). Na presença de efeito significativo dos tratamentos, os dados foram submetidos à análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ). O modelo de regressão escolhido baseou-se na significância dos coeficientes angulares e nos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Os dados foram analisados utilizando o software Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) do comprimento da haste basal da estaca caulinar sobre as variáveis ALT, DC, RMF, RMC e RMR, sendo observados valores médios de 10,08cm; 3,78mm; 54,73%; 16,28% e 28,98%, respectivamente (Figura 2A, 2B, 2E, 2F e 2G). Para a variável AFP, verificou-se incremento da área foliar à medida que se aumentou o comprimento da haste da estaca caulinar, observando a maior média (272,27 cm<sup>2</sup>) em estacas com comprimento igual a 6 cm (Figura 2C).

Para MST e IQD, o comprimento da haste basal influenciou nas respostas das mudas, em que foi possível observar o incremento dessas variáveis com o aumento do comprimento da haste basal da estaca. Para MST, o valor máximo de 2,59 g foi observado no comprimento de haste estimado em 5,46 cm (Figura 2D). Para IQD, o valor máximo de 0,48 foi observado no comprimento estimado de 5,43 cm (Figura 2H).

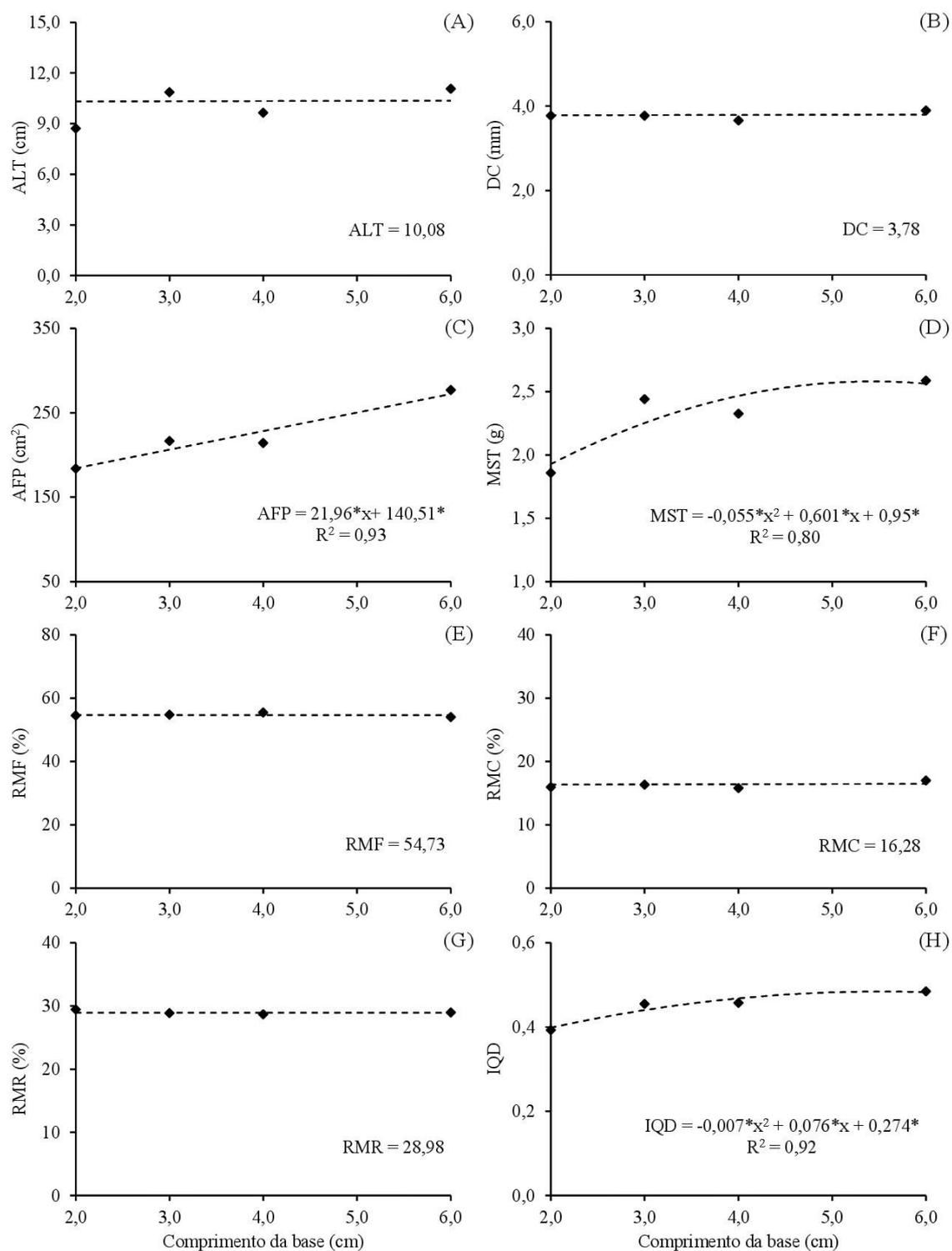


Figura 2 – A: altura de planta (cm), B: diâmetro de caule (mm), C: área foliar da planta (cm<sup>2</sup>), D: massa seca total da planta (g), E: razão de massa foliar (%), F: razão de massa caulinar (%), G: razão de massa radicular (%), H: índice de qualidade de Dickson de mudas clonais de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do comprimento da haste basal da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Com relação às características fisiológicas, o comprimento da haste basal das estacas caulinares influenciou as respostas das mudas. Para o CHT houve ajuste quadrático ao modelo linear cujo maior índice de clorofila observado (51,99 ICF) foi no comprimento estimado de 3,86 cm (Figura 3A). Para a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (*A*), condutância estomática (*g<sub>s</sub>*) e taxa de transpiração (*E*), foi possível observar uma redução com o aumento do comprimento da haste basal das estacas, cujas maiores médias (7,76 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>; 0,148 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>; 2,36 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente) foram verificadas em estacas com haste basal de 2,0 cm de comprimento (Figura 3B, 3C e 3D).

A concentração subestomática de CO<sub>2</sub> apresentou resposta polinomial quadrática na análise de regressão com efeito inverso ao do CHT, em que, a maior condutância (289,84 μmol mol<sup>-1</sup>) foi observada em estacas com haste basal de 2,0 cm de comprimento, e a menor (239,73 μmol mol<sup>-1</sup>), em estacas com comprimento estimado de 4,95 cm (Figura 3E). A maior eficiência instantânea de uso da água (3,81 μmol mmol<sup>-1</sup>) foi observada no comprimento estimado pela equação quadrática de 4,73 cm (Figura 3F).

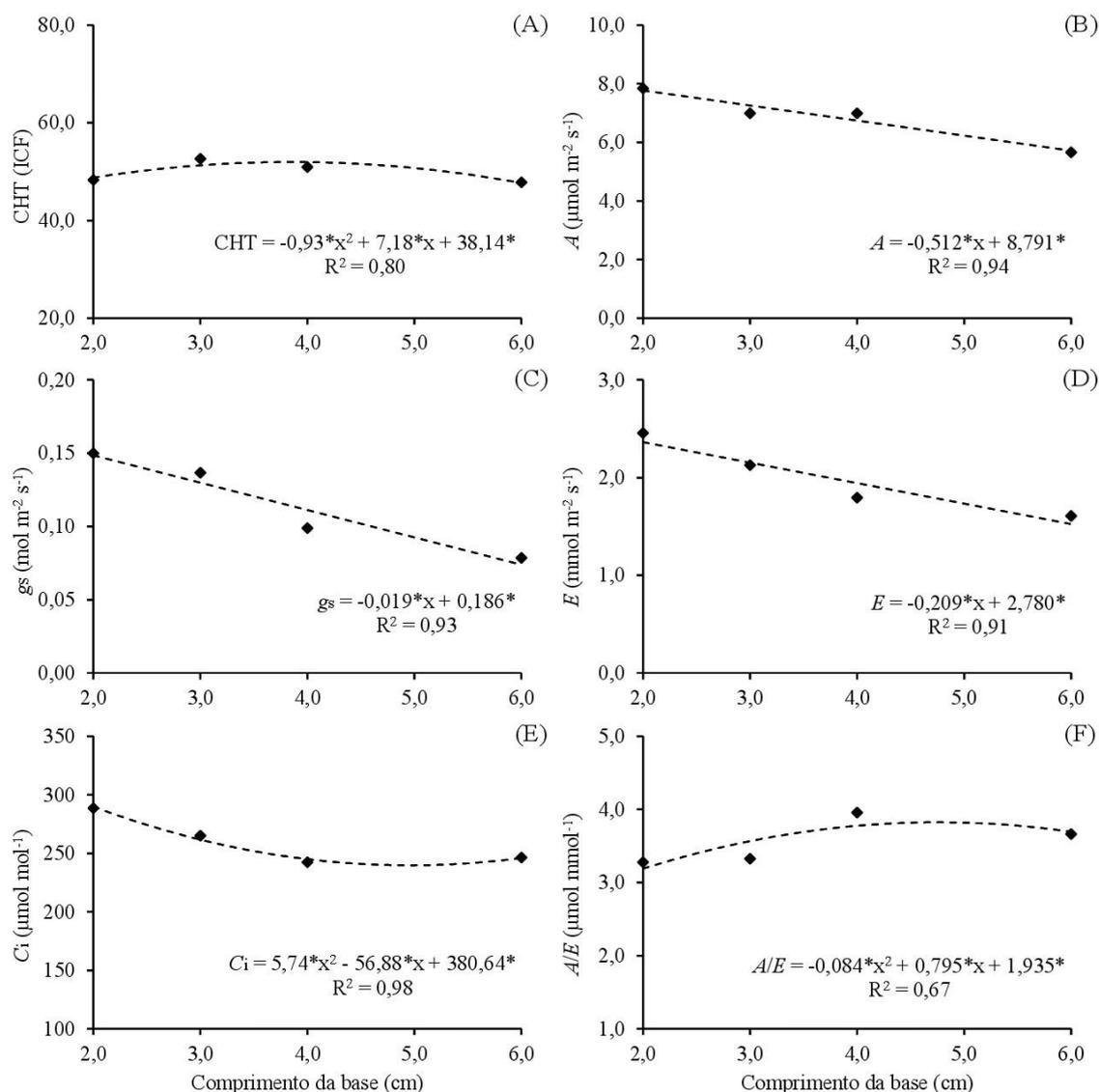


Figura 3 – A: índice de clorofila total (CHT: ICF), B: assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A:  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), C: condutância estomática ( $g_s$ :  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), D: taxa de transpiração (E:  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), E: concentração subestomática de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e F: eficiência instantânea no uso da água (A/E;  $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ ) de mudas de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do comprimento da haste basal da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Com relação à altura de plantas, o resultado deste estudo é superior (média de 10,08 cm) aos encontrados por Braun et al. (2007), Silva et al. (2010b) e Dardengo et al. (2013). Braun et al. (2007) observaram alturas de aproximadamente 6,0 cm para mudas cultivadas sob 50% de sombreamento. Dardengo et al. (2013) observaram mudas com altura média de 8,15 cm e Silva et

al. (2010b), de 7,34 cm, ambas quando cultivadas em tubetes. Diante desse resultado, é possível que o sombreamento de 50% possa ter induzido as plantas a alocarem boa parte de seus recursos metabólicos para investir em altura, alongando os entrenós em busca de luz. Este fenômeno também foi observado por Tatagiba et al. (2010), que obtiveram mudas clonais com altura de 19,5 cm quando cultivadas sob 50% de sombreamento.

Maiores médias de diâmetro de coleto são indicadoras de elevadas taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese (Engel, 1989; Gonçalves et al., 2000). O crescimento em diâmetro depende da atividade cambial que, por sua vez, é estimulada por carboidratos produzidos pela fotossíntese e hormônios translocados das regiões apicais. Considerando que as taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> decresceram conforme aumentou o comprimento da haste basal da estaca, é possível explicar a ausência de efeito de tratamento sobre o diâmetro de coleto, em função da baixa atividade cambial nas mudas.

Braun et al. (2007) e Tatagiba et al. (2010) avaliando o crescimento inicial de mudas clonais de cafeeiro conilon obtidas por meio da estaquia, em casa de vegetação sob os níveis de sombreamento, também não observaram diferenças significativas para diâmetro de coleto. Entretanto, o valor de diâmetro de coleto deste estudo foi superior (média de 3,78 mm) aos relatados por Braun et al. (2007) (média de 2,2 mm) aos 140 dias de cultivo e por Tatagiba et al. (2010) (média de 3,21 mm) aos 120 dias.

A produção de massa seca permite avaliar o crescimento de uma planta, pois é reflexo direto da produção fotossintética líquida somada à quantidade de minerais absorvidos (Engel, 1989). Embora a taxa fotossintética tenha reduzido com o aumento do comprimento da haste basal das estacas e que este fato deveria refletir em menor massa seca total, houve o efeito contrário na MST. Isso ocorreu porque as estacas de maiores comprimentos já iniciam com maior biomassa, em função do seu tamanho final, devido à maior eficiência do uso da água observada em estacas de maior comprimento de haste (5,0 e 6,0 cm).

Sabe-se que o crescimento vegetativo está diretamente ligado à turgescência das células, ou seja, expansão celular em função da absorção de água extraída do substrato (Taiz e Zeiger, 2013). Além disso, a translocação de água pelos feixes vasculares é responsável pelo transporte de minerais presentes no substrato para os órgãos vegetativos, principalmente folhas, onde maior parte

do processo fotossintético ocorre. Estes fatos podem explicar tanto o acúmulo de biomassa quanto o aumento da área foliar das mudas em função do aumento dos comprimentos das hastes das estacas, já que nelas houve maior eficiência do uso da água.

Os minerais, que resultam em biomassa na planta, para serem translocados do substrato para os órgãos vegetativos exigem alto déficit de pressão de vapor e quantidade de água disponível no substrato. Esses minerais são, por exemplo: nitrogênio, integrante dos nucleotídeos, aminoácidos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e outros produtos secundários, favorecem o crescimento e formação de raízes e folhas, produção e translocação de fotoassimilados, e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas (Malavolta et al. 1997; Teixeira et al., 2013); potássio, um controlador dos movimentos estomáticos e ativador metabólico essencial para formação de proteínas; cálcio, responsável pela formação e estabilidade das paredes celulares e está envolvido no processo de divisão celular e no sistema de osmorregulação das células; magnésio, mineral central da molécula de clorofila importante para o processo de fotossíntese; ferro, parte integrante do centro de oxirredução de inúmeras enzimas e moléculas como citocromos, nitrogenases e enzimas envolvidas na síntese de clorofila, de DNA e hormônios (Becana et al.1998; Gurzau et al., 2003; Taiz e Zeiger, 2013).

Tatagiba et al. (2010) verificaram que mudas clonais de café conilon mantidas sob 50% de sombreamento apresentaram valores de aproximadamente 2,5 g para acúmulo de matéria seca total, corroborando os resultados deste trabalho. Braun et al. (2007), estudando o efeito do sombreamento sobre a produção de mudas de café conilon, perceberam que maiores níveis de sombreamento propiciaram maiores resultados de massa da matéria seca da parte aérea, apresentando mudas mais vigorosas. Matiello et al. (1989), trabalhando com cinco níveis de sombreamento, variando de 0 a 100%, em áreas com período seco acentuado no nordeste brasileiro, verificaram que o sombreamento de 50 a 75% tem resultado em melhor enfolhamento e maior produtividade dos cafeeiros.

Os comprimentos das hastes basais das estacas não influenciaram as MSF, MSC e MSR, permitindo translocações de 54,73% para parte aérea, 16,28% para caule e 28,98% para raízes. Analisando esses resultados é possível

observar que aos 120 dias de cultivo as mudas investiram quase o dobro de energia na produção de parte aérea comparada à produção de raízes. Relacionando esses resultados aos de AFP, é possível que as (estacas) mudas tenham buscado compensar a baixa incidência luminosa com a produção de maior limbo foliar para interceptar o máximo de radiação.

Resultados obtidos em diversas cultivares de cafeeiro mostraram que em condições de cultivo sombreadas, desenvolvem folhas mais finas e com maior área foliar, que proporciona maior interceptação da luz disponível para compensar a menor luminosidade recebida (Fahlet al., 1994; Ricci et al., 2006, Braun et al., 2007, Tatagiba et al., 2010). Tatagiba et al. (2010) observaram em mudas de cafeeiro conilon aos 120 dias de cultivo, sob 50% de sombreamento, área foliar de 159,91 cm<sup>2</sup>. Quando o sombreamento foi de 88%, as mudas apresentaram área foliar ainda maior, 298,52 cm<sup>2</sup>. Esses resultados corroboram os deste trabalho.

O tamanho das estacas está relacionado com a reserva de carboidratos disponíveis e com o volume de auxinas produzidas, o que proporciona maior sobrevivência, enraizamento e crescimento vegetativo (Braga et al., 2006). Desse modo, pode-se inferir que estacas de menor comprimento basal apresentaram menor capacidade para expandir o limbo foliar resultando em menor AFP, ao passo que estacas de maior comprimento basal, proporcionaram a emissão de folhas mais expandidas.

A condutância estomática tendeu a reduzir conforme o aumento do comprimento da haste basal da estaca. Possivelmente o fechamento dos estômatos se deu para evitar a desidratação por meio da transpiração (Gholipour et al., 2010; Kholová et al., 2010; Lago et al., 2011; Lago et al., 2012; Rodrigues et al., 2015; Peloso et al., 2017). E, em função do controle do fechamento estomático, a transpiração e a assimilação de CO<sub>2</sub> foram limitadas à medida que as estacas aumentavam o comprimento.

Observou-se que o fechamento estomático acarretou em decréscimos, proporcionalmente, maiores à transpiração (coeficiente angular maior) do que à fotossíntese (coeficiente angular menor) com o aumento do comprimento das estacas. Este menor decréscimo da fotossíntese ocorreu, possivelmente, porque houve maior eficiência instantânea do uso da água ( $A/E$ ) nas estacas de maior comprimento basal. Resultados encontrados por Silva et al.(2010a) corroboram os

encontrados neste estudo, ao avaliar as respostas fisiológicas de tolerância à seca de clone de café conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante.

Não houve diferenças significativas em 5% de probabilidade para RMR entre os tratamentos, pode-se dizer que o controle estomático juntamente à alta A/E foram os responsáveis pela manutenção do IQD. Segundo Pinheiro et al. (2004), Marraccini et al. (2012) e Silva et al. (2013), os principais mecanismos fisiológicos de tolerância à desidratação em genótipos de *C. canephora* são a eficiência na retirada de água do solo, o controle estomático e a redução da área foliar para manutenção da transpiração.

O IQD é um bom indicador da qualidade das mudas por considerar para o seu cálculo a robustez (MST) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (RAD e RPAR). Atualmente, poucos trabalhos utilizam índices na padronização e classificação da qualidade de mudas de café, já que são comumente usados em mudas de essências florestais (Dardengo et al., 2013). O trabalho pioneiro na utilização do IQD para mudas de cafeeiro é o de Marana et al. (2008), que estabeleceram para o arábica o valor médio de 0,21. Silva et al. (2011) também determinaram o índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro arábica e obtiveram o valor de 0,62. Para cafeeiro conilon, Dardengo et al. (2013) estabeleceram índice de 0,68 em mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, resultado superior ao deste trabalho que observou o índice máximo de 0,48 em estaca com haste basal de 5,43 cm.

O CHT foi maior em estacas com comprimento de 3,0 a 4,0 cm, em que foram observadas elevadas taxas de fotossíntese. Este fato pode ser explicado, visto que, a clorofila é um pigmento presente na planta com a função de converter a radiação luminosa em energia química, na qual é disposta na forma de ATP e NADPH, produtos da fotossíntese. Desse modo, tal pigmento está fortemente relacionado com a eficiência fotossintética das plantas (Streit et al., 2005; Taiz e Zeiger, 2013).

Sobre a concentração subestomática de CO<sub>2</sub>, esta foi menor em estacas de maiores comprimentos basais. Este resultado pode ser associado aos resultados encontrados para a condutância estomática, uma vez que a entrada de CO<sub>2</sub> na planta se dá por meio da abertura dos estômatos. Logo, o fator limitante da fotossíntese observado nas estacas avaliadas é o controle estomático.

O comprimento da estaca é um fator de grande importância, pois está relacionado com as reservas de carboidratos e auxinas endógenas, que influenciam na sobrevivência, enraizamento e emissão de brotações (Pontes Filho et al., 2014). Estacas curtas poderão não dispor das reservas necessárias ao enraizamento, ao passo que as excessivamente longas, podem tornar-se mais suscetíveis à desidratação devido à grande superfície exposta ao ambiente e à maior demanda de água para suprir a grande quantidade de tecido vivo (Lima et al., 2006).

Oliveira et al. (2010) conduziram um experimento com cafeeiro arábica que avaliou a influência do comprimento de estacas caulinares e do ambiente no crescimento de mudas obtidas por meio da estaquia. Os autores concluíram que estacas com maior comprimento e conduzidas em telado de sombrite possibilitaram maior crescimento das mudas. Esses resultados corroboram com os desta pesquisa, em que os maiores comprimentos, entre 5,0 e 6,0 cm, são os mais indicados com base nos resultados de crescimento vegetativo e nos aspectos fisiológicos analisados conjuntamente.

## CONCLUSÕES

Os comprimentos de haste basal entre 5,0 e 6,0 cm são os mais indicados com base nos resultados de crescimento vegetativo e nos aspectos fisiológicos analisados conjuntamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M., Braga Filho, L.J. (1973) Determination of

leaf area of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, 20 (107): 44-52.

Becana, M., Moran, J.F., Ormaetxe, L.L. (1998) Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection. *Plant and Soil*, 201 (1):137-147.

Bergo, C.L., Sá, C.P.D., Sales, F.D. (2002) *Produção de mudas de cafeeiros por sementes e estacas*. Embrapa Acre. Circular Técnica 44 (INFOTECA-E).

Braga, M.F., Santos, E.C., Junqueira, N.T.V., Souza, A.A.T.C., Faleiro, F.G., Rezende, I.N., Junqueira, K.P. (2006) Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de Passiflora. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 284-288.

Braun, H., Zonta, J.H., Lima, J.S.S., Reis, E.F. (2007) Produção de mudas de café 'conilon' propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia (Arica)*, 25 (3): 85-91.

Brinate, S.V.B., Rodrigues, W.N., Martins, I.D., Colodetti, T.V., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. (2015) Applicability of the method of linear dimensions to estimate leaf area in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *American Journal of Plant Sciences*, 6 (1): 651-658.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (2019) *Acompanhamento da safra brasileira: café*, 5 (4), *Quarto Levantamento, Brasília*, p 1-44, Dez. Brasília: Conab, 23p.

Dardengo, M.C.J., Sousa, E.F.D., Reis, E.F.D., Gravina, G.D.A. (2013) Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, 8 (4): 500-509.

Engel, V.L. (1989) *Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de*

*anatomia*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”- Esalq, 202 p.

Fahl, J.L., Carelli, M.L.C. (1994) Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de *coffea*. *In: Simpósio Internacional sobre Café Adensado, Londrina, Anais...* Londrina: IAP, p. 289-290.

Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Muner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Marques, E.M.G., Zucateli, F. (2004) *Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. Circular Técnica, 03-I, Vitória, ES: Incaper, p.60.

Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., DeMuner, L.H., Lani, J.A., Prezotti, L.C., Ventura, J.A., Martins, D.S., Mauri, A.L., Marques, E.M.G.; Zucateli, F. (2012) *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 74p.

Ferreira, D.F. (2011) SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35 (6): 1039-1042.

Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Silva, A.E.S., DeMuner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S. (2004) *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 53 p. (Incaper: Circular Técnica, 04-I).

Fonseca, A.F.A., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Mauri, A.L., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Arantes, S.D., Posse, S.C.P. (2019) *Conilon Coffee: Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling*. *In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. Conilon Coffee*. 3<sup>rd</sup> edition updated and expand ed. Vitória, ES: Incaper, p. 289-325.

Gholipoor, M., Vara Prasad, P.V., Mutava, R.N., Sinclair, T.R. (2010)

Genetic variability of transpiration response to vapor pressure deficit among sorghum genotypes. *Field Crops Research*, 119 (1): 85-90.

Gomes, E.N., Krinski, D. (2016) Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. *Scientia Agraria*, 17 (3): 31-37.

Gomes, E.N., Krinski, D. (2019) Enraizamento de estacas caulinares de *Piper crassinervium* Kunth sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *Journal of Neotropical Agriculture*, 6 (1): 92-97.

Gonçalves, J.L., Santarelli, E.G., Moraesneto, S.P. (2000) *Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização*. In: Gonçalves & Benedetti. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 310-350.

Gurzau, E.S., Neagu, C., Gurzau, A.E. (2003) Essential metals — case study on iron. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56 (1): 190-200.

Kholová, J., Hash, C.T., Kumar, P.L., Yadav, R.S., Kočová, M., Vadez, V. (2010) Terminal drought-tolerant pearl millet [*Pennisetum glaucum*(L.) R. Br.] have high leaf ABA and limit transpiration at high vapour pressure deficit. *Journal of Experimental Botany*, 61 (5): 1431-1440.

Lago, I., Streck, N.A., Bisognin, D.A., Souza, A.T., Silva, M.R. (2011) Transpiração e crescimento foliar de plantas de mandioca em resposta ao déficit hídrico no solo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46 (11): 1415-1423.

Lago, I., Streck, N.A., Zanon, A.J., Hanauer, G., Bisognin, A.D., Silva, M.R. (2012) Transpiração e crescimento foliar de clones de batata em resposta à fração de água transpirável no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36 (3): 745-754.

Lima, R.L.S., Severino, L.S., Pereira, W.E., Lucena, A.M.A., Gheyi, H.R. Arriel,

- N.H.C. (2006) Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (1): 83-86.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, p. 319.
- Marana, J.P., Miglioranza, É., Fonseca, É.D.P., Kainuma, R.H. (2008) Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, 38 (1): 39-45.
- Marraccini, P., Vinecky, F., Alves, G.S.C., Ramos, H.J.O., Elbelt, S., Vieira, N.G., Carneiro, F.A., Sujii, P.S., Alekcevetch, J.C., Silva, V.A., Da Matta, F.M., Ferrão, M.A.G., Leroy, T., Pot, D., Vieira, I.G.E., Silva, F.R., Andrade, A.C. (2012) Differentially expressed genes and protein supondrou ghtac climation in tolerant and sensitive genotypes of *Coffea canephora*. *Journal of Experimental Botany*, 63 (1): 4191-4212.
- Matiello, J.B., Dantas, F.A.S., Camargo, A.P., Ribeiro, R.N.C. (1989) Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco: parte III. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 15, Maringá, PR. *Anais....* Rio de Janeiro: IBC, p.182.
- Mauri, A.L., Arantes, S.D., Fonseca, A.F.A., Espindula, M.C., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Partelli, F.L. (2015) *Produção de mudas: clones e sementes*. In: Fonseca, A.F.A.; Sakiyama, N.S., Borém, A. (Eds.). *Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 50-69.
- Oliveira, D.H.D., Baliza, D.P., Rezende, T.T., Carvalho, S.P.D., Guimarães, R.J. (2010) Influência do comprimento de estacas e ambientes no crescimento de mudas cafeeiras obtidas por enraizamento. *Coffee Science*, 5 (2): 183-189.
- Paiva, R.F., Mendes, A.N.G., Carvalho, G.R., Rezende, J.C., Ferreira, A.D., Carvalho, A.M. (2012) Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). *Ciência Rural*,

42 (7): 155-1160.

Paulino, A.J., Matiello, J.B., Paulini, A.E. (1985) *Produção de mudas de café Conilon por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 12p.

Peloso, A.F., Tatagiba, S.D., Amaral, J.F.T. (2017) Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. *Revista Engenharia Agricultura*, 25 (2): 139-147.

Pinheiro, H.A.; Da Matta, F.M., Chaves, A.R.M.; Fontes, E.P.B., Loureiro, M.E. (2004) Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*, 167: 1307-1314.

Pontes Filho, F.S.T., Almeida, E.L.B., Barroso, M.M.A., Cajazeira, J.P., Corrêa, M.C.M. (2014) Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (4): 788-793.

Ricci, M.S.F., Costa, J.R., Pinto, A.N., Santos, V.L.S. (2006) Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (4): 569-575.

Rodrigues, R.R., Pizetta, S.C., Reis, E.F., Ribeiro, W.R. (2015) Fração de água transpirável no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. *Coffee Science*, 10 (3): 337 - 345.

Sasso, S.A.Z., Citadin, I. (2010). Propagação de jabuticabeira por estaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (2): 577-583.

Silva, V.A., Antunes, W.C., Guimarães, B.L.S., Paiva, R.M.C., Silva, V.D.F., Ferrão, M.A.G., Da Matta, F.M., Loureiro, M.E. (2010a) Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto

tolerante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45 (5): 457-464.

Silva, J.L., Vieira, H.D., Viana, A.P., Barroso, D.G. (2010b) Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* PIERRE ex A. FROEHNER em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science*, 5 (1): 38-48.

Silva, C.J., Silva, C.A., Silva, R.V., Freitas, C.A., Castro, Y.D.O., Oliveira, R.T. (2011) Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de proporções de material orgânico adicionado ao substrato. *In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 37, 2011, Poços de Caldas. *Anais... Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ*, p. 107- 108.

Silva, K.N., Pio, R., Tadeu, M.H., Assis, C.N.D., Curi, P.N., Moura, P.H.A., Patto, L.S. (2012) Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. *Ciência Rural*, 42 (3): 418-422.

Silva, P.E.M., Cavatte, P.C., Morais, L.E., Medina, E.F., Da Matta, F.M. (2013) The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 87 (1): 49-57.

Streit, N.M., Canterle, L.P., Canto, M.W., Hecktheuer, L.H.H. (2005) As clorofilas. *Ciência Rural*, 35 (3): 748-755.

Taiz, L., Zeiger, E. (2013) Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: *Artmed*, 954 p.

Tatagiba, S.D., Santos, E.A., Pezzopane, J.E.M., Reis, E.F. (2010) Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. *Engenharia na Agricultura*, 18 (3): 219-226.

Teixeira, W.F., Fagan, E.B., Silva, J.O., Silva, P.G., Silva, F.H., Sousa, M.C., Canedo, S.C. (2013) Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob efeito de sombreamento. *Floresta e Ambiente*,

20 (1): 91-98.

Verdin Filho, A.C., Mauri, A.L., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Rodrigues, W.N., Andrade Júnior, S., Colodetti, T.V. (2014) Growth and quality of clonal plantlets of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) influence dby types of cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (1): 2148-2153.

Verdin Filho, A.C., Rodrigues, W.N., Colodetti, T.V., Mauri, A.L., Christo, B.F., Ferrão, R.G., Tomaz, M.A., Comério, M., Andrade Júnior, S., Posse, S.C.P., Martins, L.D., Brinate, S.V.B. (2018) Qualityof clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner producedusing coffee husk in the substrate. *African Journal of Agricultural Research*, 13 (50): 2826-2835.

### 3.3 INFLUÊNCIA DOS RAMOS PLAGIOTRÓPICOS EM ESTACAS CAULINARES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON

#### RESUMO

Na literatura não há estudos que investiguem qual a porção dos ramos plagiotrópicos mais recomendada a ser removida, por meio de poda, de estacas caulinares de cafeeiro conilon, bem como, as implicações do comprimento remanescente desses ramos para a rizogênese, crescimento e fisiologia das mudas clonais. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os comprimentos remanescentes dos ramos plagiotrópicos de estacas caulinares de cafeeiro conilon sobre o crescimento e fisiologia de mudas clonais. O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Marilândia-ES sob o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quinze repetições. Os tratamentos se referiram aos comprimentos dos ramos plagiotrópicos remanescentes na estaca caulinar (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm a partir do ponto de inserção com a estaca). Foram avaliados o crescimento vegetativo e os aspectos fisiológicos das mudas após 120 dias de cultivo. O comprimento dos ramos

plagiotrópicos remanescentes das estacas caulinares que mais favoreceu o crescimento vegetativo e proporcionou melhores condições fisiológicas das mudas foi entre 1,5 e 2,0 cm. O comprimento que proporcionou as piores respostas das mudas, tanto com relação ao crescimento quanto aos aspectos fisiológicos, foi o de 0,5 cm.

#### ABSTRACT

There are no studies in the literature that investigate which portion of plagiotropic branches is most recommended to be removed, through pruning, stem cuttings of conilon coffee, as well as the implications of the remaining length of these branches for the rhizogenesis, growth and physiology of seedlings clonal. Thus, the objective of the present study was to evaluate the remaining lengths of plagiotropic branches of stem cuttings of conilon coffee on the growth and physiology of clonal seedlings. The experiment was implemented at the Experimental Farm of Marilândia-ES under a completely randomized design with five treatments and fifteen repetitions. The treatments referred to the lengths of the plagiotropic branches remaining on the stem cut (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5 cm from the point of insertion with the cut). Vegetative growth and physiological aspects of seedlings were evaluated after 120 days of cultivation. The length of the remaining plagiotropic branches of the stem cuttings that most favored the vegetative growth and provided better physiological conditions for the seedlings was between 1.5 and 2.0 cm. The length that provided the worst seedling responses, both in relation to growth and physiological aspects, was 0.5 cm.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner apresenta o fenômeno da autoincompatibilidade, ou seja, um mecanismo fisiológico que impede uma planta fértil de formar sementes viáveis quando fertilizada por seu próprio pólen (Devreuxet al., 1959; Berthaud, 1980; Schifino-Wittmann, Dall'agnol, 2002). A autoincompatibilidade do cafeeiro conilon é gametofítica, que resulta na paralisação do desenvolvimento dos tubos polínicos dos grãos de pólen, impossibilitando a fertilização do gametófito feminino (Devreuxet al., 1959; Berthaud, 1980; Nowak et al., 2011). Por essa razão, a reprodução natural da espécie é alógama e, com o intuito de evitar a variabilidade proveniente da segregação genética, a propagação comercial do cafeeiro conilon é predominantemente assexuada (Paiva et al., 2012; Fonseca et al., 2019).

A técnica de propagação assexuada empregada no cafeeiro conilon que permite a obtenção de plantas uniformes é a de estaquia caulinar, que consiste na segmentação de brotos ortotrópicos jovens, de modo que cada segmento contenha um par de folhas reduzidas a um terço de seu tamanho e um par de ramos plagiotrópicos (Paulino et al., 1985; Bragança et al., 1995; Paiva et al., 2012; Fonseca et al., 2019).

Até o presente momento, a recomendação de preparo das estacas previa, dentre outros aspectos, que as mesmas apresentassem um nó inteiro e que a maior parte dos ramos plagiotrópicos fosse eliminada por meio de poda (Paulino et al., 1985). No entanto, não há na literatura um estudo que investigue qual a porção dos ramos plagiotrópicos mais recomendada para ser removida por meio da poda, bem como, as implicações do comprimento remanescente desses ramos na rizogênese, crescimento e fisiologia das mudas.

Nesse sentido, entende-se que são necessários mais estudos para a padronização de procedimentos de preparo de estacas caulinares mais adequados à produção de mudas clonais do cafeeiro conilon. Sendo assim, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar os comprimentos dos ramos plagiotrópicos remanescentes em estacas caulinares de cafeeiro conilon sobre o crescimento e aspectos fisiológicos de mudas clonais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia-FEM, base de pesquisa do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizada no município de Marilândia-ES, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, às coordenadas geográficas 19°24'26,09" S e 40°32'26,83" O, altitude de 89 m. O experimento foi realizado em viveiro de produção de mudas de cafeeiro conilon com telado preto para promoção de 50% de sombra, sob condições controladas. O ensaio teve duração de seis meses (junho a dezembro de 2016). A cultivar utilizada no experimento foi 'Vitória Incaper 8142'.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quinze repetições. Os tratamentos se referiram aos comprimentos dos ramos plagiotrópicos remanescentes da estaca caulinar (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm a partir do ponto de inserção com a estaca). Cada parcela útil foi composta por quatro mudas centrais e as laterais protegidas com plantas de bordaduras.

### Produção das mudas

Brotações bem desenvolvidas foram coletadas aleatoriamente de plantas matrizes adultas 'Vitória Incaper 8142' cultivadas em jardim clonal, conduzidas com flexão dos ramos ortotrópicos para estimular a emissão de brotos. As

matrizes foram padronizadas quanto a idade, aspectos nutricionais e fitossanitários. As estacas caulinares foram extraídas da parte central das brotações descartando a região basal e apical dos ramos, por se tratarem de regiões mais lignificadas e tenras, respectivamente.

No preparo das estacas, alterou-se, por meio de poda, o comprimento do par de ramos plagiotrópicos da estaca caulinar (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 cm a partir do ponto de inserção com a estaca), sendo empregado o corte retilíneo para todos os tratamentos (Figura 1). As estacas caulinares foram padronizadas para apresentar um par de folhas contendo um terço de sua área original, ápice com 1 cm de comprimento cortado em formato de bisel e haste basal de 4 cm com corte retilíneo na base. As demais etapas para a propagação via estaquia do cafeeiro conilon seguiram as recomendações de Verdin Filho et al. (2014) e Fonseca et al. (2019).

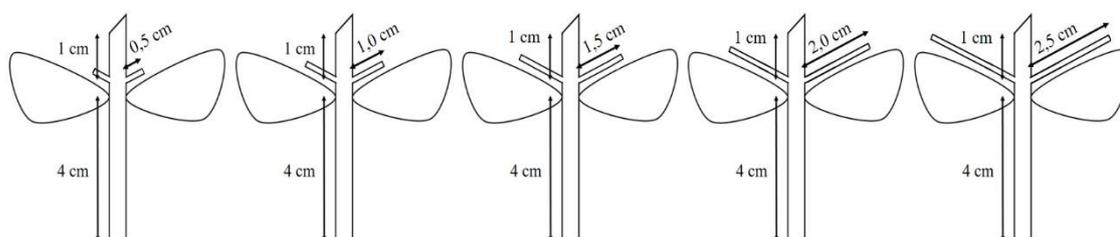


Figura 1 – Esquema ilustrativo da conformação da estaca caulinar de cafeeiro conilon adotada no experimento. Demonstração do ponto de início da medida do comprimento do ápice (1 cm) e da haste basal (4 cm), bem como, os tipos de corte em bisel e retilíneo, respectivamente. Demonstração do início da medida do comprimento do par de ramo plagiotrópico (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 cm a partir do ponto de inserção com a estaca).

Após o preparo, as estacas tiveram 2/3 de seu comprimento enterrados na posição vertical, utilizando a mistura de 70% de substrato comercial e 30% de palha de café residuária da safra anterior (Verdin Filho et al., 2018). Os recipientes utilizados na produção das mudas, foram caixas plásticas com 54 células contendo tubetes plásticos individuais com volume de 280 cm<sup>3</sup>. As mudas foram cultivadas em viveiro durante 120 dias e o manejo da nutrição, irrigação e fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações para a produção de

mudas de café conilon de Ferrão et al. (2012) e Fonseca et al. (2019).

## Avaliações

Após 120 dias de cultivo, as mudas foram avaliadas quanto aos parâmetros de crescimento: altura da planta (ALT; cm) com uso de régua graduada (precisão de 0,1 cm); diâmetro do caule (DC; mm) com uso de paquímetro digital; área foliar da planta (AFP; cm<sup>2</sup>) obtida pelo método não destrutivo de dimensões lineares (Barros et al., 1973; Brinate et al., 2015). Para os parâmetros fisiológicos, as avaliações foram efetuadas no terceiro par de folha do ramo plagiotrópico do terço médio da copa, avaliou-se: trocas gasosas por meio do analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA, Licor 6400XT) no horário entre 9:00 e 11:00 da manhã de dias ensolarados. A radiação fotossinteticamente ativa foi padronizada em 1000  $\mu\text{mol}$  (fótons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e concentração de CO<sub>2</sub> na câmara em 400 ppm. Avaliou-se também a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ;  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a taxa de transpiração ( $E$ ;  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a concentração subestomática de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e a eficiência instantânea de uso da água ( $A/E$ ;  $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ ). Nas mesmas folhas e horários, avaliou-se o índice de clorofila total (CHT; ICF) obtido com a leitura do teor foliar de clorofila por meio do clorofilômetro “ClorofiLOG” (Falker modelo FL1030).

Após essas análises, as plantas foram coletadas, separadas em caule, folha e raiz, e destinadas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C  $\pm$  2°C, até obtenção de massa constante e posterior pesagem em balança eletrônica de precisão (0,0001 g). A produção de massa seca total das plantas (MST; g) foi obtida pelo somatório da massa seca de folhas (MSF; g), massa seca de caule (MSC; g) e massa seca de raízes (MSR; g). Com base nos resultados de matéria seca das plantas, foram calculadas as proporções da MST destinada a cada órgão vegetal, sendo: razão de massa foliar (RMF; %) obtida pela relação entre MSF e MST; razão de massa caulinar (RMC; %) obtida pela relação entre MSC e MST; e razão de massa radicular (RMR; %) obtida pela relação entre MSR e MST. O índice de qualidade de Dickson, que avalia a qualidade de mudas, foi

calculado através do método proposto por Dickson et al. (1960), a partir da fórmula:  $IQD = [massa\ seca\ total\ (g)/(RAD+RPAR)]$ , em que, RAD representa a razão entre altura (cm) da muda e o diâmetro (mm) do coleto das mudas; e RPAR, razão da massa (g) seca da parte aérea com a massa (g) seca de raiz.

### Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às pressuposições de normalidade e homogeneidade. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA). Na presença de efeito significativo dos tratamentos, os dados foram submetidos à análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ). O modelo de regressão escolhido baseou-se na significância dos coeficientes angulares e nos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Os dados foram analisados utilizando o software Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) dos comprimentos dos ramos plagiotrópicos da estaca caular sobre as variáveis ALT, DC, RMF, RMC e RMR, sendo observados valores médios de 10,45 cm; 3,78 mm; 56,43%; 15,91% e 28,15%, respectivamente (Figura 2A, 2B, 2E, 2F e 2G).

As variáveis AFP, MST e IQD foram influenciadas pelos comprimentos dos ramos plagiotrópicos. Para a variável AFP e MST, verificou-se a tendência de incremento na medida em que se aumentou o comprimento dos ramos plagiotrópicos, observando a maior média de área foliar (226,85 cm<sup>2</sup>) em estacas cujo comprimento do ramo foi estimado em 1,42 cm, e maior massa seca total (2,19 g) no comprimento estimado de 1,78 cm. Comprimentos dos ramos plagiotrópicos superiores a 1,42 e 1,78 cm resultaram em decréscimo da área

foliar e da massa seca total, respectivamente (Figura 2C e 2D).

Para IQD, os comprimentos dos ramos plagiotrópicos influenciaram na resposta das mudas, em que foi possível observar o incremento dessa variável com o aumento do comprimento do ramo plagiotrópico. O valor máximo de IQD de (0,42) foi observado em estacas cujo comprimento do ramo plagiotrópico foi igual a 2,5 cm (Figura 2H).

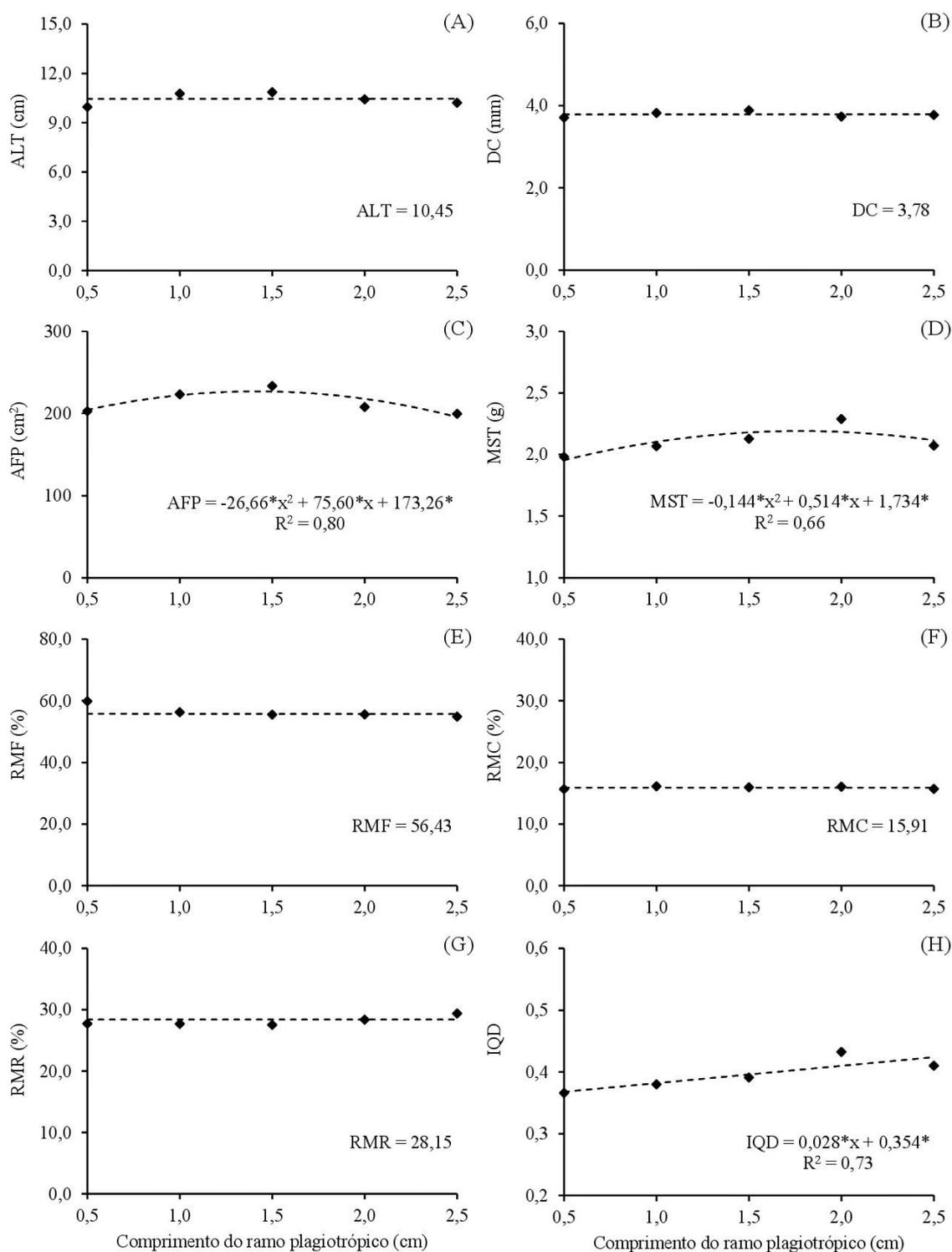


Figura 2 – A: altura de planta (cm), B: diâmetro de caule (mm), C: área foliar da planta (cm<sup>2</sup>), D: massa seca total da planta (g), E: razão de massa foliar (%), F: razão de massa caulinar (%), G: razão de massa radicular (%), H: índice de qualidade de Dickson de mudas clonais de cafeeiro conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função do comprimento dos ramos

plagiotrópicos remanescentes da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Com relação às propriedades fisiológicas, o comprimento dos ramos plagiotrópicos das estacas caulinares influenciou as respostas das mudas, exceto nas variáveis CHT e  $A/E$ , que apresentaram valores médios de 47,41 IFC e 3,09  $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ , respectivamente (Figura 3A e 3F). Na taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) houve o ajuste quadrático da regressão linear indicando o aumento da  $A$  em função do aumento do comprimento dos ramos, tendo a máxima taxa observada ( $7,43 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em estacas com o comprimento de ramo plagiotrópico estimado em 1,38 cm (Figura 3B). A partir deste comprimento, a  $A$  passou a reduzir.

A condutância estomática ( $g_s$ ) e a taxa de transpiração ( $E$ ) indicaram resultados semelhantes com ajuste quadrático da regressão. Foi possível observar incremento conforme o aumento do comprimento dos ramos plagiotrópicos até o comprimento estimado de 1,09 cm para condutância estomática ( $0,18 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e 1,25 cm para taxa de transpiração ( $2,35 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Comprimentos de ramos plagiotrópicos superiores a 1,09 e 1,25 cm proporcionaram redução da condutância estomática e taxa de respiração, respectivamente.

A concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  apresentou resposta linear negativa na análise de regressão, em que, a maior concentração ( $316,54 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ) foi observada em estacas com ramos plagiotrópicos de 0,5 cm de comprimento, e a menor ( $277,30 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ), em estacas com ramos de 2,5 cm de comprimento (Figura 3E).

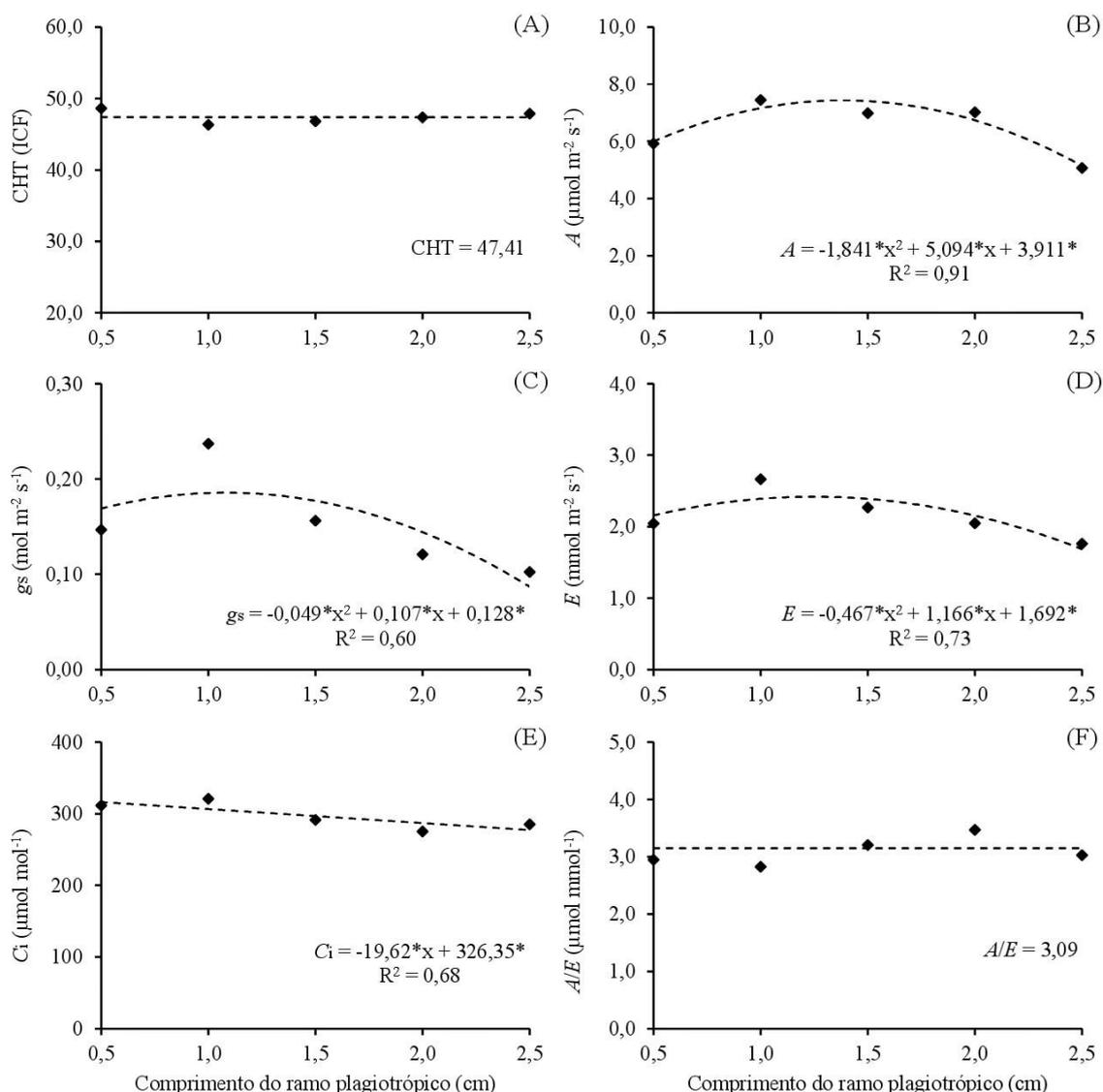


Figura 3 – A: índice de clorofila total (CHT: ICF), B: assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A:  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), C: condutância estomática ( $g_s$ :  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), D: taxa de transpiração (E:  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), E: concentração subestomática de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e F: eficiência instantânea no uso da água (A/E;  $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ ) de mudas de cafeeiro conilon provenientes de estaca, aos 120 dias de idade, em função do comprimento dos ramos plagiotrópicos remanescentes da estaca caulinar, produzidas em Marilândia-ES. \* significativo a  $p \leq 0,05$ .

Com relação à altura de plantas, não houve efeito de tratamento, tendo em comum entre eles o fato das mudas com desenvolvimento em altura (10,45cm). Esse resultado é superior aos de Silva et al. (2010) e Dardengo et al.

(2013), que ao avaliarem o crescimento inicial de mudas de cafeeiro conilon sob as mesmas condições dessa pesquisa, obtiveram plantas consideradas estioladas com alturas de 8,15 e 7,34 cm, respectivamente. Tatagiba et al. (2010) obtiveram mudas clonais com alturas ainda maiores, 19,5 cm, quando cultivadas sob 50% de sombreamento. Esses resultados indicam que o sombreamento de 50% da casa de vegetação induziu as plantas a alongarem os entrenós em busca de luz.

Resultados semelhantes ao desta pesquisa foram verificados por Azevedo et al. (2014) ao avaliar altura das mudas de *Coffea canephora* em função de recipientes (sacola e tubete) e hidrotentor (com e sem). Zonta et al. (2009) avaliando a influência de diferentes turnos de rega (7, 14, 21 e 28 dias) e doses de hidroabsorvente (0, 3, 6 e 9 g/recipiente) sobre o crescimento inicial de mudas de cafeeiro conilon, observaram alturas de 15 cm na dose 0 g e turno de rega de 28 dias, e de 25 cm na dose 0 g e turno de rega de 7 dias. Esses resultados foram claramente influenciados pela disponibilidade de água no substrato. Considerando que as mudas avaliadas neste estudo não foram influenciadas pelos comprimentos de ramos plagiotrópicos remanescentes quanto a ALT e A/E, neste caso, o sombreamento pode ter sido um fator de determinação do crescimento em altura.

A área foliar pode ser um resultado muito relevante a ser considerado na fase inicial de desenvolvimento da muda, uma vez que as folhas compõem o principal órgão responsável pela fixação de CO<sub>2</sub>. O CO<sub>2</sub> é um composto essencial para a formação de açúcares, que na fase reprodutiva das plantas será bastante requerido e, juntamente com outros fatores, irá determinar o potencial produtivo da planta adulta (Ribouet al., 2013).

No presente estudo, a AFP foi maior em estacas com ramo plagiotrópico de 1,5 cm, a partir desse comprimento, os valores dessa variável tiveram redução. Possivelmente em consequência da redução da AFP, ocorreu diminuição da transpiração e da fotossíntese e por unidade de área, e com a atividade fotossintética limitada em estacas com o maior comprimento de ramos, reduziu-se, conseqüentemente, a produção de matéria seca.

Nazário et al. (2010) avaliando o crescimento inicial de plantas de cafeeiro conilon submetidas ao estresse salino observaram AFP, aos 120 dias, de aproximadamente 300 cm<sup>2</sup>, resultado superior ao desta pesquisa. Esses autores observaram que a redução da área foliar também resultou em diminuição da

transpiração e da fotossíntese por unidade de área, bem como, da massa seca total. A redução da área foliar pode ser considerada uma das primeiras linhas de defesa contra a desidratação, sendo sua inibição uma resposta precoce adaptativa ao déficit hídrico (Cavalcante et al., 2009; Taiz et al., 2017).

A produção de biomassa é uma característica importante e de grande consistência na avaliação de crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais (Paiva et al., 2009). Neste estudo, a MST foi superior em estacas com ramos plagiotrópicos de 2,0 cm, indicando que as mudas mantendo esse comprimento de ramo têm melhores condições de crescimento e desenvolvimento. Esta hipótese é confirmada pelo IQD, em que se observaram os melhores índices em estacas com ramos plagiotrópicos de 2,0 e 2,5 cm.

O IQD é um indicador da qualidade das mudas que considera em seu cálculo a produção de massa seca e o equilíbrio da distribuição dessa biomassa entre os órgãos da planta. Este índice foi utilizado por Dardengo et al. (2013) na variedade conilon, e foi estabelecido o valor de 0,68 para mudas cultivadas sob 50% de sombreamento, resultado superior ao deste trabalho que observou o índice máximo de 0,42 em estaca com ramos plagiotrópicos remanescentes de 2,5 cm de comprimento. Martineli et al. (2019) avaliando a influência do cromo e sódio do lodo de curtume desidratado no ganho de massa em mudas de café conilon, observaram resultado semelhante de IQD, 0,46, em mudas com substrato convencional. Por outro lado, Azevedo et al. (2014) observaram valores de IQD não superiores a 0,15 em mudas de *Coffea canephora* cultivadas em diferentes recipientes (sacola ou tubete) na presença ou ausência de hidrotentor.

Estacas com ramos plagiotrópicos de 1,0 cm apresentaram maior condutância estomática, isto quer dizer que nessas estacas os estômatos se mantiveram abertos. Em função desta maior abertura dos estômatos, houve maiores trocas gasosas que resultaram em crescentes taxas de transpiração e de fotossíntese até alcançar as taxas máximas em estacas com ramos plagiotrópicos de aproximadamente 1,5 cm. A partir desse comprimento, observou-se o controle estomático que resultou no fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, nas reduções da condutância estomática, das taxas de transpiração e fotossíntese.

Os resultados observados neste estudo nas variáveis *A*, *E* e *gs* são semelhantes aos observados por Carvalho et al. (2001) avaliando os aspectos morfofisiológicos de mudas clonais de cafeeiro conilon em casa de vegetação,

onde observaram médias de  $4,30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ;  $2,81 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e  $0,137 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente.

O fechamento estomático para evitar a desidratação de curta duração pode acarretar em perda de produtividade (Ray e Sinclair, 1997). Porém, Pizetta et al. (2016) afirmam que a espécie que reduz o grau de abertura dos estômatos mesmo com presença de águas no solo irá poupar água e aumentar suas chances de sobrevivência caso haja período de déficit hídrico prolongado. Logo, a redução da condutância estomática adotada pelas estacas de ramos plagiotrópicos de maior comprimento (entre 1,5 e 2,5 cm) pode ser entendida como um mecanismo de economia hídrica contra a desidratação dos tecidos.

Peloso et al. (2017) trabalhando com plantas de café arábica, sob déficit hídrico, verificaram que a redução na água disponível não permitiu que as plantas mantivessem um contínuo fluxo transpiratório, levando ao fechamento dos estômatos e limitando temporariamente a assimilação do  $\text{CO}_2$  atmosférico.

Para o cafeeiro conilon, Rodrigues et al. (2015) verificaram a redução da transpiração em função do fechamento estomático em frações de água transponíveis no solo (FATS) de 0,61. Araújo et al. (2011) encontraram valores de 0,80 de FATS para o início do fechamento estomático. Ribeiro et al. (2019) encontraram valores entre 0,53 e 0,90 de FATS. Essas variações nos valores de FATS podem ser atribuídas às diferenças morfológicas e, ou fisiológicas, que garantem mecanismos de funcionamento de maneira específica, proporcionando maior resistência e adaptabilidade do genótipo em condições de restrições (Ribeiro et al., 2019). Considerando que a estaca caulinar de cafeeiro é um segmento de broto jovem que sofreu incisões no entrenó, no limbo foliar, no ápice e no ramo plagiotrópico, bem como, apresenta sistema radicular ainda em crescimento, o fechamento estomático por breves períodos pode ser uma ferramenta importante contra a desidratação.

A concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  tendeu a reduzir em função do aumento do comprimento do ramo plagiotrópico. Este fato pode ser associado aos resultados encontrados para a condutância estomática, uma vez que a entrada de  $\text{CO}_2$  na planta se dá por meio da abertura da cavidade estomática. Logo, o fator limitante da fotossíntese das estacas é baseado na limitação da difusão do  $\text{CO}_2$  em função do controle estomático.

Em cafeeiro arábica, Pereira et al. (2011) observaram valores de  $C_i$  de

215 ± 7 e 231 ± 17  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  para mudas cultivadas a pleno sol e sombra, respectivamente, quando cultivadas na capacidade de campo, e 162 ± 17 e 259 ± 9  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  para mudas cultivadas a pleno sol e sombra, respectivamente, quando em condição de déficit hídrico. O resultado de  $C_i$  (231  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) para mudas cultivadas na sombra e sob condições de capacidade de campo observado por Pereira et al. (2011) foi inferior à menor  $C_i$  observada neste trabalho (277,30  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ).

Analisando conjuntamente as variáveis estudadas, verificou-se que o comprimento dos ramos plagiotrópicos remanescentes nas estacas caulinares em mudas de cafeeiro conilon com comprimento entre 1,5 e 2,0 cm favorece a expansão foliar, o acúmulo de biomassa, maiores taxas fotossintéticas, melhor controle estomático e resultam em mudas com maiores índices de qualidade. Com base nesses resultados, recomenda-se o preparo de estacas adotando para os ramos plagiotrópicos o comprimento entre 1,5 e 2,0 cm.

## CONCLUSÕES

O comprimento dos ramos plagiotrópicos remanescentes nas estacas caulinares de cafeeiro conilon que mais favoreceu o crescimento vegetativo e proporcionou as melhores condições fisiológicas das mudas foi entre 1,5 e 2,0 cm. O comprimento que proporcionou as piores respostas das mudas, tanto com relação ao crescimento quanto aos aspectos fisiológicos, foi o de 0,5 cm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, G.L., Reis, E.F., Moraes, W.B., Garcia, G.O., Nazário, A.A. (2011) Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de *café conilon*. *Irriga*, 16: 115-124.
- Azevedo, J.M., Reis, E.F., Tomaz, M.A., Garcia, G.D.O., Nogueira, N.O., Dardengo, M.C. (2014) Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (3): 432-439.
- Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M., Braga Filho, L.J. (1973) Determination of leafarea of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, 20 (107):44-52.
- Berthaud, J. (1980) Incompatibility in *Coffea canephora* - Test Method and Genetic Determinism. *Cafe Cacao Thé*, 24 (4): 267-274.
- Bragança, S.M., Fonseca, A.F.A., Saraiva, J.S.T., Pereira, J.O.; Rocha, A.C., Pelissari, S.A., Bregonci, I.S. (1995) Formação de mudas. *In: Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: Secretaria de Estado de Agricultura, p. 19-28.
- Brinate, S.V.B., Rodrigues, W.N., Martins, I.D., Colodetti, T.V., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. (2015) Applicability of the method of linear dimensions to estimate leafarea in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *American Journal of Plant Sciences*, 6 (1): 651-658.
- Carvalho, L.M.D., Silva, E.A.M.D., Azevedo, A.A., Mosquim, P.R., Cecon, P.R. (2001) Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (3): 411-416.

- Cavalcante, A.C.R., Cavallini, M.C., Lima, N.R.C.B. (2009) *Estresse por Déficit Hídrico em Plantas Forrageiras*. Documentos 89. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sobral-CE, p. 47.
- Dardengo, M.C.J., Sousa, E.F.D., Reis, E.F.D., Gravina, G.D.A. (2013) Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, 8 (4): 500-509.
- Devreux, M., Vallayes, G., Pocher, P., Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1959) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., DeMuner, L.H., Lani, J.A., Prezotti, L.C., Ventura, J.A., Martins, D.S., Mauri, A.L., Marques, E.M.G.; Zucateli, F. (2012) *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 74p.
- Ferreira, D.F. (2011) SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35 (6): 1039-1042.
- Fonseca, A.F.A., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Mauri, A.L., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Arantes, S.D., Posse, S.C.P. (2019) *Conilon Coffee: Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling*. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. *Conilon Coffee*. 3<sup>rd</sup> edition updated and expand ed. Vitória, ES: Incaper, p. 289-325.
- Martineli, L.; Berilli, S.D.S., Silva Terceiro, L.G.F., Felberg, N.P., Sales, R.A.D., Fernandes, S.P., Oliveira, D.D.S. (2019) Influência do cromo e sódio presentes no lodo de curtume desidratado, no ganho de massas em mudas de café conilon. In: *X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Anais, Brasília, D.F: Embrapa - Café.
- Nazário, A.A., Garcia, G.D.O., Gonçalves, I., Madalão, J.C., Araujo, G.L. (2010) Crescimento do cafeeiro conilon irrigado com água salina. *Engenharia*

*Ambiental Espírito Santo do Pinhal*, 7 (5): 178-195.

- Nowak, M.D., Davis, A.P., Anthony, F., Yoder, A.D. (2011) Expression and Trans-Specific Polymorphism of Self-Incompatibility RNases in *Coffea* (Rubiaceae). *PloS One*, 6 (6), e2019.
- Paiva, R.F., Mendes, A.N.G., Carvalho, G.R., Rezende, J.C., Ferreira, A.D., Carvalho, A.M. (2012) Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). *Ciência Rural*, 42 (7): 155-160.
- Paulino, A.J., Matiello, J.B., Paulini, A.E. (1985) *Produção de mudas de café Conilon por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 12p.
- Peloso, A.F., Tatagiba, S.D., Amaral, J.F.T. (2017) Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. *Revista engenharia na agricultura*, 25 (2): 139-147.
- Pereira, L.F., Cavatte, P.C., Reis, J.V., Sanglard, L.M.V.P., Medina, E.F., Lopés, N.F.R., Moraes, L.E., Menezes, P.E., Da Matta, F.M. (2011) Alterações fotossintéticas em plantas de *Coffea arabica* L. submetidas à variação da disponibilidade de luz e de água. In: *VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Anais, Brasília, D.F: Embrapa - Café.
- Pizetta, S.C., Rodrigues, R.R., Ribeiro, W.R., Reis, E.F. (2016) Análise do crescimento do cafeeiro arábica, em relação à fração de água transpirável do solo. *Coffee Science*, 11 (1): 46-54.
- Ray, J.D., Sinclair, T.R. (1997) Stomatal closure of maize hybrids in response to drying soil. *Crop Science*, Madison, 37 (3): 803-807.
- Ribeiro, W.R., Capelini, V.A., Ferreira, D.S., Gonçalves, M.S., Reis, E.F. (2019) Crescimento do cafeeiro conilon cultivar "ES8122-Jequitibá" em função da

fração de água transpirável no solo. *Irriga*, 24 (3): 512-526.

Ribou, S.B., Douam, F., Hamant, O., Frohlich, M.W., Negrutiu, I. (2013) Plant science and agricultural productivity: Why are we hitting the yield ceiling. *Plant Science*, 210: 159-176.

Rodrigues, R.R., Pizetta, S.C., Reis, E.F., Ribeiro, W.R. (2015) Fração de água transpirável no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. *Coffee Science*, 10 (3): 337 - 345.

Schifino-Wittmann, M.T., Dall'agnol, M. (2002) Autoincompatibilidade em plantas. *Ciência Rural*, 32:1083-1090.

Silva, J.L., Vieira, H.D., Viana, A.P., Barroso, D.G. (2010b) Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science*, 5 (1): 38-48.

Taiz, L., Zeiger, E., Max, I., Angus, M. (2017) Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6a. ed. Porto Alegre: Artmed.

Tatagiba, S.D., Santos, E.A., Pezzopane, J.E.M., Reis, E.F. (2010) Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. *Engenharia na Agricultura*, 18 (3): 219-226.

Verdin Filho, A.C., Mauri, A.L., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Rodrigues, W.N. Andrade Júnior, S., Colodetti, T.V. (2014) Growth and quality of clonal plantlets of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) influenced by types of cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (1): 2148-2153.

Verdin Filho, A.C., Rodrigues, W.N., Colodetti, T.V., Mauri, A.L., Christo, B.F., Ferrão, R.G., Tomaz, M.A., Comério, M., Andrade Júnior, S., Posse, S.C.P., Martins, L.D., Brinate, S.V.B. (2018) Quality of clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner produced using coffee husk in the substrate.

*African Journal of Agricultural Research*, 13 (50): 2826-2835.

Zonta, J.H., Braun, H., Reis, E.F., Paulucio, D., Zonta, J.B. (2009) Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). *Idesia* (Arica), 27 (3): 29-34.

### 3.4 DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE CAFEIRO CONILON EM FUNÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO CORTE NAS FOLHAS DA ESTACA CLONAL

#### RESUMO

A maioria das lavouras comerciais de cafeeiro Conilon é implantada com mudas clonais produzidas por meio de estaquias. Porém, ainda são necessários estudos para verificação do correto dimensionamento das estacas clonais destinadas à produção de mudas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas de cafeeiro Conilon em função do dimensionamento do corte nas folhas da estaca clonal. Para isso, um experimento foi conduzido em viveiro de produção de mudas, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos formados por diferentes proporções de corte nas folhas da estaca clonal (90, 70, 50 e 30% com base no comprimento da nervura central do limbo foliar) e quinze repetições. Verificou-se que a proporção do corte das folhas da estaca clonal influenciou o crescimento, o enfolhamento, o desenvolvimento do sistema radicular, a produção de biomassa, as trocas gasosas e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro Conilon da cultivar "Vitória Incaper 8142", sendo que os melhores resultados ocorreram com proporções de corte entre 40,00% e 59,33% do comprimento da nervura central das folhas.

Nesse sentido, torna-se imprescindível o correto dimensionamento do corte das folhas das estacas clonais, tendo em vista a obtenção de mudas de cafeeiro Conilon de qualidade.

## ABSTRACT

Most commercial Conilon coffee plantations are planted with clonal seedlings produced by cutting. However, studies are still needed to verify the correct dimensioning of clonal cuttings for the production of seedlings. Thus, the objective of this work was to evaluate the development and quality of Conilon coffee seedlings according to the dimension of the cut in the leaves of the clonal cut. For this, an experiment was conducted in a seedling production nursery, in a completely randomized design, with four treatments formed by different cut proportions in the leaves of the clonal cut (90, 70, 50 and 30% based on the length of the central rib of the leaf blade) and fifteen repetitions. It was found that the proportion of the cut of the leaves of the clonal cut influenced the growth, the leafing, the development of the root system, the production of biomass, the gas exchange and the quality of the clonal seedlings of coffee Conilon, being that the best results occurred with cut proportions between 40.00% and 59.33% of the length of the central rib of the leaves. In this sense, the correct dimensioning of the cut of the leaves of the clonal cuttings is essential, in order to obtain seedlings of quality coffee Conilon.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do Brasil se deve em grande parte à movimentação financeira proporcionada pela produção e comercialização do café. Segundo o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em 2019 a produção brasileira foi de aproximadamente 49 milhões de sacas beneficiadas com previsão de crescimento entre 15,9% e 25,8% para o ano de 2020 (CONAB, 2020). Dessa maneira, o país vem ocupando constantemente a posição de maior produtor mundial de café (NAKAYAMA et al., 2020).

Apesar de existirem inúmeras espécies, apenas duas são prioritariamente responsáveis por quase a totalidade da produção comercial de café no mundo, sendo o *Coffea arabica* L. (cafeeiro Arábica) e o *C. canephora* Pierre ex A. Froehner (cafeeiro Conilon) (DAVIS et al., 2011). Contudo, essas espécies apresentam uma infinidade de variedades e linhagens, o que gera uma grande diversidade fenotípica de plantas (OLIVEIRA et al., 2012).

A espécie *C. canephora* é diploide ( $2n=22$  cromossomos), autoestéril ealógama por autoincompatibilidade do tipo gametofítica (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). A propagação seminífera dessa espécie apresenta como desvantagem a grande heterogeneidade no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980; OLIVEIRA et al., 2012).

Por outro lado, a propagação vegetativa garante plantas geneticamente idênticas e com as mesmas características da planta matriz, contribuindo para maiores índices produtivos, homogeneidade no tamanho de grãos, uniformidade de maturação, precocidade produtiva, facilidade na realização dos tratamentos culturais, escalonamento da colheita (genótipos com diferentes ciclos de maturação), entre outros (BRAGANÇA et al., 2001; PARTELLI et al., 2006, 2014). Atualmente, a maioria das lavouras comerciais de cafeeiro Conilon é implantada com mudas propagadas vegetativamente por meio da estaquia (COVRE et al., 2013; ANDRADE JÚNIOR et al., 2013).

A produção em viveiros de mudas clonais de cafeeiro Conilon por meio da estaquia consiste na utilização de ramos ortotrópicos jovens (denominados brotações) que são destinados à confecção de estacas. Nesse processo, os ramos plagiotrópicos (ramos laterais) são seccionados cerca de 1,0 cm da inserção com o ramo vertical, enquanto que os ramos ortotrópicos são cortados cerca de 1,0 cm acima da emissão dos ramos plagiotrópicos e de 3,0 a 4,0 cm

abaixo da inserção do par de folhas (FERRÃO et al., 2017; FONSECA et al., 2019).

Com relação ao tipo de corte dos ramos ortotrópicos, um estudo constatou que o corte reto na extremidade inferior da estaca clonal de Conilon promoveu maior produção de biomassa total, melhor distribuição das raízes e melhor qualidade das mudas (VERDIN FILHO et al., 2014). Estes resultados evidenciam a importância do correto dimensionamento das estacas clonais para a produção de mudas, visto o impacto significativo na qualidade das mesmas e os possíveis reflexos no desenvolvimento da planta.

Em relação à porcentagem do corte das folhas das estacas, atualmente é recomendado o seccionamento de um terço do comprimento das folhas para que não haja sombreamento mútuo entre as mudas no viveiro (FERRÃO et al., 2017). Contudo, há carência de dados científicos que embasem estas recomendações, tornando-se necessária a realização de estudos para demonstrar efetivamente os efeitos de diferentes proporções do corte foliar sobre o desenvolvimento e qualidade final das mudas de cafeeiro Conilon.

A presença de folhas ou de pelo menos parte delas nas estacas exerce estímulo ao enraizamento, principalmente devido à translocação de carboidratos e auxinas das folhas para a região de crescimento radicular (HARTMANN et al., 2011). Além disso, alguns trabalhos já demonstraram efeitos positivos no desenvolvimento de mudas clonais de algumas culturas como a do eucalipto, com a diminuição da área foliar da estaca (SANTANA et al., 2010; SOUZA et al., 2013).

A utilização de mudas com vigor e qualidade consiste em um ponto chave para o sucesso da cafeicultura de Conilon, pois contribui para o rápido e vigoroso desenvolvimento da planta, com possíveis reflexos positivos já nas primeiras produções (FONSECA et al., 2013). Mudas vigorosas e com sistema radicular bem desenvolvido podem diminuir a mortalidade pós-plantio, acelerar o processo de desenvolvimento das plantas e minimizar os custos iniciais da lavoura (ALVES; GUIMARÃES, 2010).

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas de cafeeiro Conilon em função do dimensionamento do corte nas folhas da estaca clonal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia-FEM, renomada base de pesquisa do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), localizada no município de Marilândia-ES, coordenadas geográficas 19°24'26,09"S e 40°32'26,83"O, altitude de 89 m em relação ao nível do mar, região Noroeste do estado do Espírito Santo. O experimento foi realizado em condição controlada em viveiro de produção de mudas de cafeeiro Conilon com telado preto para promoção de 50% de sombra, sendo adotada irrigação intermitente por sistema de nebulização.

O ensaio teve duração de seis meses (junho a dezembro de 2018) e seguiu delineamento inteiramente casualizado, com quatro diferentes proporções de corte nas folhas da estaca clonal (corte de 90, 70, 50 e 30% das folhas com base no comprimento da nervura central do limbo foliar) e quinze repetições. A cultivar adotada nos experimentos foi 'Vitória Incaper 8142'. Cada parcela útil foi composta por quatro mudas centrais e as laterais protegidas com plantas de bordaduras.

### Produção de mudas

Brotações bem desenvolvidas foram coletadas aleatoriamente de plantas matrizes adultas 'Vitória Incaper 8142' cultivadas em jardim clonal, conduzidas com flexão dos ramos ortotrópicos para estimular a emissão de brotos. As matrizes foram padronizadas quanto a idade, aspectos nutricionais e fitossanitários.

As estacas clonais foram obtidas da parte central das brotações, descartando-se a base mais lignificada do broto, bem como o ápice ainda em desenvolvimento e com o caule tenro. Na preparação das estacas, todas foram padronizadas com um par de folhas, onde se alterou a proporção do corte nas mesmas tendo como base o comprimento da nervura central da folha (corte de 90, 70, 50 e 30% das folhas). Todas as estacas clonais receberam corte em bisel e comprimento de 1 cm no ápice, bem como corte reto e comprimento de 4 cm na base da estaca, conforme ilustrado na Figura 1. Foram seguidas as atuais recomendações para a propagação assexuada (estaquia) do cafeeiro Conilon (VERDIN FILHO et al., 2014; FONSECA et al., 2019).

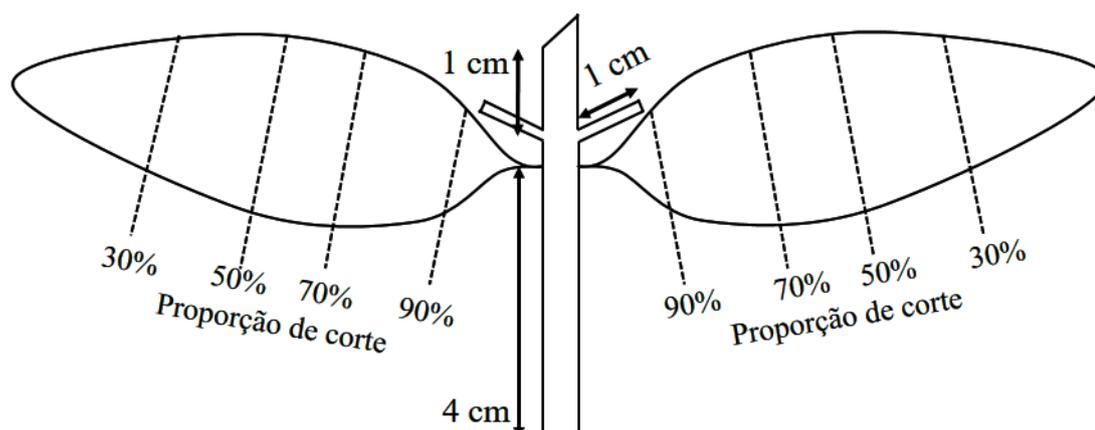


Figura 1 - Esquema ilustrativo das dimensões das estacas clonais e representação das proporções do corte nas folhas, tendo como base o comprimento da nervura central da folha.

As mudas foram produzidas em tubos plásticos individuais (tubetes) com volume de 280 cm<sup>3</sup>, utilizando uma mistura com 70% de substrato comercial e 30% de palha de café do ano anterior (VERDIN FILHO et al., 2018). As mudas foram cultivadas em viveiro e sua nutrição, irrigação e manejo de pragas, foram realizados de acordo com as atuais recomendações para a produção de mudas de cafeeiro Conilon (FONSECA et al., 2019).

Os recipientes utilizados na produção das mudas foram caixas plásticas

com 54 células contendo tubetes plásticos individuais com volume de 280 cm<sup>3</sup>. As mudas foram cultivadas em viveiro durante 120 dias e o manejo da nutrição, irrigação e controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações para a produção de mudas de café conilon de Ferrão et al. (2012) e Fonseca et al. (2019).

### Avaliações empregadas

As mudas foram avaliadas aos 120 dias após a estaquia. A altura da planta (ALT; cm) foi medida com uso de régua graduada em mm. O diâmetro do caule (DC; mm) foi obtido com uso de paquímetro digital. A área foliar unitária (AFU; cm<sup>2</sup>) e a área foliar da planta (AFP; cm<sup>2</sup>) foram obtidas pelo método não destrutivo de dimensões lineares (BARROS et al., 1973; BRINATE et al., 2015), onde a AFP foi calculada por meio da multiplicação do número de folhas da muda pela AFU.

Para os parâmetros fisiológicos de trocas gasosas foi utilizado o analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA, Licor 6400XT) no horário entre 8:00 e 11:00 da manhã de dias sem nebulosidade. A radiação fotossinteticamente ativa foi padronizada em 1000  $\mu\text{mol}$  (fótons) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e a concentração de CO<sub>2</sub> na câmara em 400 ppm. Avaliou-se a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ; mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a taxa de transpiração ( $E$ ; mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a concentração subestomática de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e a eficiência intrínseca do uso da água ( $A/g_s$ ;  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ).

Após essas análises, as plantas foram coletadas e separadas em caules, folhas e raízes. Com as raízes lavadas, quantificou-se o número de raízes primárias emitidas pela muda (NR; unidades) por meio de contagem direta. Logo após, mensurou-se o volume do sistema radicular (VR; cm<sup>3</sup>) por meio da imersão das raízes em proveta graduada (cm<sup>3</sup>) e observado o deslocamento da coluna de água na proveta. Posteriormente, todos os materiais foram devidamente identificados e destinados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C  $\pm$  2 °C, até obtenção de massa constante e posterior pesagem em balança eletrônica de precisão (0,0001 g). A produção de massa seca total das plantas (MST; g) foi obtida pelo somatório da massa seca de folhas (MSF; g), massa seca

de caule (MSC; g) e massa seca de raízes (MSR; g). Por meio da relação entre a AFP e MST, calculou-se a razão de área foliar (RAF;  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ).

O índice de qualidade de mudas foi calculado através do método proposto por Dickson et al. (1960), através da equação 1:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{\frac{\text{ALT}}{\text{DC}} + \frac{\text{MSPA}}{\text{MSR}}} \quad \text{Equação 1.}$$

Sendo: IQD o índice de qualidade de Dickson; MST a massa seca total (g); ALT a altura da planta (cm); DC o diâmetro do caule (mm); MSPA a massa seca da parte aérea (MSF + MSC) (g); e MSR a massa seca de raízes (g).

#### Análises estatísticas

Para o estudo dos efeitos das diferentes proporções de corte nas folhas das estacas clonais de cafeeiro Conilon, submeteram-se os dados à análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade) e, na presença de efeito significativo dos tratamentos, foi empregada a análise de regressão (5% de probabilidade). O modelo de regressão foi escolhido com base na significância dos coeficientes angulares e nos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Os dados foram analisados utilizando o programa de análise estatística “SISVAR” (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) mostraram efeito significativo das diferentes proporções de corte das folhas da estaca clonal sobre todas as variáveis analisadas (ALT, DC, AFU, AFP, NR, VR, MSR, MSC, MSF, MST, RAF, IQD, A,  $g_s$ , E e  $A/g_s$ ), com exceção apenas para a concentração

subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) (Figura 2, 3 e 4).

Ao analisar a altura das mudas (ALT), notou-se ajuste quadrático com ponto máximo no corte de 50,04% do comprimento das folhas, alcançando a ALT de 21,37 cm (Figura 2A). Para o diâmetro de caule (DC), o ponto máximo do ajuste quadrático ocorreu no corte de 40,00% das folhas (DC de 4,63 mm) (Figura 2B). A alocação de biomassa no caule (MSC) também seguiu esse ajuste, porém o ponto máximo ocorreu em 59,33% de corte das folhas (MSC de 0,98 g) (Figura 3B). Mudanças com maior diâmetro e massa caulinar contribuem para uma boa taxa de sobrevivência após o plantio no campo (ALMEIDA et al., 2005). O aumento dessa característica está relacionado com a atividade e desenvolvimento cambial, sendo estimulado por carboidratos produzidos pela fotossíntese e hormônios translocados de áreas apicais (TAIZ et al., 2017).

A área foliar unitária (UFU) aumentou até atingir o ponto máximo (ajuste quadrático) na proporção de corte foliar de 54,00% (AFU de 63,16  $\text{cm}^2$ ) (Figura 2C). A área foliar total da planta (AFP) e a massa seca das folhas (MSF) seguiram o mesmo comportamento (ajuste quadrático ao modelo de regressão), apresentando ponto máximo em 53,25% e 57,64% de corte nas folhas, correspondendo a 595,92  $\text{cm}^2$  e 2,13 g, respectivamente (Figura 2D e 3C). O crescimento em área foliar e acúmulo de biomassa nas folhas é um importante indicativo de desenvolvimento satisfatório. Um adequado enfolhamento pode garantir maior superfície de absorção luminosa, resultando em ganho de fixação de carbono pelas mudas, ou seja, maior capacidade de produzir e armazenar fotoassimilados (ANDRADE JÚNIOR et al., 2013; TAIZ et al., 2017).

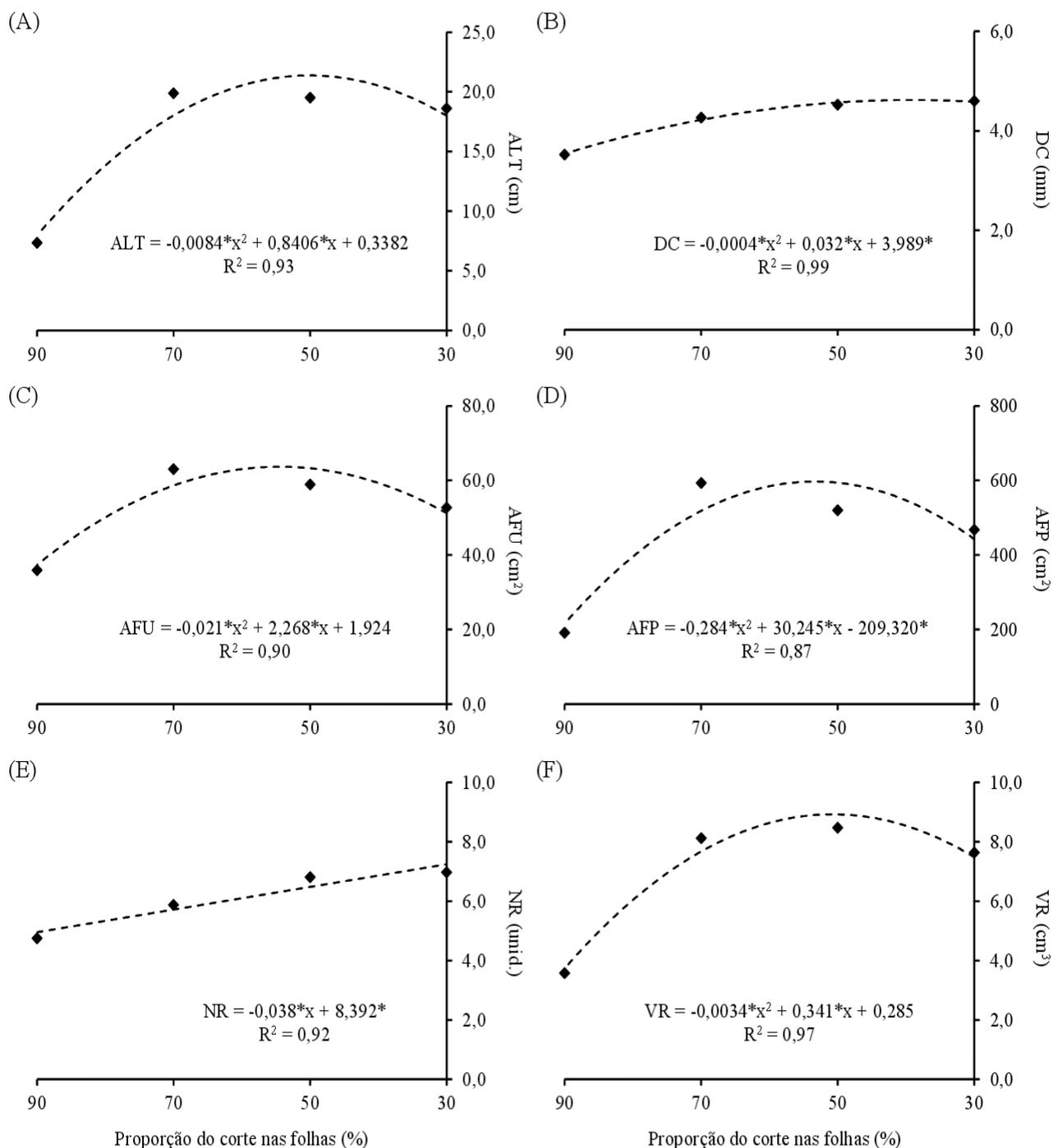


Figura 2 - A: Altura da planta (cm), B: diâmetro do caule (mm), C: área foliar unitária (cm<sup>2</sup>), D: área foliar total (cm<sup>2</sup>), E: número de raízes primárias (unid.) e F: volume de raízes (cm<sup>3</sup>) de mudas de cafeeiro Conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função da proporção do corte das folhas da estaca clonal, produzidas em Marilândia-ES. (\*coeficiente significativo em 5% de probabilidade).

Ao analisar a emissão de raízes, notou-se ajuste linear decrescente na medida em que a proporção do corte aumentou, demonstrando que o número de raízes (NR) emitido pela muda foi sensivelmente influenciado pelo corte das folhas (Figura 2E). Para o volume radicular (VR), notou-se ajuste quadrático com ponto máximo em 50,15% de corte nas folhas, correspondendo ao VR de 8,84 cm<sup>3</sup> (Figura 2F). Já para a massa seca das raízes (MSR), o ponto máximo ocorreu em 56,33% de corte das folhas (MSR de 0,95 g) (Figura 3A).

A produção de mudas de cafeeiro Conilon com sistema radicular bem desenvolvido é um fator determinante para o pegamento e desenvolvimento inicial das plantas no campo, pois um sistema radicular vigoroso garante maior eficiência na absorção de água e nutrientes do solo (HARMAND et al., 2004). Além disso, as mudas que apresentarem maior emissão de raízes podem estar mais capacitadas para suportar os possíveis estresses ambientais, garantindo maiores taxas de sobrevivência pós-plantio (FREITAS et al., 2005).

Ao analisar a produção de massa seca total das mudas (MST), observou-se ponto máximo (ajuste quadrático) em 53,61% de corte nas folhas (MST de 3,85 g) (Figura 3D). Relatos indicam que a produção de biomassa seca total e o diâmetro do caule das mudas são bons indicadores da qualidade das mudas de cafeeiro Conilon, devido às correlações com o índice de qualidade de Dickson (DARDENGO et al., 2013).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é considerado um bom indicador da qualidade de mudas para algumas espécies, por considerar em seu cálculo a robustez e equilíbrio da distribuição da biomassa (DICKSON et al., 1960). Ao analisar o IQD, notou-se ajuste quadrático com ponto máximo em 47,08% de corte nas folhas da estaca clonal (IQD de 0,48) (Figura 3F).

Ao relacionar a AFP com a MST, se tem a razão de área foliar (RAF), onde também se observou ajuste quadrático com ponto máximo, sendo este em 52,81% de corte nas folhas (166,95 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (Figura 3E). Este resultado reforça a possibilidade de obtenção de mudas mais vigorosas e com adequada partição de biomassa ao considerar as características de enfolhamento e produção de massa seca (e.g., AFU, AFP, MSF e MST), principalmente em proporções de corte das folhas das estacas entre 53,25 e 57,64%. Além disso, vale ressaltar uma possível proporcionalidade obtida entre o crescimento foliar (e.g., AFP e MSF), radicular

(e.g., MSR) e total (e.g., MST) das mudas em valores muito próximos de cortes nas folhas das estacas clonais, visto que estiveram entre 53,25 e 57,64%.

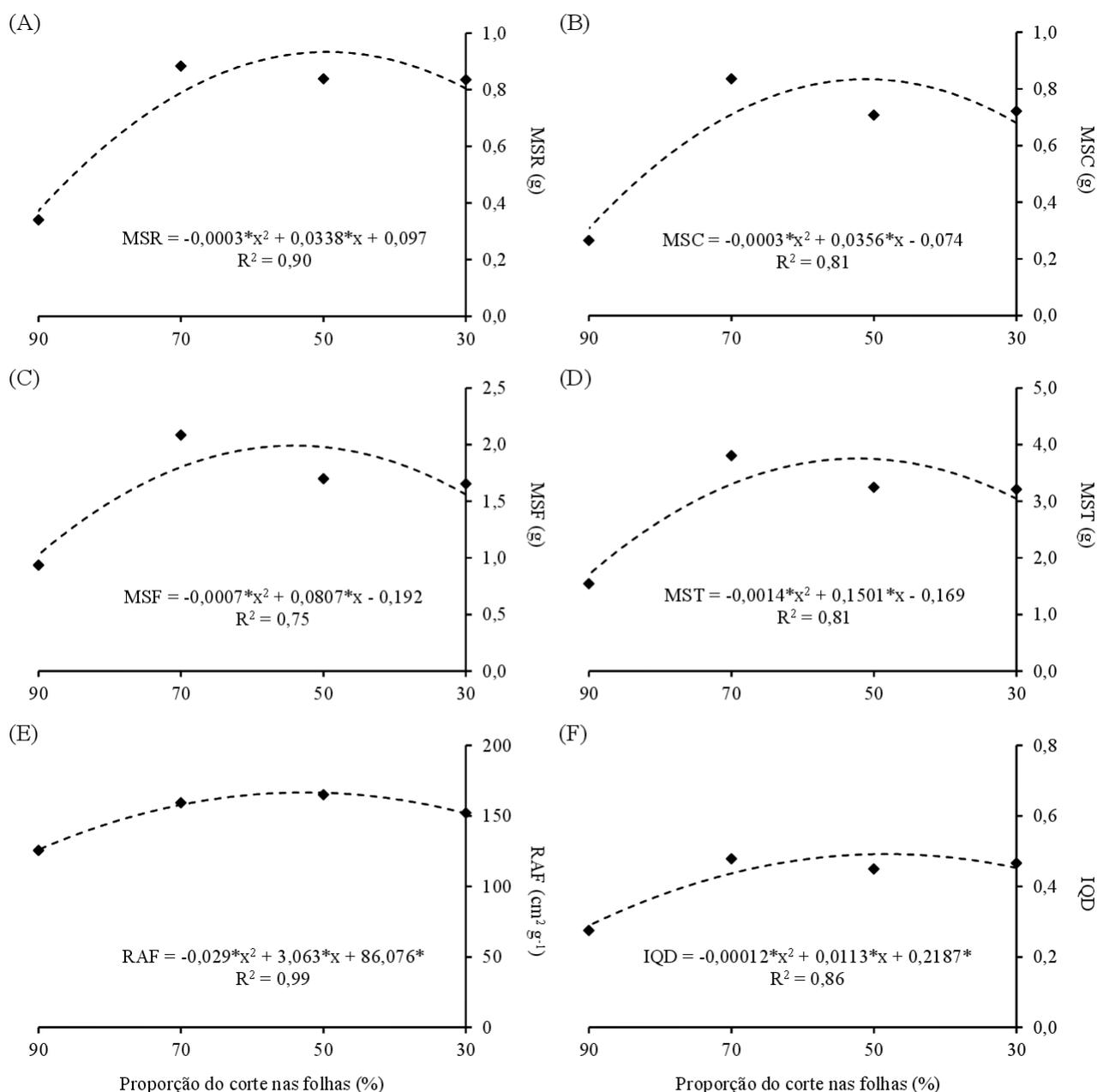


Figura 3 - A: Massa seca de raízes (g), B: massa seca de caule (g), C: massa seca de folhas (g), D: massa seca total (g), E: razão de área foliar (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e F: índice de qualidade de Dickson de mudas de caféiro Conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função da proporção do corte das folhas da estaca clonal, produzidas em Marilândia-ES. (\*coeficiente significativo em 5% de probabilidade).

De modo geral, percebeu-se que os pontos máximos para a maioria das características de crescimento, enfolhamento e produção de biomassa foram obtidos entre 40,00 e 59,33% de corte do comprimento foliar no preparo das estacas. Estes resultados reforçam a necessidade de manutenção de certa quantidade do limbo foliar das estacas clonais para atender às demandas iniciais das mudas em formação, com reflexos diretos na qualidade final das mudas. Os carboidratos resultantes da fotossíntese, assim como auxinas produzidas pelas folhas e gemas apicais remanescentes na estaca clonal, são transportados para a região de crescimento ativo do sistema radicular, contribuindo com a formação e desenvolvimento da planta (HARTMANN et al., 2011).

Por outro lado, notaram-se decréscimos a partir do ponto máximo e em direção ao nível de 30% de corte das folhas das estacas para a maioria das variáveis estudadas, exceto para o número de raízes. Tais resultados podem ser explicados pelo sombreamento das estacas e pelo efeito guarda-chuva decorrente da maior área foliar gerado com o aumento do comprimento da folha mantido nas estacas. De acordo com Alfenas et al. (2009), o efeito guarda-chuva é definido como uma barreira física proporcionada pelas folhas das estacas ou miniestacas que impede o molhamento adequado do substrato. No entanto, ao contrastar os resultados obtidos na proporção de corte de 30% com os obtidos no maior corte das folhas (90%), percebeu-se que as mudas apresentaram resultados mais drásticos com a eliminação da maior parte do limbo foliar (90%), levando a inferir que a proporção do corte é mais fortemente determinante para o crescimento e desenvolvimento das mudas do que possíveis níveis de sombreamento ocasionados pelas estacas circundantes.

Com relação às variáveis de trocas gasosas, a taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) apresentou resposta linear decrescente na medida em que se aplicou maiores proporções de corte nas folhas da estaca clonal (Figura 4A). É possível que, aos 120 dias após a estaquia (momento das avaliações), as mudas ainda tenham apresentado reflexos fisiológicos do estresse acometido pelos maiores níveis de corte nas folhas (90%), de modo a resultar em menores taxas fotossintéticas nas mudas oriundas deste tratamento. A condutância estomática ( $g_s$ ) e a taxa de transpiração ( $E$ ) demonstraram ajuste quadrático com ponto mínimo nas proporções de 80,00 e 80,64% de corte nas folhas ( $0,25 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e  $3,09 \text{ mmol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , respectivamente) (Figura 4B e 4C). Estes resultados demonstram

a relação existente entre o grau de abertura estomática ( $g_s$ ) e a taxa transpiratória de vapor de água ( $E$ ) nas folhas durante as trocas gasosas com a atmosfera (TAIZ et al., 2017), visto a similaridade do comportamento para ambas as variáveis. Vale ressaltar que os estômatos em conjunto com alguns eventos bioquímicos exercem grande influência na regulação das trocas gasosas (TAIZ et al., 2017). Sendo assim, maiores valores para condutância estomática ( $g_s$ ) e taxa de transpiração ( $E$ ) sugerem maiores taxas de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) (SHIMAZAKI et al., 2007) quando não houver a observância de limitações à fotossíntese.

A concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) não apresentou efeito significativo em função da variação da proporção do corte das folhas das estacas clonais, mantendo a média de  $322,58 \mu\text{mol mol}^{-1}$  (Figura 4D). Por outro lado, a eficiência intrínseca no uso da água ( $A/g_s$ ) apresentou ajuste quadrático com ponto máximo no corte de 71,72% do comprimento das folhas, atingindo valor máximo de  $33,60 \mu\text{mol mol}^{-1}$  (Figura 4E).

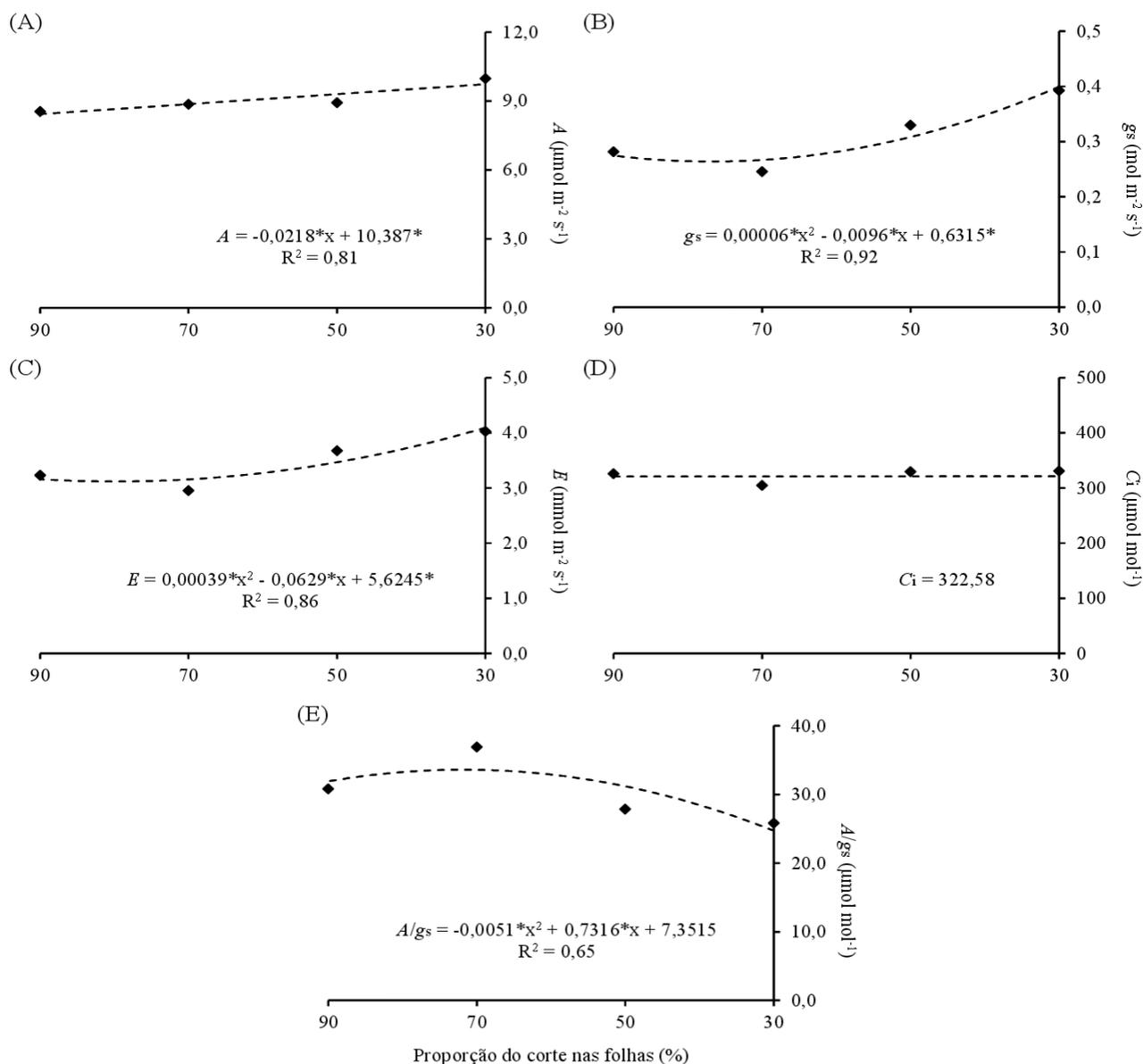


Figura 4 - A: Taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), B: condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), C: taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), D: concentração subestomática de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) e E: eficiência intrínseca no uso da água ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) de mudas de cafeeiro Conilon provenientes de estaquia, aos 120 dias de idade, em função da proporção do corte das folhas da estaca clonal, produzidas em Marilândia-ES. (\*coeficiente significativo em 5% de probabilidade).

Observações realizadas no estudo demonstraram haver 21,87% de mortalidade das estacas apenas nos tratamentos com o corte de 90% do comprimento foliar. Tais constatações reforçam a importância da manutenção de proporções adequadas de folhas nas estacas propagativas de cafeeiro Conilon,

uma vez que estas folhas são as responsáveis pela produção de fotoassimilados e hormônios para o enraizamento e crescimento inicial das mudas (TAIZ et al., 2017; HARTMANN et al., 2011).

De modo geral, os resultados encontrados neste trabalho mostram-se promissores para a melhoria da qualidade das mudas de cafeeiro Conilon. Um dos pontos chave para o sucesso na cafeicultura refere-se ao plantio de mudas com alto padrão de qualidade, pois contribuem para o desenvolvimento mais rápido e vigoroso das lavouras (FONSECA et al., 2019). Assim, estudos como este são essenciais para o entendimento dos fatores relacionados com a produção de mudas e desenvolvimento de novas tecnologias para serem aplicadas no cultivo de cafeeiro Conilon.

## CONCLUSÕES

A proporção do corte das folhas da estaca clonal influencia o crescimento, o enfolhamento, o desenvolvimento do sistema radicular, a produção de biomassa, as trocas gasosas e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro Conilon.

O máximo crescimento, desenvolvimento, acúmulo de biomassa e índice de qualidade das mudas de cafeeiro Conilon ocorrem com proporções de corte entre 40,00% e 59,33% do comprimento da nervura central das folhas da estaca clonal. Já as maiores taxas fotossintéticas são alcançadas com a menor proporção de até 30% do corte das folhas da estaca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas, A.C., Zauza, E.A.V., Mafia, R.G., Assis, T.F. (2009) *Clonagem e doenças do Eucalipto*. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 500p.
- Almeida, L.S. de., Maia, N., Ortega, A.R., Ângelo, A.C. (2005) Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 3, p. 323-329.
- Alves, J.D., Guimarães, R. J. (2010) Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: Guimarães, R.J., Mendes, A.N.G., Baliza, D.P. *Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras: UFLA, p. 169-215.
- Andrade Júnior, S. de., Alexandre, R.S., Schimdt, E.R., Partelli, F.L., Ferrão, M. A.G., Mauri, A.L. (2013) Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 4, p. 461-469.
- Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M.; Braga Filho, L.J. (1973) Determination of leaf area of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, v. 20, n. 107, p. 44-52.
- Berthaud, J.L. (1980) Incompatibilité chez *Coffea canéfora* méthode de test et détermination génétique. *Café, Cacao, Thé*, v. 24, n. 1, p. 167-174.
- Bragança, S.M., Carvalho, C.H.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G. (2001) Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 5, p. 765-770.
- Brinate, S.V.B., Rodrigues, W.N., Martins, L.D., Colodetti, T.V., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. (2015) Applicability of the method of linear dimensions to

estimate leaf area in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *American Journal of Plant Sciences*, v. 6, p. 651-658.

Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. (2020) *Acompanhamento da safra brasileira: café*, v. 6 – Safra 2020, n.1 - Primeiro levantamento, Brasília, 62p.

Conagin, C.H.T.M., Mendes, A.J.T. (1961) Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; autoincompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*, v. 20, n. 4, p. 787-804.

Covre, A.M., Partelli, F.L., Mauri, A.L., Dias, M.A. (2013) Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 7, n. 2, p. 193-202.

Dardengo, M.C.J., Sousa, E.F.D., Reis, E.F.D., Gravina, G.D.A. (2013) Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, v. 8, n. 4, p. 500-509.

Davis, A.P., Tosa, J., Ruch, N., Fay, N.F. (2011) Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data, implications of size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of Rehinneon Society*, v. 167, p. 1-21.

Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13.

Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (2017) *Café Conilon*. 2 ed. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 784p.

Ferreira, D.F. Sisvar: (2011) Acomputer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 35, n. 6, p. 1039-1042.

Freitas, T.A.S., Barroso, G.D., Carneiro, A.G.J., Penchel, M.R., Lamônica, R.K.,

- Ferreira A.D. (2005) Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 853-861.
- Fonseca, A.F.A. da., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G. (2013) Vantagens e riscos do uso de mudas clonais de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*, v. 12, p. 17-18.
- Fonseca, A.F.A. da., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Mauri, A.L., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Arantes, S.D., Posse, S.C.P. (2019a) *Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling*. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H. *Conilon Coffee*. 3<sup>rd</sup> edition updated and expanded. Vitória, ES: Incaper, p. 289-325.
- Harmand, J.M., Njiti, C.F., Reversat, F.B., Puing, H. (2004) Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management*, v. 188, n. 1, p. 249-265.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E.; Davis Júnior, F.T., Geneve, R.L. (2011) *Plant propagation: principles and practices*. 8. ed. 922p.
- Nakayama, C.C., Teixeira, A.A., Teixeira, R.R., Reis, M., Monteiro, A., Bueno, J., Taniwaki, M.H. (2020) Sucessão de microrganismos em diferentes estádios de secagem do café e sua influência na bebida. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 2402-2418.
- Oliveira, I.P., Oliveira, L.C., Moura, C.S.F.T. (2012) Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. *Revista Faculdade Montes Belos*, v. 5, n. 4.
- Partelli, F.L., Vieira, H.D., Santiago, A.R., Barroso, D.G. (2006) Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 949-954.

- Partelli, F.L., Covre, A.M., Oliveira, M.G., Alexandre, R.S., Vitória, E.L.da., Silva, M.B.da. (2014) Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagate by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 5, p. 349-355.
- Santana, R.C., Dutra, T.R., Neto, J.P.C., Nogueira, G.S., Graziotti, P.H., Filho, N. F.B. (2010) Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. *Cerne*, v. 16, n. 3, p. 251-257.
- Shimazaki, K.I., Doi, M., Asmann, S.M., Kinoshita, T. (2007) Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v.58, n.1, p. 219-247.
- Souza, C.C., Xavier, A., Leite, F.P., Santana, R.C., Leite, H.G. (2013) Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill X *E. urophylla* ST Black. *Revista Árvore*, v. 37, n. 1, p. 67-77.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I., Murphy, A. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888p.
- Verdin Filho, A.C., Mauri, A.L., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A.da., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Rodrigues, W.N., Andrade Júnior, S.de., Colodetti, T.V. (2014) Growth and Quality of Clonal Plantlets of Conilon Coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) Influenced by Types of Cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, v. 5, n. 14, p. 2148-2153.
- Verdin Filho, A.C., Rodrigues, W.N., Colodetti, T.V., Mauri, A.L., Christo, B.F., Ferrão, R.G., Tomaz, M.A., Comério, M., Andrade Júnior, S.de., Posse, S.C.P., Martins, L.D., Brinate, S.V.B. (2018) Quality of clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner produced using coffee husk in the substrate. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 50, p. 2826-2835.

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÕES

O corte em bisel no ápice da estaca caulinar favorece o acúmulo de matéria seca das mudas de cafeeiro conilon produzidas a partir de estaquia.

Estacas caulinares com o comprimento do ápice entre 1,5 e 1,6 cm devem ser recomendadas, pois as mesmas favorecem o incremento da área foliar e o acúmulo de biomassa das mudas de cafeeiro conilon produzidas a partir de estaquia.

Os comprimentos de haste basal entre 5,0 e 6,0 cm são os mais indicados com base nos resultados de crescimento vegetativo e nos aspectos fisiológicos analisados conjuntamente.

O comprimento dos ramos plagiotrópicos remanescentes nas estacas caulinares de cafeeiro conilon que mais favoreceu o crescimento vegetativo e proporcionou as melhores condições fisiológicas das mudas foi entre 1,5 e 2,0 cm. O comprimento que proporcionou as piores respostas das mudas, tanto com relação ao crescimento quanto aos aspectos fisiológicos, foi o de 0,5 cm.

A proporção do corte das folhas da estaca clonal influencia o crescimento, o enfolhamento, o desenvolvimento do sistema radicular, a produção de biomassa, as trocas gasosas e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro Conilon.

O máximo crescimento, desenvolvimento, acúmulo de biomassa e índice de qualidade das mudas de cafeeiro Conilon ocorre com proporções de corte entre 40,00% e 59,33% do comprimento da nervura central das folhas da estaca clonal. Já as maiores taxas fotossintéticas são alcançadas com a menor proporção de até 30% do corte das folhas da estaca.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albiero, A.L.M., Paoli, A.A.S., Souza, I.A.D., Mourão, K.S.M. (2005) Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K. (Piperaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 19 (2): 305-312.
- Alfenas, A.C., Zauza, E.A.V., Mafia, R.G., Assis, T.F. (2009) *Clonagem e doenças do Eucalipto*. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 500p.
- Almeida, L.S.de., Maia, N., Ortega, A.R., Ângelo, A.C. (2005) Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 3, p. 323-329.
- Alves, J.D., Guimarães, R.J. (2010) *Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro*. In: Guimarães, R.J., Mendes, A.N.G., Baliza, D.P. (2010) *Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras: UFLA, p. 169-215.
- Andrade Júnior, S.de., Alexandre, R.S., Schmidt, E.R., Partelli, F.L., Ferrão, M.A.G., Mauri, A.L. (2013) Comparison between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 4, p. 461-469.
- Aquino, I.P., Schmidt, R., Dubberstein, D., Dias, J.R.M. (2017) Cortes basais e

substratos na formação de mudas clonais de cafeeiro canéfora. *Coffee Science*, 12 (1): 9-16.

Araujo, G.L., Reis, E.F., Moraes, W.B., Garcia, G.O., Nazário, A.A. (2011) Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. *Irriga*, 16: 115-124.

Azevedo, J.M., Reis, E.F., Tomaz, M.A., Garcia, G.D.O., Nogueira, N.O., Dardengo, M.C. (2014) Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9 (3): 432-439.

Barros, R.S., Maestri, M., Vieira, M., Braga Filho, L.J. (1973) Determination of leafarea of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, 20 (107):44-52.

Becana, M., Moran, J.F., Ormaetxe, L.L. (1998) Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection. *Plant and Soil*, 201 (1):137-147.

Belan, I.L., Silva, K.G., Tomaz, M.A., Junior, W.C.J., Amaral, J.A.T., Amaral, J.F.T. (2011) Aspectos fisiológicos do cafeeiro conilon: uma abordagem sistemática. *Nucleus*, 8 (1): 1-16.

Bergo, C.L., Sá, C.P.D., Sales, F.D. (2002) *Produção de mudas de cafeeiros por sementes e estacas*. Embrapa Acre. Circular Técnica 44 (INFOTECA-E).

Bernardes, T., Moreira, M.A., Adami, M., Rudorff, B.F.T. (2012) Diagnóstico físico-ambiental da cafeicultura no Estado de Minas Gerais–Brasil. *Coffee Science*, 7 (2): 139-151.

Berthaud, J. (1980) Incompatibility in *Coffea canephora* - Test Method and Genetic Determinism. *Cafe Cacao Thé*, 24 (4): 267-274.

- Blittersdorff, R., Kranz, J. (1976) Comparative studies on *Fusarium xylarioides* Steyaert (*Gibberella xylarioides* Heim et Saccas) the cause of the coffee tracheomycosis. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 83 (9): 529-544.
- Booth, C., Waterston, J.M. (1964) *Gibberella xylarioides*. C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bactéria, n. 24, *Common wealth Mycological Institute Wallingford, England*, 1964.
- Braga, M.F., Santos, E.C., Junqueira, N.T.V., Souza, A.A.T.C., Faleiro, F.G., Rezende, I.N., Junqueira, K.P. (2006) Enraizamento de estacas de três espécies silvestres de Passiflora. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 284-288.
- Bragança, S.M., Fonseca, A.F.A., Saraiva, J.S.T., Pereira, J.O.; Rocha, A.C., Pelissari, S.A., Bregonci, I.S. (1995) Formação de mudas. *In:Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo*. Vitória: Secretaria de Estado de Agricultura, p. 19-28.
- Bragança, S.M., Carvalho, C.H.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G. (2001) “Encapa 8111”, “Encapa 8121” “Encapa 8131”: Clonal varieties of conilon coffee for the Espírito Santo State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 765-770.
- Bragança, S.M. (2005) Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre). Tese (Doutorado em Fitotecnia), Viçosa-MG, *Universidade Federal de Viçosa, UFV*, 99f.
- Braun, H., Zonta, J.H., Lima, J.S.S., Reis, E.F. (2007) Produção de mudas de café ‘conilon’ propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia (Arica)*, 25 (3): 85-91.
- Brinate, S.V.B., Rodrigues, W.N., Martins, L.D., Colodetti, T.V., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T. (2015) Applicability of the method of linear dimensions to estimate leaf area in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *American Journal of Plant Sciences*, 6 (1): 651-658.

- Carvalho, A., Medina Filho, H.P., Fazuoli, I.C., Guerreiro Filho, O. Lima, M.N.A. (1991) Aspectos genéticos do cafeeiro. *Revista Brasileira de Genética*, 14 (1): 135-183.
- Carvalho, A., Fazuoli, L.C. Café. *In*: Furlani, A.M.C., Viégas, G.P.O. (1993) Melhoramento de plantas no instituto agrônômico. Campinas: *Instituto Agrônômico*, v. 1, p. 29-76.
- Carvalho, L.M.D., Silva, E.A.M.D., Azevedo, A.A., Mosquim, P.R., Cecon, P.R. (2001) Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (3): 411-416.
- Cavalcante, A.C.R., Cavallini, M.C., Lima, N.R.C.B. (2009) *Estresse por Déficit Hídrico em Plantas Forrageiras*. Documentos 89. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sobral-CE, p. 47.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (2019) *Acompanhamento da safra brasileira: café*, 5 (4), *Quarto Levantamento, Brasília*, p 1-44, Dez. Brasília: Conab, 23p.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento - (2020) *Acompanhamento da safra brasileira: café*, v. 6 – Safra 2020, n.1 - Primeiro levantamento, Brasília, 62p.
- Conagin, C.H.T.M., Mendes, A.J.T. (1961) Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Bragantia*, 20 (34): 787-804.
- Covre, A.M., Partelli, F.L., Mauri, A.L., Dias, M.A. (2013) Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café conilon. *Revista Agro@ambiente On-line*, 7 (2): 193-202.
- Dardengo, M.C.J., Sousa, E.F.D., Reis, E.F.D., Gravina, G.D.A. (2013)

Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, 8 (4): 500-509.

Davis, A.P., Tosa, J., Ruch, N., Fay, N.F. (2011) Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data, implications of size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of Rehinneon Society*, v. 167, p. 1-21.

Davis, A.P., Govaerts, R., Bridson, D.M., Stoffelen, P. (2006) An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152 (4): 465-512.

Devreux, M., Vallayes, G., Pocher, P., Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1959) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.

Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36 (1): 10-13.

Eccardi, F., Sandalj, V. (2002) Coffee. *A Celebration of Diversity, First English ed.* Sandalj Trading Company, Trieste, Italy.

Engel, V.L. (1989) *Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”- Esalq, 202 p.

Espindula, M.C., Partelli, F.L. (2011) *Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiros canephora (Conilon e Robusta)*. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 2011, 16p. (Embrapa Rondônia: Documentos, 144).

Fahl, J.L., Carelli, M.L.C. (1994) *Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de coffea*. In: Simpósio Internacional sobre Café Adensado, Londrina, Anais... Londrina: IAP, p. 289-290.

- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Marques, E.M.G., Zucateli, F. (2004) *Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. Circular Técnica, 03-I, Vitória, ES: Incaper, p.60.
- Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S. (2007a) *Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de Coffea canephora*. In: FERRÃO, R.G. et al. (Ed.) *Café conilon*. Vitória: Incaper, p. 66-91.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Marques, E.M.G., Zucateli, F. (2007b) *Café conilon: Técnicas de produção com variedades melhoradas*. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2007b. 60 p. (Incaper. Circular Técnica, 03-I).
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., De Muner, L.H., Lani, J.A., Prezotti, L.C., Ventura, J.A., Martins, D.S., Mauri, A.L., Marques, E.M.G.; Zucateli, F. (2012) *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 74p.
- Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. (2013) *Variedades clonais de café conilon: 10 passos em 12 anos de pesquisa*. Vitória, ES: Incaper, 2013. (Documentos 218).
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A.da., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H. (2017) *Café Conilon*. 2 ed. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 784p.
- Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Tóffano, J.L., Tragino, P.H, Bragança., S.M. (2019a) *Conilon Coffee: Cultivars of conilon coffee*. 3rd edition updated and expanded. Vitória, ES: Incaper, 973p. Cap. 9, p. 254 -287.
- Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H. (2019b) *Conilon*

*Coffee*, 3<sup>rd</sup> edition updated and expand ed. Vitória, ES: Incaper, 974p.

Ferreira, D.F. (2011) SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35 (6): 1039-1042.

Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Silva, A.E.S., De Muner, L.H., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S. (2004) *Jardins clonais de café conilon: técnicas para formação e condução*. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 53 p. (Incaper: Circular Técnica, 04-I).

Fonseca, A.F.A., Ferrão R.G., Ferrão, M.A.G., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., and Fazuoli, L.C. (2008) *Cultivars of Robusta Coffee*. In: Carvalho, C.H., Ed., *Cultivars of Coffee: Origins, Characteristics and Recommendations*, Embrapa Café, Brasília, 255-279.

Fonseca, A.F.A.da., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G. (2013) Vantagens e riscos do uso de mudas clonais de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*, v. 12, p. 17-18.

Fonseca, A.F.A., Verdin Filho, A.C., Volpi, P.S., Mauri, A.L., Ferrão, M.A.G., Ferrão, R.G., Arantes, S.D., Posse, S.C.P. (2019) *Conilon Coffee: Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling*. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A., Ferrão, M.A.G., De Muner, L.H. *Conilon Coffee*. 3<sup>rd</sup> edition updated and expand ed. Vitória, ES: Incaper, p. 289-325.

Freitas, T.A.S., Barroso, G.D., Carneiro, A.G.J., Penchel, M.R., Lamônica, R.K., Ferreira A.D. (2005) Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 853-861.

Gholipoor, M., Vara Prasad, P.V., Mutava, R.N., Sinclair, T.R. (2010) Genetic variability of transpiration response to vapor pressure deficit among sorghum genotypes. *Field Crops Research*, 119 (1): 85-90.

Gomes, E.N., Krinski, D. (2016) Propagação vegetativa de *Piper umbellatum* L. (Piperaceae) em função de substratos e comprimentos de estacas. *Scientia*

*Agraria*, 17 (3): 31-37.

- Gomes, E.N., Krinski, D. (2019) Enraizamento de estacas caulinares de *Piper crassinervium* Kunth sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *Journal of Neotropical Agriculture*, 6 (1): 92-97.
- Gonçalves, J.L., Santarelli, E.G., Moraesneto, S.P. (2000) *Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização*. In: Gonçalves, Benedetti. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, p. 310-350.
- Gurzau, E.S., Neagu, C., Gurzau, A.E. (2003) Essential metals — case study on iron. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56 (1): 190-200.
- Harmand, J.M., Njiti, C.F., Reversat, F.B., Puing, H. (2004) Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management*, v. 188, n. 1, p. 249-265.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davis Júnior, F.T., Geneve, R.L. (2011) *Plant propagation: principles and practices*. 8. ed. p. 922.
- Kholová, J., Hash, C.T., Kumar, P.L., Yadav, R.S., Kočová, M., Vadez, V. (2010) Terminal drought-tolerant pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] have high leaf ABA and limit transpiration at high vapour pressure deficit. *Journal of Experimental Botany*, 61 (5): 1431-1440.
- Lago, I., Streck, N.A., Bisognin, D.A., Souza, A.T., Silva, M.R. (2011) Transpiração e crescimento foliar de plantas de mandioca em resposta ao déficit hídrico no solo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46 (11): 1415-1423.
- Lago, I., Streck, N.A., Zanon, A.J., Hanauer, G., Bisognin, A.D., Silva, M.R. (2012) Transpiração e crescimento foliar de clones de batata em resposta à fração de água transpirável no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36 (3): 745-

754.

Lima, R.L.S., Severino, L.S., Pereira, W.E., Lucena, A.M.A., Gheyi, H.R. Arriel, N.H.C. (2006) Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (1): 83-86.

Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, p. 319.

Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2016) *Módulo da Legislação Agropecuária*. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do/method=consultarLegislacaoFederal> Acesso em 28 de junho de 2016.

Mapa - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2020) *Módulo da Legislação Agropecuária*. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do/method=consultarLegislacaoFederal> abril 2020.

Marana, J.P., Miglioranza, É., Fonseca, É.D.P., Kainuma, R.H. (2008) Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, 38 (1): 39-45.

Marraccini, P., Vinecky, F., Alves, G.S.C., Ramos, H.J.O., Elbelt, S., Vieira, N.G., Carneiro, F.A., Sujii, P.S., Alekcevetch, J.C., Silva, V.A., Da Matta, F.M., Ferrão, M.A.G., Leroy, T., Pot, D., Vieira, I.G.E., Silva, F.R., Andrade, A.C. (2012) Differentially expressed genes and protein suppon droughtac climation in tolerant and sensitive genoty pes of *Coffea canephora*. *Journal of Experimental Botany*, 63 (1): 4191-4212.

Martinel, L.; Berilli, S.D.S., Silva Terceiro, L.G.F., Felberg, N.P., Sales, R.A.D., Fernandes, S.P., Oliveira, D.D.S. (2019) Influência do cromo e sódio presentes no lodo de curtume desidratado, no ganho de massas em mudas de café conilon. *In: X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Anais...*, Brasília, D.F:

Embrapa - Café.

- Matiello, J.B., Dantas, F.A.S., Camargo, A.P., Ribeiro, R.N.C. (1989) Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco: parte III. *In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 15, Maringá, PR. *Anais...* Rio de Janeiro: IBC, p.182.
- Mauri, A.L., Arantes, S.D., Fonseca, A.F.A., Espindula, M.C., Volpi, P.S., Verdin Filho, A.C., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Partelli, F.L. (2015) *Produção de mudas: clones e sementes*. *In: Fonseca, A.F.A.; Sakiyama, N.S., Borém, A. (Eds.). Café conilon: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 50-69.
- Nazário, A.A., Garcia, G.D.O., Gonçalves, I., Madalão, J.C., Araujo, G.L. (2010) Crescimento do cafeeiro conilon irrigado com água salina. *Engenharia Ambiental Espírito Santo do Pinhal*, 7 (5): 178-195.
- Nakayama, C.C., Teixeira, A.A., Teixeira, R.R., Reis, M., Monteiro, A., Bueno, J., Taniwaki, M.H. (2020) Sucessão de microrganismos em diferentes estádios de secagem do café e sua influência na bebida. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 2402-2418.
- Nowak, M.D., Davis, A.P., Anthony, F., Yoder, A.D. (2011) Expression and Trans-Specific Polymorphism of Self-Incompatibility RNases in *Coffea* (Rubiaceae). *PloSOne*, 6 (6) e 2019.
- Oliveira, D.H.D., Baliza, D.P., Rezende, T.T., Carvalho, S.P.D., Guimarães, R.J. (2010) Influência do comprimento de estacas e ambientes no crescimento de mudas cafeeiras obtidas por enraizamento. *Coffee Science*, 5 (2): 183-189.
- Oliveira, I.P., Oliveira, L.C., Moura, C.S.F.T. (2012) Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. *Revista Faculdade Montes Belos*, v. 5, n. 4.
- Paiva, A.V., Poggiani, F., Goncalves, J.L.M., Ferraz, A.V. (2009) Crescimento de

mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. *Scientia Florestalis*, 37 (1): 499-511.

Paiva, R.N., Carvalho, C.H.S., Mendes, A.N.G., Almeida, S.R., Matiello, J.B., Ferreira, R.A. (2010) Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. *Coffee Science*, 5 (1): 49-58.

Paiva, R.F., Mendes, A.N.G., Carvalho, G.R., Rezende, J.C., Ferreira, A.D., Carvalho, A.M. (2012) Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). *Ciência Rural*, 42 (7): 155-160.

Partelli, F.L., Vieira, H.D., Santiago, A.R., Barroso, D.G. (2006) Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 949-954.

Partelli, F.L., Covre, A.M., Oliveira, M.G., Alexandre, R.S., Vitória, E.L.D., Silva, M.B.D. (2014) Root system distribution and yield of Conilon coffee propagate dbby seedsor cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49 (5): 349-355.

Paulino, A.J., Matiello, J.B., Paulini, A.E. (1985) *Produção de mudas de café Conilon por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 12p.

Peloso, A.F., Tatagiba, S.D., Amaral, J.F.T. (2017) Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. *Revista engenharia na agricultura*, 25 (2): 139-147.

Pereira, L.F., Cavatte, P.C., Reis, J.V., Sanglard, L.M.V.P., Medina, E.F., Lopés, N.F.R., Morais, L.E., Menezes, P.E., Da Matta, F.M. (2011) Alterações fotossintéticas em plantas de *Coffea arabica* L. submetidas à variação da disponibilidade de luz e de água. In: *VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Anais, Brasília, D.F: Embrapa - Café.

- Pinheiro, H.A.; Da Matta, F.M., Chaves, A.R.M.; Fontes, E.P.B., Loureiro, M.E. (2004) Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*, 167: 1307-1314.
- Pizetta, S.C., Rodrigues, R.R., Ribeiro, W.R., Reis, E.F. (2016) Análise do crescimento do cafeeiro arábica, em relação à fração de água transpirável do solo. *Coffee Science*, 11 (1): 46-54.
- Pontes Filho, F.S.T., Almeida, E.L.B., Barroso, M.M.A., Cajazeira, J.P., Corrêa, M.C.M. (2014) Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (4): 788-793.
- Ray, J.D., Sinclair, T.R. (1997) Stomatal closure of maize hybrids in response to drying soil. *Crop Science*, Madison, 37 (3): 803-807.
- Ribeiro, W.R., Capelini, V.A., Ferreira, D.S., Gonçalves, M.S., Reis, E.F. (2019) Crescimento do cafeeiro conilon cultivar “ES8122-Jequitibá” em função da fração de água transpirável no solo. *Irriga*, 24 (3): 512-526.
- Ribou, S.B., Douam, F., Hamant, O., Frohlich, M.W., Negrutiu, I. (2013) Plant science and agricultural productivity: Why are we hitting the yield ceiling. *Plant Science*, 210: 159-176.
- Ricci, M.S.F., Costa, J.R., Pinto, A.N., Santos, V.L.S. (2006) Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (4): 569-575.
- Rocha, R.B., Santos, D.V., Ramalho, A.R., Teixeira, A.L. (2014) Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Coffee Science*, 8 (4): 478-485.

- Rodrigues, R.R., Pizetta, S.C., Reis, E.F., Ribeiro, W.R. (2015) Fração de água transpirável no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. *Coffee Science*, 10 (3): 337-345.
- Santana, R.C., Dutra, T.R., Neto, J.P.C., Nogueira, G.S., Graziotti, P.H., Filho, N.F.B. (2010) Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. *Cerne*, 16 (3): 251-257.
- Santos, M.R.A., Ferreira, M.G.R. (2011) *Micro Propagation of Conilon Coffee*. Embrapa, Rondônia, 2.
- Sasso, S.A.Z., Citadin, I. (2010). Propagação de jabuticabeira por estaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (2): 577-583.
- Schifino-Wittmann, M.T., Dall'agnol, M. (2002) Autoincompatibilidade em plantas. *Ciência Rural*, 32:1083-1090.
- Shimazaki, K.I., Doi, M., Asmann, S.M., Kinoshita, T. (2007) Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v.58, n.1, p. 219-247.
- Silva, A.E. Souza., Maso, L.J., Costa, E.B., Bassani, L.A, Galeano., E.A.V. (2019) *Conilon Coffee: Economic and Social Importance of Conilon Coffee in the State of Espírito Santo*. 3rd edition updated and expanded. Vitória, ES : Incaper, 973p. Cap. 2, p. 50-69.
- Silva, C.J., Silva, C.A., Silva, R.V., Freitas, C.A., Castro, Y.D.O., Oliveira, R.T. (2011) Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de proporções de material orgânico adicionado ao substrato. *In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 37, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, p. 107- 108.
- Silva, J.L., Vieira, H.D., Viana, A.P., Barroso, D.G. (2010b) Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science*, 5 (1): 38-48.

- Silva, K.N., Pio, R., Tadeu, M.H., Assis, C.N.D., Curi, P.N., Moura, P.H.A., Patto, L.S. (2012) Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. *Ciência Rural*, 42 (3): 418-422.
- Silva, P.E.M., Cavatte, P.C., Morais, L.E., Medina, E.F., Da Matta, F.M. (2013) The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 87 (1): 49-57.
- Silva, V.A., Antunes, W.C., Guimarães, B.L.S., Paiva, R.M.C., Silva, V.D.F., Ferrão, M.A.G., Da Matta, F.M., Loureiro, M.E. (2010a) Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45 (5): 457-464.
- Silveira, J.S.M., Fonseca, A.F.A. (1995) *Produção de mudas clonais de café conilon em câmara úmida sob cobertura de folhas de palmeira*. Vitória, ES: Emcapa. 14p. (Emcapa, Documentos, 85).
- Souza, C.C., Xavier, A., Leite, F.P., Santana, R.C., Leite, H.G. (2013) Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill X *E. urophylla* ST Black. *Revista Árvore*, 37 (1): 67-77.
- Steyaert, R.L. (1948) Contribution a L'Étude des parasites des végétaux du Congo Belge. *Bulletin Society Royale Botanique Belgique*, 2 (30): 1-49.
- Streit, N.M., Canterle, L.P., Canto, M.W., Hecktheuer, L.H.H. (2005) As clorofilas. *Ciência Rural*, 35 (3): 748-755.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p.
- Taiz, L., Zeiger, E., Max, I., Angus, M. (2017) *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6a. ed. Porto Alegre: Artmed.

- Tatagiba, S.D., Santos, E.A., Pezzopane, J.E.M., Reis, E.F. (2010) Mudanças de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. *Engenharia na Agricultura*, 18 (3): 219-226.
- Teixeira, W.F., Fagan, E.B., Silva, J.O., Silva, P.G., Silva, F.H., Sousa, M.C., Canedo, S.C. (2013) Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob efeito de sombreamento. *Floresta e Ambiente*, 20 (1): 91-98.
- Van Der Vossen, H.A.M. (1985) Coffee selection and breeding. *In: Clifford, M.N., Wilson, K.C. (Ed.) Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm Westport, p.48-96.
- Vargas, A. (2012) (Ed.) 100 anos de conilon capixaba. *Especial 100 anos de conilon capixaba*. A Gazeta. Vitória, ES: Caderno Especial, 2012. 48 p.
- Verdin Filho, A.C., Mauri, A.L., Volpi, P.S., Fonseca, A.F.A., Ferrão, R.G., Ferrão, M.A.G., Rodrigues, W.N. Andrade Júnior, S., Colodetti, T.V. (2014) Growth and quality of clonal plantlets of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) influence by types of cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (1): 2148-2153.
- Verdin Filho, A.C., Rodrigues, W.N., Colodetti, T.V., Mauri, A.L., Christo, B.F., Ferrão, R.G., Tomaz, M.A., Comério, M., Andrade Júnior, S., Posse, S.C.P., Martins, L.D., Brinate, S.V.B. (2018) Quality of clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner produced using coffee husk in the substrate. *African Journal of Agricultural Research*, 13 (50): 2826-2835.
- Zonta, J.H., Braun, H., Reis, E.F., Paulucio, D., Zonta, J.B. (2009) Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). *Idesia (Arica)*, 27 (3): 29-34.