

**PODA PROGRAMADA DE CICLO DO CAFÉ ARÁBICA, ASPECTOS:  
MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS**

**GUILHERME BESSA MIRANDA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
ABRIL – 2019**

**PODA PROGRAMADA DE CICLO DO CAFÉ ARÁBICA ASPECTOS:  
MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS**

**GUILHERME BESSA MIRANDA**

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  
doutorado em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Sílvio de Jesus Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
ABRIL – 2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

M672 Miranda, Guilherme Bessa.

Poda Programada de Ciclo do Café Arábica, Aspectos: Morfológicos e produtivos.  
/ Guilherme Bessa Miranda. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

77 f.: il.

Bibliografia: 59 - 66.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte  
Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2019.

Orientador: Silvio de Jesus Freitas.

1. Coffea arabica. 2. Manejo de poda. 3. Produtividade. 4. Sistema radicular.  
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

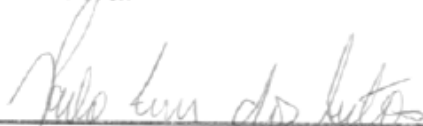
PODA PROGRAMADA DE CICLO DO CAFÉ ARÁBICA,  
ASPECTOS: MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS

**GUILHERME BESSA MIRANDA**

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 12 de abril de 2019.

Comissão examinadora:



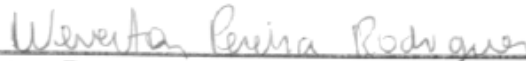
---

Paulo Cesar Santos (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF



---

Prof. Vicente Martins Gomes (D. Sc., Produção Vegetal) - IFF



---

Weverton Pereira Rodrigues (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF



---

Prof. Sílvia de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF  
(Orientador)

À Deus, que esteve ao meu lado nesta caminhada. À minha esposa Sarah Pinto Rangel Tebaldi Miranda, pelo incentivo, amor, carinho e compreensão durante esses anos. À minha mãe, Elizirlany Rangel Bessa Miranda e ao meu pai, Alarcon Prucoli de Miranda, pelos ensinamentos, não somente pela concretização deste trabalho, mas pelo amor, respeito e confiança depositados em mim em todos os momentos da minha vida.

Dedico

“Sem o esforço da busca é impossível à alegria da vitória...”

(autor desconhecido)

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao Laboratório de Fitotecnia pela grande oportunidade na pesquisa e conhecimentos adquiridos;

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

Ao meu orientador, Prof. Silvio de Jesus Freitas, pela amizade e orientação segura na realização dos experimentos;

Ao professor Geraldo de Amaral Gravina, pela colaboração nos experimentos. Aos professores das disciplinas cursadas, pelos conhecimentos transmitidos;

A minha equipe de trabalho, Verdin-Filho, Diego Baitelle, Luciano, Waldiney Souza, Laura Salomão, Patrick, Paulo Cavalcante e demais membros do grupo NEMAC pelo apoio, amizade e consideração durante os trabalhos;

Ao Paulo Cesar Santos, pelo apoio e auxílio durante os períodos de avaliações dos experimentos;

Ao produtor Ademar Franskoviak, por ter cedido sua área de cultivo para implantação do experimento, pela excelente hospitalidade e amizade;

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

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Caracterização da espécie.....	4
2.2 Caracterização do genótipo .....	6
2.3 Importância econômica .....	7
2.4 Aspectos gerais da poda.....	8
2.5 Podas de produção no café arábica.....	9
2.5.1 Recepa.....	9
2.5.2 Esqueletamento .....	10
2.5.3 Decote.....	11
2.5.4 Poda programada de ciclo .....	12
3. TRABALHOS .....	16
3.1 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FÍSICA DE FRUTOS DE CAFÉ ARÁBICA CONDUZIDO NA PODA PROGRAMADA DE CICLO .....	16
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23

CONCLUSÃO .....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
3.2 SISTEMA RADICULAR DO CAFÉ ARÁBICA CONDUZIDO NA PODA PROGRAMADA DE CICLO .....	35
RESUMO .....	35
ABSTRACT .....	36
INTRODUÇÃO .....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
CONCLUSÃO .....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58



## RESUMO

MIRANDA, Guilherme Bessa; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, abril de 2019. Poda Programada de Ciclo do café arábica, aspectos: morfológicos e produtivos. Orientador: D.Sc. Sílvio de Jesus Freitas.

Este trabalho foi dividido em dois capítulos. Objetivou-se no capítulo 1 avaliar os aspectos produtivos e a qualidade do fruto da poda programada de ciclo no cafeeiro arábica, conduzido em diferentes densidades de hastes e manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos. Utilizou-se a cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, que foi submetida à poda programada de ciclo em quatro densidades de hastes  $ha^{-1}$  (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000) correlacionadas com o manejo de limpeza de ramos plagiotrópicos (limpeza anual e bianual apresentaram 70% ou mais da sua produção), com um tratamento adicional (testemunha). Avaliou-se a produtividade e a qualidade dos grãos (uniformidade de maturação e classificação por peneira). A produtividade, em todos os tratamentos conduzidos com a poda programada de ciclo, exceto a densidade de 4.000 hastes  $ha^{-1}$ , foi superior à tradicional. A densidade de aproximadamente 12.000 hastes  $ha^{-1}$  proporcionou a maior produtividade (43,41 sc  $ha^{-1}$ ), uma produtividade bem superior à testemunha (27,43 sc  $ha^{-1}$ ). Pode ser empregada a retirada anual ou bianual de ramos plagiotrópicos que apresentaram 70% ou mais da sua produção sem prejuízos à produtividade. A poda programada de ciclo do café arábica não alterou a qualidade dos frutos tanto na uniformidade de maturação quanto na classificação por peneira quando comparada à poda tradicional. No capítulo 2 objetivou-se avaliar o sistema radicular dos cafeeiros conduzidos na poda programada de ciclo

no cafeeiro arábica nas mesmas condições descritas no capítulo 1. Avaliou-se o diâmetro médio das raízes (mm), o volume (cm<sup>3</sup>), o comprimento (cm) e a área de superfície (cm<sup>2</sup>), estas foram separadas em quatro categorias permitindo uma avaliação qualitativa. Os resultados mostraram que a retirada anual e bianual de ramos plagitrópicos que produziram 70% ou mais em plantas conduzidas na poda programada de ciclo do café arábica, com diferentes densidades de hastes ha<sup>-1</sup>, não alterou o diâmetro médio das raízes, o comprimento das raízes com diâmetro maior ou igual a 2 milímetros, a área superficial das raízes com diâmetro maior e igual a 1 milímetro e o volume das raízes, quando comparadas com a testemunha. E que a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, causa redução do comprimento e da área superficial das raízes finas, porém quando se utiliza densidades de hastes igual ou superior a 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, a partir da segunda colheita ocorre um aumento destas raízes finas e absorventes. Mostrando que a poda programada de ciclo é uma poda considerada não drástica.

## ABSTRACT

MIRANDA, Guilherme Bessa; D. Sc., State University of North Fluminense Darcy Ribeiro, april, 2019. Pruning of pruning arabica coffee cycle, aspects: morphological and productive. Advisor: D.Sc. Sílvio de Jesus Freitas.

This work was divided into two chapters. The objective of this study was to evaluate the productive aspects and the quality of the pruning fruit programmed in the arabica coffee cycle, conducted in different densities of stems and cleaning management of plagiotropic branches. The cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 was used, which was submitted to programmed cycle pruning in four  $\text{ha}^{-1}$  (4,000, 8,000, 12,000 and 16,000) rod densities correlated with the cleaning management of plagiotropic branches (annual and biannual cleaning presented 70% or more of its production), with an additional treatment (control). The grain yield and quality (maturation uniformity and sieve classification) were evaluated. The productivity, in all the treatments conducted with the programmed cycle pruning, except for the density of 4,000 stems  $\text{ha}^{-1}$ , was superior to the traditional one. The density of approximately 12,000 stems  $\text{ha}^{-1}$  provided the highest productivity (43.41 sc  $\text{ha}^{-1}$ ), a productivity well above the control (27.43 sc  $\text{ha}^{-1}$ ). The annual or biannual withdrawal of plagiotropic branches which have produced 70% or more of their production without loss of productivity may be used. The programmed cycle pruning of the arabica coffee did not alter the quality of the fruits in the maturation uniformity as well as in the sifting classification when compared to traditional pruning. The objective of this study was to evaluate the root system of the coffee trees conducted in the programmed cycle pruning in the arabica coffee tree under

the same conditions described in chapter 1. The mean root diameter (mm), volume (cm<sup>3</sup>), length and surface area (cm<sup>2</sup>), these were separated into four categories allowing a qualitative evaluation. The results showed that the annual and biannual removal of plagiotropic branches that produced 70% or more in plants conducted in the programmed cycle pruning of arabic coffee, with different stem densities ha<sup>-1</sup>, did not alter the mean root diameter, root length with a diameter greater than or equal to 2 millimeters, the surface area of roots with a diameter greater than and equal to 1 millimeter and the volume of the roots, when compared to the control. And that the removal of plagiotropic branches that produced 70% or more causes reduction of the length and surface area of the fine roots, but when using stem densities of 12,000 stems ha<sup>-1</sup> a or higher, from the second crop an increase of these fine and absorbent roots. Showing that the programmed pruning cycle is a pruning considered not drastic.

.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador, produtor e o segundo consumidor mundial de café, tornando-se cada vez mais influente no agronegócio em âmbito internacional (ICO, 2017). A cultura do café está presente em praticamente todo território nacional, são cerca de 2,16 milhões de hectares destinados à cultura, com produção de 61,7 milhões de sacas beneficiadas de café no ano de 2018 (CONAB, 2018).

Dentre as espécies cultivadas, o café arábica (*Coffea arabica* L.) e o conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) são as mais plantadas no Brasil e conseqüentemente apresentam maior importância econômica. Atualmente, o café arábica corresponde a 80,7% da área plantada e cerca de 76% da produção total de café do País (CONAB, 2018). Apesar dos avanços alcançados na cultura, a produtividade média do café arábica, ainda é considerado baixa quando comparada com o café conilon, especialmente para lavouras mais velhas e com manejo de condução de plantas inadequado.

Sabe-se que a prática da poda auxiliar os parâmetros fisiológicos e é uma forma eficiente de renovação de lavouras, com objetivo de garantir rápidas e vigorosas rebrotas. Desta forma, o manejo de condução das plantas é fundamental para a cultura e sua eficiência já foi comprovada por diversos autores (Queiroz-Voltan et al., 2006; Pereira et al., 2007; Japiassu et al., 2010). Outro fator a ser observado é que a maioria dos trabalhos de manejo e espaçamento utiliza uma haste por planta (unicaule) e esses cultivos, em sua maioria, são para regiões planas que utilizam o cultivo mecanizado e propriedades de portes

maiores (Verdin Filho et al., 2016).

De maneira geral, as podas mais utilizadas no café arábica são a recepa (corte da haste na altura de 40 a 60 cm do solo), esqueletamento (corte dos ramos plagiotrópicos a cerca de 30 a 40 cm da haste) e o decote (eliminação do ápice da planta a alturas variáveis de 1,60 a 2,60 m), (Matielo, 1995; Queiroz-Voltan et al., 2006). Essas podas removem considerável volume de material vegetal, portanto, são consideradas como “drásticas”, as quais podem causar redução do sistema radicular, maior período de tempo na retomada de produção, morte da planta em alguns casos e podem resultar em safra zero no ano seguinte à sua realização. Alguns autores testaram diferentes intensidades de poda e verificaram que a produtividade diminui com o aumento da intensidade de podas drásticas (Kumar et al., 2010; Gonçalves et al., 2014; Souza et al., 2014). Além disso, o esqueletamento não é muito aceito por cafeicultores que realizam colheita manual, uma vez que essa prática altera a morfologia da planta produzindo ramos plagiotrópicos bifurcados, que reduzem a eficiência da colheita.

Atualmente no café conilon, o sistema de poda mais utilizado é a poda programada de ciclo (PPC), esta consiste na condução de 12.000 a 15.000 hastes ortotrópicas por hectare, por meio da seleção do número ideal de hastes por planta em função do espaçamento. Simultaneamente à seleção das hastes, ocorre a retirada dos ramos plagiotrópicos que atingiram 70% ou mais da sua produção. As hastes permanecem na planta por aproximadamente quatro colheitas, e a partir desse ponto elimina-se cerca de 50 a 75% destas hastes, permitindo assim a entrada de luz na parte central da planta, ocasionando fotodegradação de auxina e promovendo a emissão de brotos vigorosos. Depois é realizada a seleção de brotos da base da planta que irão compor a nova parte aérea durante os próximos quatro ciclos de produção. As hastes remanescentes serão removidas após a próxima safra (Verdin Filho et al., 2008).

A PPC é um tipo de poda eficaz e amplamente utilizada no café conilon, uma vez que ela melhora o rendimento global da cultura, a uniformidade de floração e maturação dos frutos, e a qualidade final do produto. Por ser considerada uma poda não drástica, proporciona revigoramento da lavoura sem ocorrência de safra zero, proporcionando incremento na produtividade quando comparada a outros tipos de poda. Além disso, é bem aceita pelos cafeicultores, fácil de ser realizada e favorece a execução de práticas culturais, como a colheita

e a adubação, reduzindo a mão de obra (Verdin Filho et al., 2008).

Embora seja amplamente utilizada no café conilon, existe uma perspectiva de que a PPC possa ser aplicada no café arábica. Verdin Filho et al. (2016) observaram que a densidade de hastes com a retirada de ramos plagiotrópicos tem fator positivo na produtividade do café arábica.

Pressupõe-se que, conforme ocorre no conilon, a poda programada de ciclo no café arábica (PPCA) pode alterar positivamente a morfologia e fisiologia das plantas, proporcionando maior produtividade e qualidade dos grãos, trazendo maiores retornos econômicos e consequentemente contribuindo para o sucesso da cafeicultura e com a permanência dos cafeicultores na atividade.

Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar os aspectos produtivos, morfológicos e a qualidade física dos grãos da poda programada de ciclo no cafeeiro arábica, conduzida com diferentes densidades de hastes e manejos de retirada de ramos plagiotrópicos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da espécie

O cafeeiro pertence à família Rubiaceae, com centro de origem na Etiópia, onde é cultivado em locais predominantemente sombreados, nas regiões montanhosas ocidentais, entre 1.000 e 2.500 m de altitude. É adaptado a clima ameno e úmido, com estação seca de dois meses (Miranda et al., 1999). Existem mais de 500 gêneros e mais de 8.000 espécies desta família (Pino e Vegro, 2008), sendo o gênero *Coffea* o mais importante, representado por 124 espécies (Davis et al., 2011).

Dentre as espécies cultivadas, o café arábica e o conilon são as que apresentam maior importância econômica. O café arábica é o mais comercializado no mundo devido à sua superioridade na qualidade da bebida e à vasta aceitação no mercado consumidor (Sondahl e Lauritis, 1992; Nebesny e Budryn, 2006). A espécie chegou ao Brasil no ano de 1727, mas somente no século XIX que a cafeicultura apresentou relevância sobre a economia brasileira, se concretizando como um dos principais produtos do agronegócio brasileiro (Alcantra, 2012).

Trata-se de uma planta perene, com ciclo bianual, de clima tropical de altitude, adaptada a temperaturas amenas e clima úmido, como na região de seu centro de origem. Em geral, apresentam ótimo desenvolvimento em temperatura de 23°C diurna e 17°C noturna. Temperaturas médias mais altas podem causar problemas como o abortamento de flores (Alcantra, 2012).

O café arábica é o único tetraploide dentre o gênero *Coffea*, sendo as



demais diploides. Isso significa que essa espécie apresenta quatro conjuntos do número básico de cromossomos ( $n=11$ ), totalizando 44 cromossomos (Souza et al., 2004). Quanto ao modo de reprodução, é uma espécie autógama autocompatível e se multiplica predominantemente por autofecundação, que ocorre em aproximadamente 90% das flores fertilizadas pela junção de pólen e óvulo oriundos da mesma planta (Fazuoli, 2004).

De acordo com Coste (1955), as plantas de café arábica são arbustos monocaules, tolerantes ao sombreamento e podem chegar a até 4 metros de altura. Elas apresentam crescimento contínuo com dimorfismo de ramos (plagiotrópicos e ortotrópicos), sendo os ramos plagiotrópicos responsáveis pela produção (Thomaziello e Pereira, 2008). Os ramos plagiotrópicos se formam ao longo do ramo ortotrópico, e crescem em comprimento e número de nós, de onde se originam novas folhas (Reis e Cunha, 2010). Devido à alternância do ciclo vegetativo e reprodutivo, as plantas da espécie são podadas com o intuito de revigoramento e aumento de produção (Thomaziello et al., 2000). O sistema radicular é pivotante, e suas raízes finas localizam-se, em sua maioria, entre 30 e 40 cm de profundidade no solo (Alves, 2008).

As folhas são ovaladas com bordos ondulados, de coloração verde-escura, sendo que a epiderme superior apresenta aspecto brilhante; medem cerca de 10 a 15 cm de comprimento por 4 a 6 cm de largura. Apresentam flores hermafroditas e agrupadas em conjuntos de 8 a 15, formando inflorescências denominadas glomérulos. O fruto é uma drupa ovoide bilocular que quando maduro pode apresentar coloração vermelha ou amarela (dependendo do genótipo). Se ocorrer abortamento de um lóculo há formação de semente arredondada, denominada moca. As sementes, geralmente em número de duas, são envolvidas pelo endocarpo (pergaminho), e recobertas por uma película prateada, denominada perisperma (Coste, 1955).

O teor de cafeína presente nos grãos é relativamente baixo (entre 0,9% e 1,5%), sendo ricos em polissacarídeos (50% a 55% da matéria seca do grão), lipídios (12% a 18%) e proteínas (11% a 13%). Estas características estão estreitamente relacionadas com o sabor e aroma, e podem variar em função do controle fitossanitário, da localização da lavoura, do processamento agrícola e do beneficiamento (Cortez, 2001; Livramento, 2010).

## 2.2 Caracterização do genótipo

O Catuaí Vermelho IAC 81 foi originado pelo Instituto Agrônomo de Campinas em 1949, através do cruzamento artificial entre as cultivares Caturra Amarelo IAC 7476–11 e Mundo Novo IAC 374–19. O intuito desse cruzamento foi a transferência do porte baixo do Caturra para o Mundo Novo. O Catuaí IAC 81 foi disponibilizado para fins comerciais em 1972, cujo nome em tupi-guarani significa “muito bom” (Oliveira e Pereira, 2008).

A cultivar apresenta alto vigor vegetativo; elevada capacidade produtiva; porte compacto (altura variando de 2,0 a 2,4 m), que facilita o manejo da lavoura; e ciclo de maturação tardio (Oliveira e Pereira, 2008). As plantas apresentam bom desenvolvimento do sistema radicular e boa tolerância a períodos de estiagem. Contudo, apresentam baixa uniformidade de floração, com maturação dos frutos tardia e desuniforme, devido à dificuldade de penetração de luz. A relação folha/fruto é baixa, principalmente nas primeiras safras, ocasionando seca de ponteiros após altas produções. Verifica-se também, dificuldade de revigoramento após as podas drásticas ou injúrias. As plantas são exigentes em boro e suscetíveis a ferrugem e nematoides (Matiello et al., 2009).

Segundo Aguiar et al. (2004) a cultivar é representada por plantas de formato cilíndrico, com médio diâmetro de copa (1,7 a 2,1 m), baixa incidência de ramos ortotrópicos (geralmente um por planta), que possuem flexibilidade mediana, elevada ramificação plagiotrópica, localizada horizontalmente à haste principal, e internódios curtos. Suas folhas apresentam baixa profundidade da nervura secundária; são de tamanho médio com formato elíptico e ondulação nas bordas, com coloração verde quando jovens e verde-escura quando adultas.

Nas plantas, há alta ocorrência de inflorescência por axila com elevado número de flores presentes; o pólen é fértil e as flores apresentam autocompatibilidade. Os frutos são vermelhos, de tamanho médio e formato oblongo e apresentam média aderência ao ramo. Os grãos são de tamanho médio (peneira média 16), com endosperma de coloração verde e apresentam película prateada com tonalidade clara e de baixa aderência (Aguiar et al., 2004). Os teores de sólidos solúveis e cafeína se enquadram dentro dos padrões normais, apresentando ótima qualidade de bebida (Matiello et al., 2009).

A cultivar Catuaí IAC 81 apresenta elevada adaptabilidade a diferentes

regiões e condições de cultivo, sendo indicada para plantio em espaçamentos largos ou adensados e altitudes baixas a médias (Oliveira e Pereira, 2008).

### 2.3 Importância econômica

Ao longo dos últimos 50 anos a produção e o consumo de café aumentaram consideravelmente, fato que está relacionado com o aumento da oferta de café com qualidade superior. Atualmente 70 países produzem café e aproximadamente 60% da produção mundial é representada por apenas três países: Brasil, Vietnã e Colômbia (ICO, 2019). Em 2018 a produção mundial de café foi cerca de 169 milhões de sacas beneficiadas, sendo que aproximadamente 62% desse total é representado pelo café arábica (ICO, 2019).

A exportação de café é um mercado que vem crescendo consideravelmente, sendo uma importante fonte de renda para muitos países em desenvolvimento. Em 2002, as exportações mundiais foram de 5,5 milhões de toneladas e representaram cerca de 5 bilhões de dólares, números bem inferiores a 2012, em que as exportações totais foram de 7 milhões de toneladas, movimentando 24 bilhões de dólares (FAO, 2015). Os embarques de café pelo Brasil nos 12 meses findos em outubro de 2018 aumentaram 5,4%, registrando um total de 33,18 milhões de sacas (OIC, 2018).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, e o segundo maior consumidor do produto. Apresenta, atualmente, um parque cafeeiro estimado em 2,16 milhões de hectares, com 61,7 milhões de sacas beneficiadas para o ano de 2018 (CONAB, 2018). O café arábica corresponde a 80,7% da área plantada, sendo responsável por 76% da produção total de café do País (CONAB, 2018).

Em 2015, o café representou 7% das exportações do agronegócio brasileiro. Foram exportadas cerca de 37 milhões de sacas beneficiadas, que geraram US\$ 6,16 bilhões na receita do País. Os principais destinos foram os Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica (Brasil, 2016).

A cadeia produtiva de café é responsável pela geração de mais de 8 milhões de empregos no País. São cerca de 287 mil cafeicultores, predominando mini e pequenos, em aproximadamente 1.900 municípios distribuídos em 15 Estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro,

Rondônia e São Paulo, sendo que os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Paraná e Goiás representam cerca de 98,65% da produção nacional (Brasil, 2016).

#### 2.4 Aspectos gerais da poda

Na cafeicultura moderna, que emprega sistemas intensivos de cultivo, é comum a redução do vigor e da produtividade das plantas após alguns ciclos de produção. Esse fato prejudica a produtividade e acentua a bienalidade, sendo necessária a renovação dos ramos para retomar a capacidade produtiva da planta (Thomaziello, 2013). A renovação é feita por meio da poda, através da eliminação de partes vegetativas que perderam ou diminuíram o vigor e não apresentam capacidade de recuperação natural (Thomaziello e Pereira, 2008).

A poda auxilia no manejo da lavoura e apresenta muitas vantagens, como: eliminar ramos não produtivos ou danificados, reduzir condições propícias ao ataque de algumas pragas e doenças, facilitar operações manuais ou mecanizadas no manejo, permitir maior entrada de luz e estimular a produção em locais com fechamento ou autossombreamento, corrigir danos causados às plantas devido à ocorrência de eventos climáticos adversos, como geadas, granizos e secas, permitir renovação dos ramos produtivos, alterar a arquitetura da planta, manutenção adequada da relação folha/fruto, reduzir problemas de bienalidade da produção, revigorar plantas deformadas e debilitadas, proporcionar economia na utilização de fertilizantes e defensivos, garantir incrementos na produtividade, facilitar a combinação de cultivos no meio da lavoura, melhorar e programar a produção das plantas, promover reciclagem de matéria orgânica de folhas e ramos podados, maximizar o espaço ou área para plantio, conservar o solo, além, de facilitar o replantio e o repovoamento do cafezal (Matiello et al., 2007; Thomaziello, 2013).

Trata-se de uma prática relativamente fácil de ser entendida e executada, porém alguns fatores devem ser observados previamente à sua realização, dentre eles: idade da lavoura (plantas velhas não respondem muito bem à prática), genótipo (as cultivares apresentam diferenças no vigor vegetativo), presença de pragas e doenças no sistema radicular (prejudicam a recuperação das plantas), população de plantas, pois em lavouras com muita falha pode ser mais viável o arranquio e a renovação da área (Thomaziello, 2013).

A época de realização da poda pode variar em função da região; ciclo produtivo da cultivar; ocorrência de chuvas e geadas; e períodos de estiagem. No entanto, Matiello et al. (2002) sugerem que a época mais apropriada para a execução da poda em cafeeiros compreende entre o término da colheita e o início das chuvas, normalmente entre agosto e setembro. De fato, alguns autores, afirmam que a poda realizada imediatamente após a colheita garante maior produção na próxima safra (Fagundes et al., 2007; Cunha et al., 2008). De acordo com Thomaziello e Pereira (2008), as plantas podadas imediatamente após a safra apresentam maior comprimento e diâmetro do broto, maior diâmetro de saia e maior número de ramos plagiotrópicos do que as plantas cuja poda foi realizada tardiamente.

## 2.5 Podas de produção no café arábica

As podas usuais em cafeeiros são classificadas em dois grupos principais: as podas drásticas e as leves. Nas podas drásticas há eliminação de grande parte da parte aérea das plantas, que levam a morte de grande parte do sistema radicular e reduzem a produtividade das plantas em curto e médio prazo; sendo pertencentes a esse grupo, a recepa e o esqueletamento. Por outro lado, as podas leves são caracterizadas pela eliminação de pequenas porções da parte aérea, sendo enquadrado nesse grupo apenas o decote, no caso do café arábica (Matiello et al., 2007).

### 2.5.1 Recepa

A recepa é a poda mais drástica aplicada ao cafeeiro, pois, elimina-se quase toda sua parte aérea, cortando as hastes a uma altura de 30 a 80 cm do solo. Existem basicamente dois tipos de recepa, a baixa e a alta. A baixa consiste em cortar a haste principal a uma altura de 20 a 40 cm do solo, eliminando-se 100% da parte aérea. As plantas submetidas a essa poda apresentam uma pequena produção no segundo ano e uma safra satisfatória no terceiro ano após a execução (Matiello et al., 2007; Thomaziello, 2013).

Na alta, conhecida como recepa com pulmão, o corte da haste principal é realizado imediatamente acima do primeiro ou segundo ramo lateral, de modo que esses ramos permaneçam ativos gerando energia para a planta e reduzindo a mortalidade do sistema radicular. A recepa alta proporciona brotação e produção

mais rápida, com maiores retornos na produtividade no segundo ano. Caso os ramos laterais encontrem-se em alturas superiores a 80 cm na haste, a poda alta não se aplica (Matiello et al., 2007).

Após a recepa devem ser efetuadas desbrotas. A primeira é realizada quando os brotos atingirem 20 a 30 cm de altura, sendo selecionados dois brotos por planta, e sempre que possível, os localizados no sentido do alinhamento das ruas (Rena et al., 1998). No entanto, Matiello et al. (2007) sugerem a seleção de três a seis brotos por planta, variando de acordo com o espaçamento utilizado na lavoura. Após a seleção dos brotos, eliminam-se as novas brotações sempre que surgirem. Esse fato, atrelado ao manejo do mato (que aumenta devido à entrada de luz na área), tornam esse tipo de poda o mais oneroso entre os demais (Thomaziello e Pereira, 2008).

Cunha et al. (2008) relatam que a recepa deve ser recomendada somente quando não existir a possibilidade de aplicar outro tipo de poda, ou seja, lavouras atingidas por geadas, que perderam parte dos ramos plagiotrópicos nas posições mais baixas, com adensamento intenso, com fins de renovação da copa depauperada ou deformada, e para recuperação de lavouras que passaram por grande período sem manejo adequado, como estiagem. Matiello et al. (2007) ressaltam ainda que a recepa pode elevar a mortalidade das plantas, principalmente das mais debilitadas. A recepa deve ser realizada sempre após anos de safra alta, e imediatamente após a colheita, pois quanto mais cedo for realizada menos tempo levará para a lavoura retomar sua produtividade (Pereira, et al., 2007; Aguiar et al., 2014).

### 2.5.2 Esqueletamento

O esqueletamento consiste na eliminação do ápice da planta (desponte, que deve ser feito em alturas superiores a 1,70 m), seguido do corte dos ramos laterais a uma distância de 20 a 40 cm do ramo ortotrópico (Miguel et al., 1986; Mendes et al., 1995; Queiroz-Voltan et al., 2006). O desponte tem a finalidade de quebrar a dominância apical e favorecer o desenvolvimento dos ramos laterais das plantas. Porém, o esqueletamento pode ser realizado sem o corte do ápice da planta, principalmente em casos cuja produção do ponteiro para próxima safra é satisfatória (Matiello et al., 2007).

Para Thomaziello e Pereira (2008), esse tipo de poda é indicado para

lavouras adensadas e em vias de fechamento, pois, ela diminui o diâmetro da copa do cafeeiro e renova os ramos laterais. É indicada também para lavouras desgastadas pela idade, com perda de produção, atingidas por geada, sendo sua principal vantagem a recuperação relativamente rápida da planta, quando comparada com a recepa, havendo perda apenas de uma safra.

Nesse tipo de poda há exposição da haste principal ao sol, induzindo a emissão de ramos ladrões que devem ser eliminados pelas desbrotas a fim de garantir a produtividade e a longevidade da lavoura (Thomaziello e Pereira, 2008). Além disso, as plantas esqueletadas com elevada brotação ficam sujeitas ao ataque de algumas doenças, como a *Phoma/Aschochyta* e *Pseudomonas*; e também a injúrias provocadas por ventos frios e granizo. Dependendo da cultivar, há ainda a ocorrência de ferrugem logo após a brotação dos ramos podados, que apresenta incidência intensificada em lavouras adensadas (Matiello et al., 2007).

A grande desvantagem dessa poda está relacionada com a dificuldade operacional durante e após sua execução, principalmente quando as práticas são realizadas manualmente. As desbrotas que sucedem são difíceis de serem realizadas pela localização dos brotos na haste principal, fato que gera gastos excessivos. Além disso, nesse sistema de poda há formação de ramos plagiotrópicos bifurcados por ocasião da brotação das gemas terminais (local onde é realizado o corte). Esses ramos reduzem a eficiência da colheita manual, demandando maior mão de obra e tornando esse procedimento ainda mais oneroso (Matiello et al., 2007).

### 2.5.3 Decote

O decote é uma poda alta, que consiste na eliminação da parte superior da copa das plantas. É indicado para lavouras em vias de fechamento com boa ramificação lateral; para reduzir a altura das plantas, facilitar os tratamentos culturais e a colheita; corrigir deformações no ápice da planta; recuperar lavouras atingidas por geada cuja parte aérea foi a mais atingida, ou para reequilibrar a parte aérea e o sistema radicular. A principal desvantagem está no fato de essa prática ser provisória, resolvendo os problemas das lavouras por períodos relativamente curtos, quando comparado com os demais tipos de poda. (Matiello et al., 2007; Thomaziello, 2013).

O decote pode ser alto ou baixo. O alto, geralmente é feito entre 2 e 2,5 m

de altura, tem como principal finalidade a redução do tamanho das plantas, e é realizado quando a ramagem da copa apresenta-se em bom estado de desenvolvimento vegetativo. O decote baixo é realizado a uma altura de 1,0 a 1,8 m de altura, e é indicado para lavouras que precisam de recomposição da parte superior. Há maior perda de produção no primeiro ano de sua realização, porém o decote baixo apresenta efeito mais duradouro, sendo viável em longo prazo (Matiello et al., 2007; Thomaziello, 2013).

Toledo Filho et al. (2000) afirmam que o decote, além de manter a planta com altura mais adequada para colheita, força o crescimento dos ramos laterais e melhora as condições vegetativas da copa não ocasionando safra zero. Não é uma poda drástica, é menos onerosa que a recepa e não provoca perda significativa de produção (Matiello et al., 1993; Mendes et al., 1995). No entanto, Oliveira e Costa (2002), afirmam que esse tipo de poda não proporciona altas produtividades na cultivar Acaiá, sendo uma prática pouco viável e pouco indicada para lavouras de arábica.

O decote deve ser realizado após a colheita, de preferência, entre julho e agosto. Em regiões com riscos de geadas, deve ser realizado após o período com histórico da ocorrência. Além disso, é recomendável que a poda seja realizada após o ano de safra alta, pois, devido à bienalidade, a perspectiva é de baixa produção no ano seguinte (Thomaziello, 2013).

#### 2.5.4 Poda programada de ciclo

É um sistema de poda inovador e muito utilizado por produtores de café conilon do Espírito Santo. A grande difusão dessa poda se deu principalmente pela facilidade de entendimento e execução, além de ser eficaz no revigoramento e aumento de produtividade da lavoura, podendo ser empregada em pequenas e grandes áreas (Verdin Filho et al., 2008).

A PPC pode ser utilizada em lavouras novas e velhas, e consiste na introdução de 12.000 a 15.000 hastes ortotrópicas por hectare, através da seleção do número de hastes por planta em função do espaçamento.

Em lavouras novas, recomenda-se que durante os dois primeiros anos sejam realizadas desbrotas visando à seleção do número de hastes verticais indicado para a PPC. Essas hastes permanecerão nas plantas por três ou quatro colheitas, e a partir desse ponto, 50 a 75% das mesmas serão eliminadas. O



período em que as hastes irão permanecer nas plantas irá variar de acordo com vigor, potencial produtivo, crescimento das plantas, índice de fechamento da lavoura, entrada de luz, material genético, espaçamento e nível tecnológico empregado. Em lavouras velhas que nunca foram submetidas a esse tipo de poda, recomenda-se a eliminação de 50 a 75% das hastes verticais após a safra do ano que se pretende implantar a PPC (Verdin Filho et al., 2008).

As hastes a serem eliminadas devem ser cortadas em bixel a uma altura máxima de 25 cm. Preferencialmente, as hastes devem estar localizadas na parte central das plantas, induzindo a formação de plantas com arquitetura de “V”, manejo que irá permitir a entrada de luz no interior da planta, ocasionando fotodegradação da auxina presente no caule e promovendo a emissão de brotos vigorosos (Verdin Filho, 2011).

Após a eliminação do percentual de hastes indicado, procede-se a eliminação dos ramos plagiotrópicos que apresentaram 70% ou mais de sua capacidade de produção, e, concomitantemente, seleciona-se novos brotos que irão formar as hastes verticais para as próximas três ou quatro safras. Os brotos deverão ser selecionados quando apresentarem 5 a 12 cm de altura, (30 a 40 dias após a poda). Após a seleção desses brotos, deve ser eliminada toda nova brotação que surgir na planta (Verdin Filho, 2011).

No ano seguinte à realização da PPC, as hastes remanescentes serão colhidas e em seguida eliminadas, permanecendo nas plantas apenas os brotos selecionados no ano anterior. Nesse momento, a lavoura fica completamente renovada e apta para expressar todo seu potencial produtivo. Ela deve ser conduzida da mesma forma nos demais ciclos de produção (Verdin Filho et al., 2008).

A PPC apresenta várias vantagens quando comparadas ao sistema tradicional, dentre elas: aumento superior a 20% na produtividade média da lavoura; padronização do manejo da poda; redução de 32% do custo total de mão de obra no período de 10 safras; maior facilidade para realização de desbrota e dos tratos culturais; maior uniformidade de floração e maturação dos frutos, maior facilidade no controle de pragas e doenças; maior estabilidade de produção por ciclo; e melhor qualidade final do produto (Verdin Filho et al., 2008).

Além disso, a lavoura é totalmente recuperada sem necessidade de eliminação de toda parte aérea como ocorre na recepa, fato que provoca menores

danos às plantas e aumenta a produtividade da lavoura. Verdin Filho et al. (2010), comparando a PPC com a recepa em lavoura adulta de conilon, afirmam que a produtividade das plantas conduzidas na PPC pode ser maior em função do melhor desenvolvimento vegetativo das plantas nesse sistema de poda.

A PPC pode proporcionar maiores produtividades quando conduzida com maior número de hastes por planta em espaçamentos adensados, como verificado por Verdin Filho et al. (2014), que obtiveram incremento na produtividade do café conilon utilizando espaçamento adensado (2,0 x 1,0 m) e maior densidade de hastes (4 hastes por planta).

## 2.6 Qualidade dos grãos do cafeeiro

A qualidade do café tem grande influência em seu valor comercial. Para determinação da qualidade são realizadas classificações quanto ao tipo, ao tamanho, ao formato, à cor e à bebida de acordo com a Instrução normativa N° 8 de 11 de junho de 2003 (Brasil, 2003).

Na classificação quanto ao formato, os grãos são classificados em duas categorias: chato e moca. O grão chato tem uma face mais plana e a outra convexa, enquanto o grão moca tem o formato arredondado originário do desenvolvimento de uma única semente no fruto ocupando as duas lojas. Elevada quantidade de grãos moca é um indicativo de deficiência na fecundação, estando relacionado a problemas genéticos, fatores climáticos e nutrição. Na base e até no meio dos ramos produtivos, são obtidos frutos com maior tamanho e conseqüentemente maior porcentagem de grãos chatos. Já na ponta dos ramos, os grãos são menores e ocorre maior quantidade de grãos moca (Laviola et al., 2006). É importante a separação dos grãos pelo tamanho e formato para obtenção de uma torra uniforme.

A ocorrência de defeitos, principalmente grãos pretos, verdes e ardidos, deprecia a qualidade sensorial da bebida e está associada principalmente ao manejo inadequado na colheita e pós-colheita do café (França et al., 2005).

No grão, o espermoderma ou película prateada acompanha a maturação do fruto, passando da coloração verde para prateada nos frutos cereja. Quando o fruto é colhido ainda verde, a película se mantém de cor verde, embora o grão já tenha o aspecto semelhante a de um que já tenha completado seu desenvolvimento. Como conseqüências de uma colheita com alto percentual de

frutos verdes têm-se perda de peso e produção de bebida inferior, com alta adstringência (Rezende, 2013).

## 2.7 Sistema radicular do cafeeiro

Atualmente, há quatro recomendações de manejo de poda para o *Coffea arábica*: recepa, esqueletamento, decote baixo e alto (Matielo, 1995). Entretanto, essas técnicas são intervenções que podem ocasionar a redução do sistema radicular, maior intervalo entre colheitas e até a morte de plantas com diferentes intensidades de poda. Kumar et al. (2010), Gonçalves et al. (2014) e Souza et al. (2014), verificaram que a produtividade diminui com o aumento da intensidade de podas drásticas.

A poda da parte aérea das plantas ocasiona uma redução proporcional do sistema radicular, com redução de raízes finas, prejudicando a absorção de água e conseqüentemente nutrientes (DaMatta et al., 2007). Portanto, restrição hídrica no ano após a poda, as plantas jovens são mais vulneráveis ao déficit hídrico quando comparadas às plantas não podadas. A sensibilidade às restrições hídricas prejudica a retomada do crescimento vegetativo e o desenvolvimento (Nascimento et al., 2014).

Maior comprimento radicular promove maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, aumento da produção de biomassa (Wei e Zhou, 2006). Vários fatores ambientais podem influenciar a morfologia radicular. Esses fatores incluem estresse por metais pesados (Li et al., 2005), condições de umidade do solo (Davies e Bacon, 2003), temperatura e disponibilidade de nutrientes (Zhang et al., 2003) e poda (Alves et al. 2013).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FÍSICA DE FRUTOS DE CAFÉ ARÁBICA CONDUZIDO NA PODA PROGRAMADA DE CICLO

##### RESUMO

A poda programada de ciclo é uma técnica eficaz de revigoração adotada no cafeeiro conilon. É possível que essa técnica possa ser adotada no cafeeiro arábica. Portanto, alguns fatores devem ser estudados para verificar a viabilidade desta. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência da poda programada de ciclo na produtividade e na qualidade do fruto do cafeeiro arábica conduzido em diferentes densidades de hastes e manejos de retirada de ramos plagiotrópicos. O experimento foi conduzido a campo no delinamento em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro densidades de hastes (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes ha<sup>-1</sup>), dois manejos na retirada de ramos plagiotrópicos (retirada anual e bianual de ramos que apresentaram 70% ou mais da sua produção), com um tratamento adicional (poda tradicional). Avaliou-se a produtividade e a qualidade dos grãos (uniformidade de maturação e classificação por peneira). A produtividade, em

todos os tratamentos conduzidos com a poda programada de ciclo, exceto a densidade de 4.000 hastes  $\text{ha}^{-1}$ , foi superior à tradicional. A densidade de aproximadamente 12.000 hastes  $\text{ha}^{-1}$  proporcionou a maior produtividade (43,41 sc  $\text{ha}^{-1}$ ), uma produtividade bem superior à testemunha (27,43 sc  $\text{ha}^{-1}$ ). Pode ser empregada a retirada anual ou bianual de ramos plagiotrópicos que apresentaram 70% ou mais da sua produção sem prejuízos à produtividade. A poda programada de ciclo do café arábica não melhorou a qualidade dos frutos tanto na uniformidade de maturação quanto na classificação por peneira quando comparada à poda tradicional.

#### ABSTRACT

The programmed cycle pruning is an effective technique of reinvigoration adopted in conilon coffee. It is possible that this technique can be adopted in arabica coffee. Therefore, some factors should be studied to verify the viability of this. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of programmed cycle pruning on yield and fruit quality of arabica coffee, conducted at different root densities and management of plagiotropic branches. The experiment was conducted in the field in delinquent in randomized blocks with 4 replicates. The treatments were organized in a 4 x 2 factorial scheme, with four stem densities (4,000, 8,000, 12,000 and 16,000 stems  $\text{ha}^{-1}$ ), two treatments for the removal of plagiotropic branches (annual and biannual withdrawal of branches that presented 70% or more of its production), with an additional treatment (traditional pruning). The grain yield and quality (maturation uniformity and sieve classification) were evaluated. The productivity, in all the treatments conducted with the programmed cycle pruning, except for the density of 4,000 stems  $\text{ha}^{-1}$ , was superior to the traditional one. The density of approximately 12,000 stems  $\text{ha}^{-1}$  provided the highest productivity (43.41 sc  $\text{ha}^{-1}$ ), a productivity well above the control (27.43 sc  $\text{ha}^{-1}$ ). The annual or biannual withdrawal of plagiotropic branches which have produced 70% or more of their production without loss of productivity may be used. The programmed cycle pruning of the Arabica coffee did not

improve the quality of the fruits in the uniformity of maturation as well as in the classification by sieve when compared to the traditional pruning.

## INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos primários mais valorizados no comércio mundial, sendo uma das atividades agrícolas mais importantes para o Brasil. São cerca de 2,16 milhões de hectares destinados à cultura, com produção de 61,7 milhões de sacas beneficiadas de café para o ano de 2018 (CONAB, 2018).

O café arábica (*Coffea arabica*) corresponde a 80,7% da área plantada e aproximadamente 76% da produção total de café do País (CONAB, 2018). Porém, apesar de possuir alto potencial produtivo e ser o mais cultivado no Brasil, essa espécie apresenta baixa produtividade média quando comparada com café conilon (*Coffea canephora*), com a produtividade de 31,72 sacas por hectare no ano de 2018, enquanto a produtividade do café conilon foi de 38,59 sacas por hectare, neste ano a bienalidade foi positiva, em anos de bienalidade negativa a diferença de produtividade entre o café arábica e o conilon é maior (CONAB, 2018).

A baixa produtividade pode estar relacionada com o manejo que vem sendo empregado na cultura. Uma das práticas importantes no manejo é a poda, esta é responsável pela manutenção da capacidade produtiva; correção da arquitetura das plantas; controle de algumas doenças; aumento da longevidade da lavoura e redução da bienalidade de produção (Pereira et al., 2007; Japiassu et al., 2010).

Para o produtor, a produtividade é muito importante, pois pode ser diretamente proporcional ao lucro. Todas as técnicas que proporcionam aumento de qualidade e produtividade do produto devem ser implementadas. Portanto, é necessário o desenvolvimento de pesquisas cujos resultados possam subsidiar o produtor na adoção das mesmas (Rezende et al., 2010).

Além da produtividade, outro aspecto importante na cafeicultura é o preço de venda de mercado. A cotação do café no mercado é definida pela sua

qualidade, em que as principais características consideradas são tipo, cor, peneira e composição química. O ideal é colher o fruto no ponto cereja, onde apresenta a máxima qualidade. As perdas decorrentes da colheita dos frutos de café diferentes do estágio maduro variam proporcionalmente com a quantidade de frutos verdes, ou seja, quanto maior a porcentagem de frutos verdes colhidos, maiores as perdas (Menoli Sobrinho, 2001).

O desafio enfrentado pelos cafeicultores em relação à qualidade do café é a colheita de frutos em um mesmo estágio de maturação (fruto cereja), pois a uniformidade de maturação dos frutos é um dos fatores que influenciam a qualidade da bebida do café (Baitelle et al., 2016).

A classificação dos cafés por peneiras é importante para indicar o potencial produtivo das cultivares (Lopes et al., 2003), e possibilita maior uniformidade dos grãos quanto à presença de defeitos (Nasser et al., 2001). Além disso, ela favorece a homogeneização da massa de grãos durante a torração, o que resulta em ganhos na qualidade do produto pela preservação do sabor da bebida, pois, na torração de um café desuniforme, os grãos maiores torram mais lentamente do que os grãos menores, podendo os grãos menores ficarem carbonizados (Matiello et al., 2002; Custódio et al., 2007).

No cafeeiro conilon a poda mais eficaz é a poda programada de ciclo (PPC), esta consiste na manutenção de 12.000 a 15.000 hastes ortotrópicas ha<sup>-1</sup> e na dos retirados dos ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais da sua extensão, começando da base para o ápice (Verdin-Filho et al., 2016).

A PPC apresenta várias vantagens quando comparada aos sistemas tradicionais, com aumento superior a 20% na produtividade, não ocorrência de safra zero, maior uniformidade de floração e maturação dos frutos, melhor qualidade dos grãos, maior facilidade no controle de pragas e doenças, maior estabilidade de produção por ciclo; e redução do custo total de mão de obra (Verdin-Filho et al., 2008). Além disso, em cafeeiro arábica, Baitelle et al. (2018), observaram que a poda programada de ciclo é mais viável economicamente do que a poda tradicional por meio de recepa, para cafeicultura familiar que não dispõe de mecanização.

Acredita-se que, assim como ocorre no cafeeiro conilon, a poda programada de ciclo no cafeeiro arábica (PPCA) irá alterar a arquitetura e a fisiologia das plantas, reduzindo os fortes drenos da saia e proporcionando a

formação de plantas multicaulinares com ramos homoganeamente distribuídos. Com isso, a PPCA pode aumentar a produtividade das plantas e a qualidade do fruto em relação à poda tradicional.

Nesse contexto, objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar os aspectos produtivos e a qualidade física do fruto (uniformidade de maturação e classificação de peneira) da poda programada de ciclo no cafeeiro arábica, conduzido em diferentes densidades de hastes e manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no distrito de Alto Mutum Preto, município de Baixo Guandú, região noroeste do estado do Espírito Santo, a 634 m de altitude e coordenadas geográficas 19°21'44,32"S e 40°50'31,95"W. A lavoura experimental era formada pela cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, uma das mais cultivadas no Brasil, de maturação intermediária, com 12 anos de idade, cultivada no espaçamento de 2,5 m x 1,0 m e conduzida em condição de sequeiro. As adubações foram realizadas conforme as recomendações de Prezotti et al. (2007), e as práticas culturais foram conduzidas seguindo as recomendações de Ferrão et al. (2008).

No ano de 2013, após a colheita dos frutos, introduziu-se a poda programada de ciclo na lavoura, retirando-se 75% das hastes velhas, com intuito de promover entrada de luz na base da planta e proporcionar emissão de brotos vigorosos, seguindo o manejo da PPC utilizada no cafeeiro conilon (Verdin-Filho et al., 2008). A primeira desbrota foi executada aos 50 dias após a poda, de modo a selecionar o número de brotos respectivo ao número de hastes de cada tratamento. Realizou-se periodicamente a eliminação dos demais brotos que surgiram posteriores à seleção.

Após a colheita dos frutos no ano de 2014, foram retiradas as hastes remanescentes da poda de 2013, e a lavoura permaneceu somente com as brotações selecionadas anteriormente. Nessa etapa, a lavoura encontrava-se



totalmente renovada e capacitada a apresentar todo seu potencial produtivo, tendo a primeira produção das brotações programada para o ano de 2015.

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, as parcelas experimentais foram dispostas em linha e compostas por nove plantas úteis (Figura 1). Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x2 com um tratamento adicional; sendo a combinação de quatro densidades de hastes (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes ha<sup>-1</sup>) e dois manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos (limpeza anual e bianual de ramos que apresentaram 70% ou mais de sua produção total). O tratamento adicional (testemunha) representa a poda tradicional utilizada no manejo da cultura, em que se predomina uma haste por planta e ausência de limpeza de ramos plagiotrópicos, com posterior recepa após a perda de vigor das plantas (Tabela 1).

BLOCOS	TRATAMENTOS								
	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1
I	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●
II	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●
III	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●
IV	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●	●●●●●●●●

Figura 1 – Desenho experimental com a distribuição dos tratamentos.

Avaliou-se a produtividade de grãos, a uniformidade de maturação e a classificação por peneiras nas safras de 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2108. Os frutos da parcela útil, foram colhidos na peneira quando o percentual de frutos verdes foi inferior a 20% (Bártholo e Guimarães, 1997), pesados e usados nos cálculos de produtividade, que foi extrapolado para sacas beneficiadas por hectare. Depois se retirou uma amostra de 4 L dos frutos de café, a qual foi acondicionada em sacos plásticos, tipo rede e, diariamente, colocados para secar sobre uma estrutura de tela metálica até atingir umidade de 12%.

Tabela - 1. Descrição dos tratamentos combinando densidade de hastes e manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos, e do tratamento adicional (testemunha).

Tratamento	Limpeza de Ramos	Espaçamento	Número de hastes por planta	Densidade de hastes (hastes ha <sup>-1</sup> )
1	Anual	2,5 x 1,0 m	1	4.000
2	Anual	2,5 x 1,0 m	2	8.000
3	Anual	2,5 x 1,0 m	3	12.000
4	Anual	2,5 x 1,0 m	4	16.000
5	Bianual	2,5 x 1,0 m	1	4.000
6	Bianual	2,5 x 1,0 m	2	8.000
7	Bianual	2,5 x 1,0 m	3	12.000
8	Bianual	2,5 x 1,0 m	4	16.000
9 (Testemunha)	Ausente	2,5 x 1,0 m	1 a 2	4.000 a 8.000

Para a análise da uniformidade de maturação dos frutos, usou-se um volume de 100 mL da amostra de 4 L, fazendo-se a contagem de frutos verde, verde-cana, cereja e passa. Após a secagem, as amostras foram beneficiadas.

A classificação do café beneficiado grão cru quanto às peneiras foi realizada conforme preconiza a Instrução Normativa nº8, de 11 de junho de 2003 do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2003). Foram utilizadas as peneiras 17, 15 e 13 determinando-se o percentual retido em cada peneira. Posteriormente, esses percentuais foram separados da seguinte forma: peneiras de tamanho superior e igual a 17 ( $P \geq 17$ ), peneiras de tamanho inferior a 17 e superiores e iguais a 15 ( $P \geq 15$ ); peneiras de tamanho inferior a 15 e superiores e iguais a 13 ( $P \geq 13$ ) e peneiras de tamanho inferior a 13 (fundo).

Com os dados obtidos, foi feita a média das três avaliações e os dados foram submetidos à análise de normalidade e homocedasticidade, e posteriormente à análise de variância (ANOVA). Com relação aos fatores limpeza de ramos plagiotrópicos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para os efeitos do fator densidades de hastes, as variáveis foram estudadas por meio da análise de regressão. O tratamento adicional (testemunha) foi comparado através da decomposição da soma de quadrados dos tratamentos

em contrastes ortogonais, estabelecendo e testando o contraste entre a testemunha e os demais tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas através do software estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores estudados para nenhuma variável avaliada. Na tabela 2 encontram-se resumidamente os resultados do quadro de ANOVA, verifica-se que a uniformidade de maturação não foi influenciada pela densidade de hastes e nem pela limpeza de ramos.

Tanto os frutos verdes quanto os frutos secos são indesejáveis, pois estes reduzem a qualidade da bebida. Segundo Bártholo e Guimarães (1997), a quantidade ideal de frutos verdes na colheita é de no máximo 5%, sendo toleráveis até 20%, porém a maior quantidade destes frutos traz prejuízos na qualidade da bebida.

Este resultado pode estar relacionado à época de colheita, no presente trabalho, a colheita ocorreu somente quando a porcentagem de fruto verde foi inferior a 20%, e com isso apresentou uma alta porcentagem de frutos passa, refletindo assim na quantidade de frutos cereja. Esta falta de uniformidade pode ter sido ocasionada tanto por fatores intrínsecos da variedade como pelas condições climáticas da época de maturação dos frutos.

Nos três anos de avaliação da safra ocorreram temperaturas elevadas e escassez de chuva nos meses que antecederam a colheita, isso pode ter adiantado o processo de maturação dos frutos, ou seja, o fruto passou rapidamente do cereja para o fruto passa. Segundo Chagas et al. (2002), em regiões onde o período de colheita coincide com o período seco, há uma passagem mais rápida do estágio de grão cereja para o estágio parcialmente seco, diminuindo-se, assim, a quantidade de grãos maduros na colheita.

Outro fator que pode ter contribuído para a falta de uniformidade na colheita está relacionado com a característica da cultivar utilizada, visto que, Nogueira et al. (2005) relatam que o problema crucial das cultivares de cafeeiro, Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho, está relacionado principalmente, à uniformidade de maturação dos frutos, devido à característica de florescimento,

que em condições normais é em torno de cinco a seis, ou seja, maior que em outras cultivares como, por exemplo, Mundo Novo, que é, em média, três floradas. Para as variáveis peneira e produtividade de grãos verificou-se efeito significativo apenas para o fator densidade de hastes (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo do Quadro de Anova

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)								Produtividade
		Peneiras			Uniformidade de Maturação					
		P17	P15	P13	Fundo	Verde	Verde-cana	Cereja	Passa	
Bloco	3	26,38	32,72	22,22*	0,39	7,34	103,18**	10,26*	268,94**	81,19**
Densidade de hastes (DH)	3	50,75*	58,71*	27,82*	8,31*	25,62	23,95	0,32	34,21	579,92**
Limpeza de Ramos (LR)	1	34,1	52,02	0,91	2,74	14,14	46,18	4,01	52,56	14,65
DH*LR	3	39,67	43,15	0,27	1,02	7,89	46,56	5,99	34,28	14,23
Fatorial*Testemunha	1	51,56*	61,21*	25,39*	9,87*	11,02	41,28	3,21	25,79	164,80**
Resíduo	24	17,24	19,42	7,01	1,56	10,25	20,84	2,64	44,65	16,66
Média Geral	-	34,31	47,48	14,79	3,42	19,24	26,11	8,45	46,2	35,6
CV (%)	-	12,9	9,29	17,9	36,43	16,66	17,31	19,23	14,44	11,48

\*\* , \* significativo em 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente pelo teste F. GL: Grau de liberdade. CV: Coeficiente de variação.

Para a variável produtividade, a média das três safras apresentou comportamento polinomial quadrático na análise de regressão. Observa-se que a densidade de hastes estimada que apresentou maior produtividade (cerca de 43,41 sc ha<sup>-1</sup>) foi de aproximadamente 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 36,8% na produtividade quando comparado com a testemunha (27,43 sc ha<sup>-1</sup>). Entre os tratamentos com a poda programada de ciclo, a densidade de 4.000 hastes ha<sup>-1</sup> proporcionou a menor produtividade (23,19 sc ha<sup>-1</sup>) (Figura 2). Demonstrando que quando não ocorre um adensamento de hastes por hectare, não é indicado fazer a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, pois com a retirada destes, ocorre uma redução da quantidade de ramos plagiotrópicos produtivos por hectare, reduzindo assim a produção.

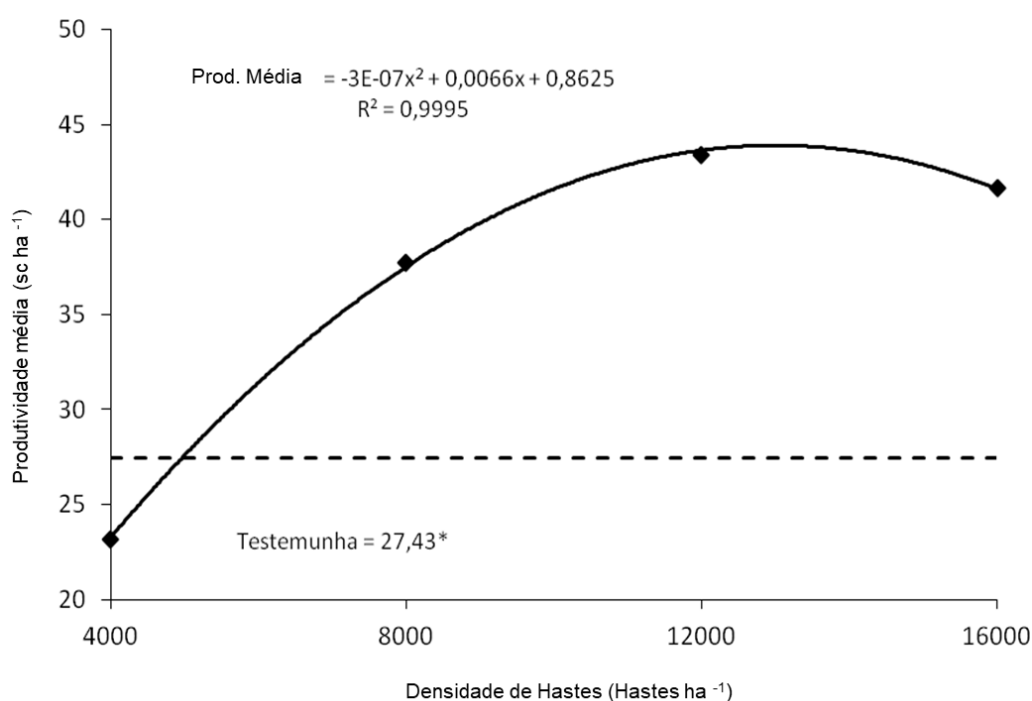


Figura 2 – Produtividade do cafeeiro arábica conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes e da testemunha a média das três safras.

Resultados semelhantes foram encontrados por (Verdin-Filho et al., 2014), os quais observaram em café conilon utilizando a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes, um maior número de hastes por planta, ou seja, uma maior densidade de hastes ha<sup>-1</sup> tende a aumentar a produtividade,

enquanto as menores densidades de hastes propiciaram rendimentos mais baixos. Observa-se na figura 2 que houve a tendência de decréscimo de produtividade quando a densidade ultrapassou as 12.000 hastes  $ha^{-1}$ , acredita-se que no tratamento de 16.000 hastes ocorreu a competição principalmente por luz, acarretando na redução da taxa fotossintética, afetando assim a produtividade.

Segundo Godoy et al. (2017), o adensamento provoca mudanças de ordem produtiva, fisiológica e morfológica nas plantas de café arábica. Esse fato também pode ocorrer quando ocorre um adensamento do número de hastes na área.

Uma das vantagens do adensamento é o aumento da produtividade por área, principalmente nas primeiras colheitas, no entanto, quando se adensa demais pode ocorrer maior competição entre plantas por água, luz e nutrientes (Pereira et al., 2013; Andrade et al., 2014).

Quanto à variável peneira superior e igual a 17, observou-se que a testemunha foi superior aos tratamentos na poda programada. Entre os tratamentos da PPC, observou-se pouca variação entre as densidades de hastes para a peneira superior e igual a 17 (Figura 3).

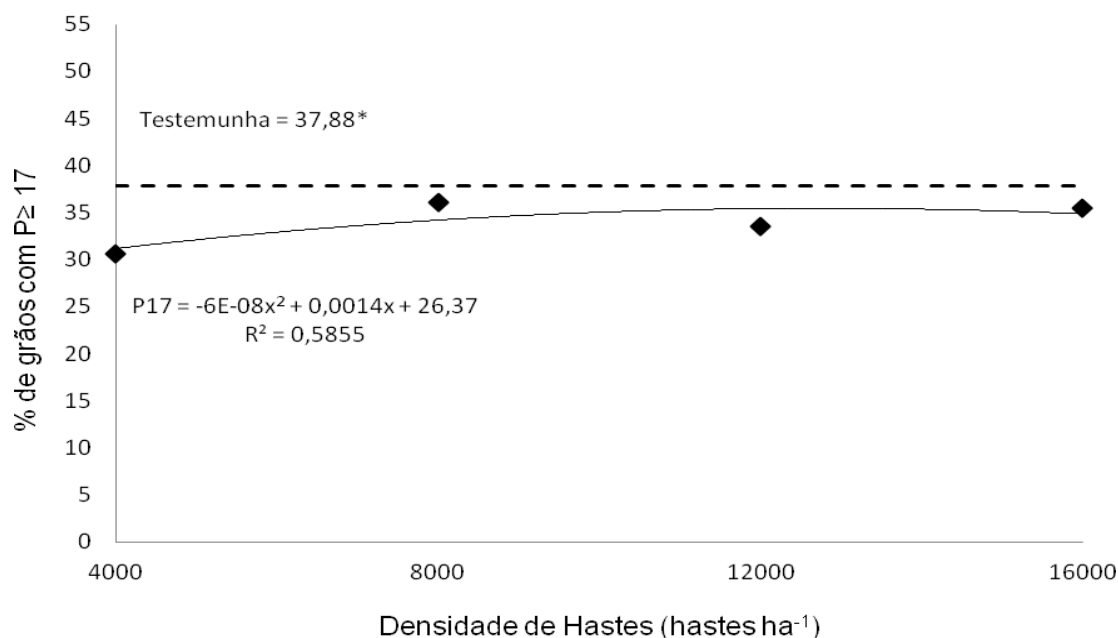


Figura 3 - Porcentagem de grãos do cafeeiro arábica conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes e da testemunha classificados por peneira maior e igual a 17.

O fato de a testemunha apresentar maior porcentagem de grãos com maior tamanho pode ter ocorrido em função dos frutos e os grãos de café serem maiores quando as condições de cultivo são favoráveis, como, por exemplo em plantas com menor carga (reduzido número de frutos por roseta), onde há certa compensação no tamanho dos grãos, pois durante a fase reprodutiva do cafeeiro, os frutos constituem o dreno preferencial em relação aos outros órgãos da planta na partição, onde concorrem também entre si pelos fotossintatos (Matiello et al., 2002). Na peneira menor que 17 e maior e igual a 15 o tratamento com 12.000 hastes  $\text{ha}^{-1}$  foi o melhor apresentando 51,43% dos seus frutos (Figura 4).

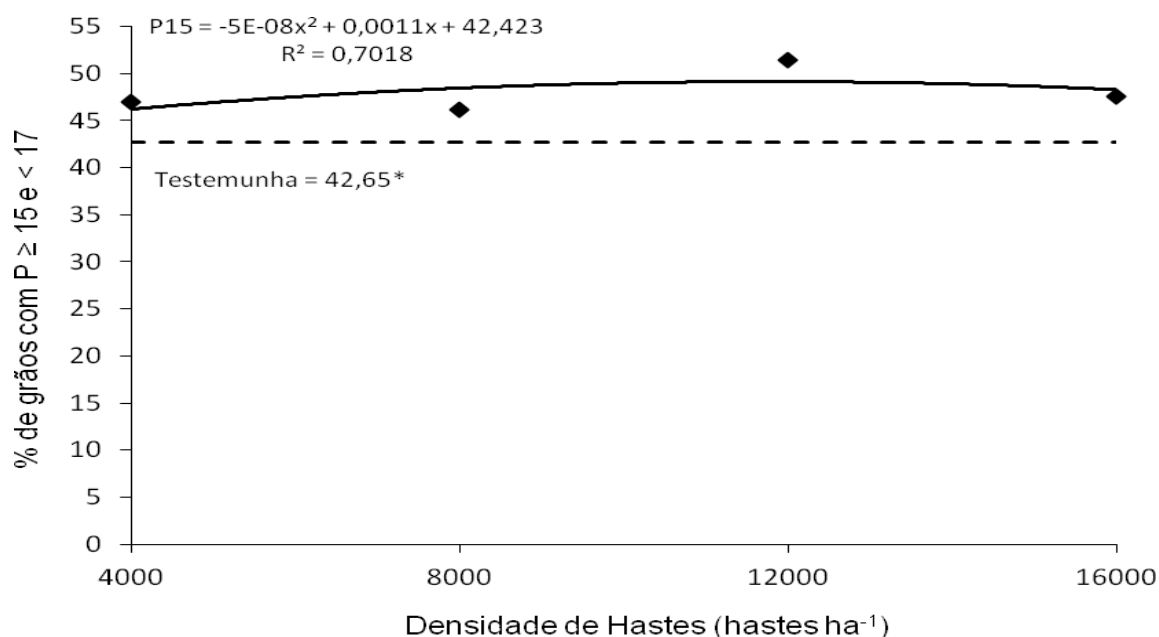


Figura 4 – Porcentagem de grãos do cafeeiro arábica conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes e da testemunha classificados por peneira menor que 17 e maior e igual a 15.

Porém, tanto na peneira menor que 15 e maior e igual a 13, quanto na menor que 13 o tratamento com 4.000 hastes  $\text{ha}^{-1}$  apresentou maior porcentagem, 17,53 e 4,93, respectivamente (Figuras 5 e 6).



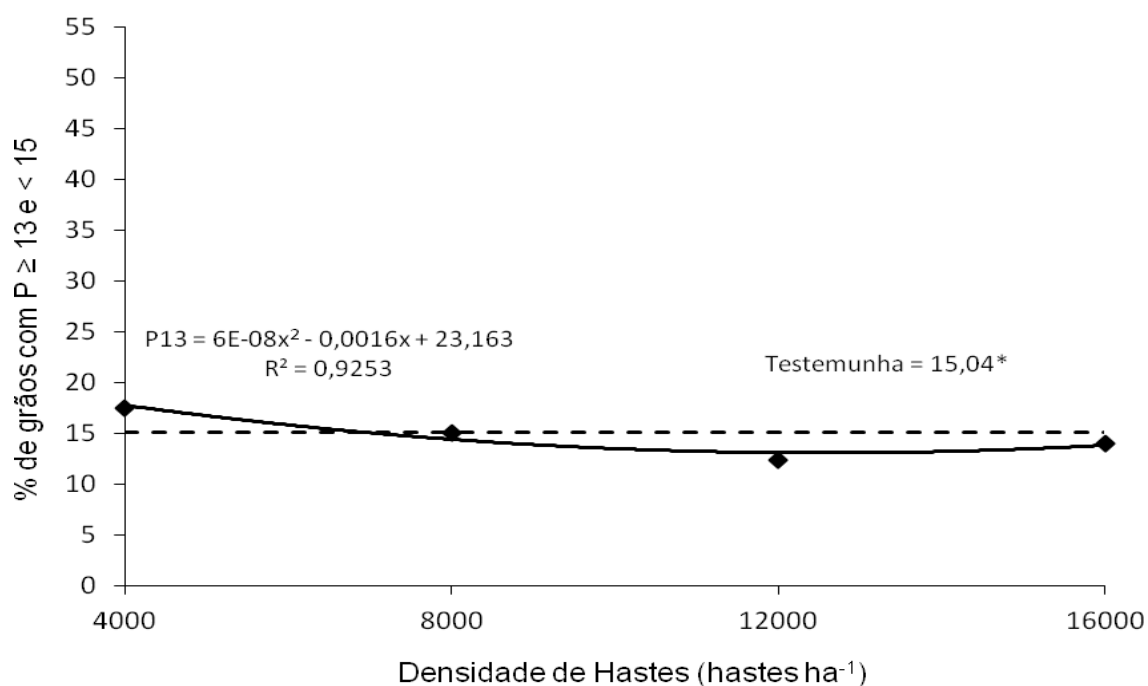


Figura 5 – Porcentagem de grãos do café arábica conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes e da testemunha classificados por peneira menor que 15 e maior ou igual a 13.

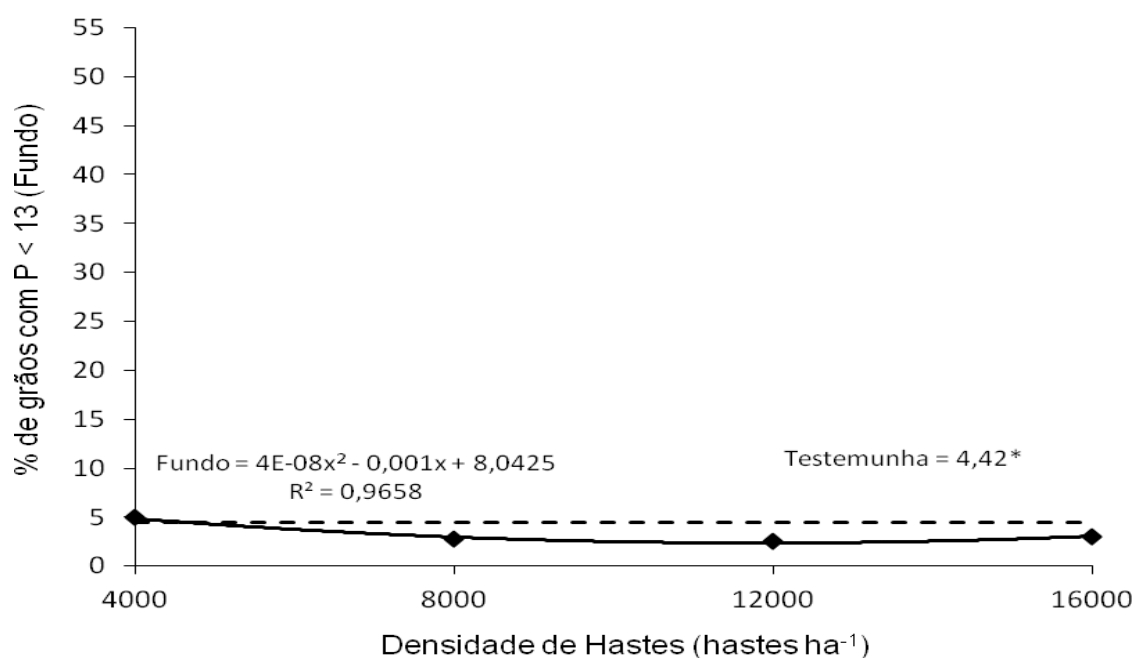


Figura 6. Porcentagem de grãos do café arábica conduzido com a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes e da testemunha classificados por peneira menor que 13 (Fundo).

Fato que leva a entender que a poda programada de ciclo não interferiu na qualidade do fruto do café arábica e conseqüentemente também não agregou valor ao produto final. Pois, (Laviola et al., 2006) disseram que os cafés de maior peneira, associados a outros aspectos de boa qualidade, geralmente apresentam maior valor no mercado.

## CONCLUSÃO

A poda programada de ciclo do café arábica com a densidade de 12.000 hastes ha<sup>-1</sup> apresentou um aumento de 36,8% na produtividade em relação à poda tradicional.

Quando não há um adensamento de hastes, não é recomendada a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais.

Pode ser empregada a limpeza anual ou bianual de ramos plagiotrópicos que apresentaram 70% ou mais da sua produção sem prejuízos à produtividade, recomendando assim, a limpeza bianual, devido à redução da mão de obra.

A poda programada de ciclo do café arábica não interferiu na qualidade dos frutos tanto na uniformidade de maturação quanto na classificação por peneira quando comparada à poda tradicional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, W. E. B, Guimarães, P. T. G., Faquin, V., Guimarães, R. J. (2014). Produtividade do cafeeiro arábica em condições de adensamento, no noroeste Fluminense. *Coffee Science*, 9(1): 90-101.

Baitelle, D. C.; Freitas, S. J.; Vieira, K. M.; Meneghelli, C. M.; Verdin Filho, A. C.; Baroni, D. F.; Ponciano, N. J.; Souza, P. M. (2018). Feasibility and Economic Risk of Programmed Pruning Cycle in Arabic Coffee. *Journal of experimental agriculture international*, 21(4):1-9.

- Baitelle, D. C.; Miranda, G. B.; Verdin Filho, A. C.; Freitas, S. J.; Vieira, K. M.; Baroni, D. F. (2016). Uniformidade de maturação do café arábica em função da poda programada de ciclo. *In: 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2016, Serra Negra - SP. 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras - Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia.* p. 463-464.
- Bártholo, G. F.; Guimarães, P. T. G. (1997). Cuidados na colheita e preparo do café. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 18(187): 33-42.*
- Brasil. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003). *Instrução Normativa nº8, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru.* Brasília, 12 p.
- Chagas, S. J. R.; Pozza, A. A. A.; Guimarães, M. J. C. L. (2002). Aspectos da colheita, preparo e qualidade do café orgânico. *Informe Agropecuário, 23(), p. 127-135.*
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2018). *Acomp. Safra bras. café. Safra 2018. Primeiro Levantamento.* Brasília, 72p., vol. 5, n.1, jan. 2018. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br//infoagro/safras/cafeC:/Users/Pessoal/Downloads/BoletimZCafeZjaneiroZ2019\\_1.pdf](http://www.conab.gov.br//infoagro/safras/cafeC:/Users/Pessoal/Downloads/BoletimZCafeZjaneiroZ2019_1.pdf)> Acesso em: 14/02/2019.
- Custódio, A. A. P.; Gomes, N. M.; Lima, L. A. (2007). Efeito da irrigação sobre a classificação do café. *Engenharia Agrícola, 27(3): 691-701.*
- Ferrão, M. A. G.; Ferrão, R. G.; Fornazier, M. J.; Prezotti, L. C.; Fonseca, A. F. A.; Alixandre, F. T.; Costa, H.; Rocha, A. C.; Moreli, A. P.; Martins, A. G.; Riva-Souza, E. M.; Araujo, J. B.; Ventura, J. A.; Castro, L. L. F.; Guarçoni, R. C. (2008). *Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoração das lavouras no estado do Espírito Santo (1ª edição).* DCM - Incaper, Vitória - ES. Circular Técnica nº 05, 56p.

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

Godoy, C. V. C.; Gonçalves, D. M.; Paulo, L.; Mendonça, S.; Ronchi, C. P. (2017). Alterações morfológicas da copa do cafeeiro arábica em resposta à variação do espaçamento na linha de plantio. *Anais do XIX Simpósio brasileiro de pesquisa em cafeicultura irrigada*. Araguari. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola - SBEA,. 8p.

Japiassú, L. B.; Garcia, A. L. A.; Guimarães, R. J.; Padilha, L.; Carvalho, C. H. S. (2010). Ciclos de poda e adubação nitrogenada em lavouras cafeeiras conduzidas no sistema “safra zero”. *Coffee Science*, 5(1):28-37.

Laviola, B. G.; Mauri, A. L.; Martinez, H. E. P.; Araújo, E. F. (2006) Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho. *Coffee Science*, 1(1):36-42.

Lopes, L. M. V.; Pereira, R. G. F. A.; Mendonça, J. M. A.; Garcia, A. W. R. (2003). Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. através da classificação por peneira. *Anais do Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil e workshop internacional de café & saúde*, 3., 2003, Porto Seguro. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 220-221.

Matiello, J. B.; Santinato, R.; Garcia, A. W. R.; Almeida, S. R.; Fernandes, D. R. (2002). *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 387 p.

Menoli Sobrinho, N. (2001). *Como Evitar Perdas na Colheita do Café* – Instituto EMATER – Grandes Rios-PR.

Nasser, P. P.; Chalfoun, S. M.; Mercer, J. R.; Chalfoun, I. (2001). Influência da separação de café (*Coffea arabica* L.) de acordo com o tamanho sobre o

espectro de coloração dos grãos. *Anais do Simpósio brasileiro de pesquisa dos cafés do Brasil*, 2001, Vitória. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 924-929.

Nogueira, Â. M.; Carvalho, S. P. ; Bartholo, G. F. ; Mendes, A. N. G. . (2005). Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho plantadas individualmente e em combinações. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n.01, p. 18-26.

Pereira, S. P., Baliza, D. P., Santos, M. O., Alves, J. D., Guimarães, R. J. (2013). Influência do espaçamento de cultivo em duas épocas de poda nos teores caulinares de carboidratos em cafeeiros. *Coffee Science*, Lavras, 8(4): 460- 468.

Pereira, S. P., Guimarães, R. J., Bartholo, G. F., Guimarães, P. T. G., Alves, J. D. (2007). Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência e agrotecnologia*, 31(1): 643-649.

Prezotti, L. C., Gomes, J. A., Dadalto, G. G., Oliveira, J. D. (2007). *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo*. 5. ed. Vitória: SEEA/Incaper/CEDAGRO. 305p.

Rezende, F. C., Arantes, K. R., Oliveira, S. R., Faria, M. A. (2010). Cafeeiro recepado e irrigado em diferentes épocas: Produtividade e qualidade. *Coffee Science*, Lavras, v. 5, n. 3, p. 229-237, set./dez.

Verdin Filho, A. C., Silveira, J. S. M., Volpi, P. S., Fonseca, A. F., Ferrão, M. A. G., Ferrão, R. G., Martins, A. G., Lani, J. A., Silveira, T. B., Comério, F. (2008). *Poda Programada de Ciclo para o Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2ª ed. (Documento nº163). Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER\\_PODA\\_CAFE\\_CONILON.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER_PODA_CAFE_CONILON.pdf)> Acesso em: 08/02/2018.

Verdin-Filho, A. C., Tomaz, M. A., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A. D., Rodrigues, W. N. (2014). Conilon coffee yield using the programmed

pruning cycle and Different cultivation densities. *Coffee Science*, 9(4): 489-494.

Verdi Filho, A. C., Volpi, P. S., Ferrão, M. A. G., Ferrão, R. G., Mauri, A. L., Fonseca, A. F. A., Tristão, F. A, Andrade Júnior, S. D. (2016). New management technology for arabica coffee: the cyclic pruning program for arabica coffee. *Coffee Science*,11(4):475-483.

Verdin Filho, A. C.; Volpi, P. S.; Ferrão, R. G.; Tomaz, M. A.; Rodrigues, W. N.; Colodetti, T. V.; Fonseca, A. F. A.; Ferrão, M. A. G.; Tristão, F. A. (2018). Maior proporção de café cereja na colheita em lavouras conduzidas com a poda programada de ciclo em cafeeiro arábica. *Anais do Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras*, 2018, Franca - SP. Nosso café, melhorando desde o pé. Brasília, DF. Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1. p. 100-10.

### 3.2 SISTEMA RADICULAR DO CAFÉ ARÁBICA CONDUZIDO NA PODA PROGRAMADA DE CICLO

#### RESUMO

O cafeeiro é uma planta de crescimento contínuo, à medida que envelhece diminuem seu vigor e potencial produtivo. Neste sentido, a poda é uma prática utilizada para a manutenção da capacidade produtiva e a recuperação de plantas depauperada. Porém, as podas mais utilizadas no café arábica são consideradas drásticas, onde ocorre a redução de boa parte do sistema radicular, diminuindo assim a absorção de água e nutrientes. A poda programada de ciclo é uma técnica eficaz de revigoração adotada no cafeeiro conilon. É possível que essa técnica possa ser adotada no cafeeiro arábica alterando a arquitetura e fisiologia das plantas, reduzindo a morte do sistema radicular, promovendo a emissão de brotos vigorosos e recuperando a capacidade produtiva do cafezal mais rápido. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o sistema radicular de café arábica conduzido na poda programada de ciclo, com diferentes densidades de hastes e manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos. O experimento foi conduzido a campo no delineamento em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro densidades de hastes (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes ha<sup>-1</sup>), dois manejos

na retirada de ramos plagiotrópicos (retirada anual e bianual de ramos que apresentaram 70% ou mais da sua produção), com um tratamento adicional (poda tradicional). As raízes foram coletadas nos anos 2016 e 2017 com o auxílio de trado em aço de 100 mm de diâmetro. Foram retidas amostras a 30 cm de distância do caule da planta e em duas profundidades 0-10 e 10-20 cm dos quatro quadrantes da planta totalizando 8 amostras por planta, a primeira coleta foi realizada antes de efetuar a poda, sendo realizada em uma planta por tratamento, com quatro blocos. A segunda avaliação foi realizada 90 dias após a realização da poda nas mesmas condições da avaliação anterior. Avaliou-se o diâmetro médio das raízes (mm), o volume (cm<sup>3</sup>), o comprimento (cm) e a área de superfície (cm<sup>2</sup>), estas foram separadas em quatro categorias permitindo uma avaliação qualitativa. Os resultados mostraram que a retirada anual e bianual de ramos plagiotrópicos, não alterou o diâmetro médio, o comprimento com diâmetro maior ou igual a 2 milímetros, a área superficial com diâmetro maior e igual a 1 milímetro e o volume das raízes, quando comparadas com a testemunha. Por outro lado, a retirada de ramos plagiotrópicos, causou uma redução do comprimento e da área superficial das raízes finas, porém quando se utiliza densidades de hastes igual ou superior a 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, a partir da segunda colheita ocorre um aumento destas raízes finas e absorventes. Isso mostra que a poda programada de ciclo é uma poda considerada não drástica.

## ABSTRACT

The coffee is a plant of continuous growth, as they grow older they will diminish their vigor and productive potential, the pruning is a practice used for the maintenance of the productive capacity and the recovery of depleted plants. However, the most used prunings in Arabica coffee are considered drastic, where a good part of the root system is reduced, thus reducing the absorption of water and nutrients. The programmed cycle pruning is an effective technique of reinvigoration adopted in conilon coffee. It is possible that this technique can be adopted in arabica coffee, altering the architecture and physiology of the plants, reducing the death of the root system, promoting the emission of vigorous shoots



and recovering the productive capacity of the fastest coffee. In this context, the objective was to evaluate the root system of the coffee trees conducted in the programmed cycle pruning in the Arabica coffee, in different densities of stems and cleaning maneuvers of plagiotropic branches. The experiment was conducted in the field in delinquent in randomized blocks with 4 replicates. The treatments were organized in a 4 x 2 factorial scheme, with four stem densities (4,000, 8,000, 12,000 and 16,000 stems ha<sup>-1</sup>), two treatments for the removal of plagiotropic branches (annual and biannual removal of branches that presented 70% or more of its production), with an additional treatment (traditional pruning). The roots were collected in the years 2016 and 2017 with the aid of steel wire of 100 mm diameter. Samples were kept 30 cm away from the plant stem and at two depths 0-10 and 10-20 cm from the four quadrants of the plant totaling 8 samples per plant, the first collection was performed before pruning, being performed in a plant per treatment, with four blocks. The second evaluation was performed 90 days after pruning under the same conditions of the previous evaluation. The mean diameter of the roots (mm), volume (cm<sup>3</sup>), length (cm) and surface area (cm<sup>2</sup>) were determined, which were separated into four categories allowing a qualitative evaluation. The results showed that the annual and biannual removal of plagiotropic branches that produced 70% or more in plants conducted in the programmed cycle pruning of arabic coffee, with different stem densities ha<sup>-1</sup>, did not alter the mean root diameter, root length with a diameter greater than or equal to 2 millimeters, the surface area of roots with a diameter greater than and equal to 1 millimeter and the volume of the roots, when compared to the control. And that the removal of plagiotropic branches that produced 70% or more causes reduction of the length and surface area of the fine roots, but when using stem densities of 12,000 stems ha<sup>-1</sup> or higher, from the second crop an increase of these fine and absorbent roots. Showing that the programmed pruning cycle is a pruning considered not drastic.

## INTRODUÇÃO

A condução do cafeeiro abrange um elevado número de práticas

realizadas durante o ano, descritas detalhadamente por alguns autores (Araujo et al., 2012; Serafim et al., 2013). Um dos pontos essenciais para que a cafeicultura se torne economicamente viável é obter informações seguras e que possam ser aplicadas nas lavouras.

O cafeeiro é um arbusto de crescimento contínuo, com dimorfismo caracterizado pela formação de hastes ortotrópicas no sentido vertical e ramos plagiotrópicos na horizontal (Thomaziello e Pereira, 2008). Estes órgãos, à medida que envelhecem diminuem seu vigor e potencial produtivo. A poda é uma ferramenta prática fácil de ser entendida e bem aceita pelos cafeicultores, para a manutenção da capacidade produtiva, correção de problemas relacionados à arquitetura das plantas, controle de severidade de doenças, recuperação das plantas depauperadas, ou ainda, para a diminuição da alternância de produção (Japiassu et al., 2010; Pereira et al., 2013; Queiroz-Voltan et al., 2006; Silva et al., 2016; Verdin-Filho et al., 2014).

Atualmente, os tipos de poda mais utilizados são a “recepa”, o “esqueletamento” e o “decote”. “Recepa” é a poda mais drástica, removendo quase todas as partes aéreas de café, com corte feito entre 40 a 60 cm acima do solo. “Esqueletamento” consiste na eliminação de grande parte dos ramos plagiotrópicos, a cerca de 40 cm do ramo ortotrópico. Esta técnica de manejo reduz grande porção do sistema radicular, que será recuperado à medida que a brotação da parte aérea se intensificar, de maneira que a recuperação da produção de um cafezal submetido ao esqueletamento é de dois anos (Garcia et al., 2010). “Decote” é uma poda que elimina o ápice da planta, com alturas que geralmente variam de 1,60 a 2,60 metros ao nível do solo.

A maioria dessas técnicas causa efeitos drásticos sobre as plantas que podem levar à redução do sistema radicular e maior tempo de recuperação antes de uma nova produção ou mesmo à morte, em alguns casos. Alguns autores, testando diferentes intensidades de poda (Kumar et al., 2010; Gonçalves et al., 2014; Souza et al., 2014), observaram que o rendimento da colheita diminui com o aumento da intensidade de poda drástica. Morte radicular também foi encontrada por Miguel et al. (1984), onde plantas que sofreram poda do tipo recepa, esqueletamento e decote tiveram, respectivamente 84%, 83%, 23% de morte das raízes.

A poda da parte aérea promove redução proporcional do sistema radicular

dos cafeeiros, com morte, principalmente, das raízes mais finas, o que diminui a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas (DaMatta et al., 2007). Portanto, após a poda as plantas jovens são mais vulneráveis ao déficit hídrico quando comparadas às plantas não podadas. A sensibilidade às restrições hídricas prejudica a retomada do crescimento vegetativo e do desenvolvimento (Nascimento et al., 2014).

O maior comprimento radicular promove maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, aumento da produção de biomassa (Wei e Zhou, 2006). Vários fatores ambientais podem influenciar a morfologia radicular. Esses fatores incluem estresse por metais pesados (Li et al., 2005), condições de umidade do solo (Davies e Bacon, 2003), temperatura, disponibilidade de nutrientes (Zhang et al., 2003) e a poda (Alves et al., 2013).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas envolvem uma complexa relação entre parte aérea e sistema radicular. Os fotoassimilados, produzidos na parte aérea durante o processo de fotossíntese, são translocados para toda a planta, a fim de suprir a demanda de energia responsável pela formação de novos tecidos. Ramos, frutos, flores são produzidos às custas desta energia (Livrimento et al., 2007). Parte desta energia é também translocada para o sistema radicular não só para ser utilizado na formação de novas raízes, mas também na manutenção do sistema radicular já existente. Esta coordenação na divisão de fotoassimilados durante o processo de crescimento garante um balanço entre parte aérea e sistema radicular (Alves e Livramento, 2003).

A PPC é um tipo de poda muito utilizada no café conilon, uma vez que ela melhora a uniformidade de floração e maturação dos frutos, melhora a qualidade final do produto, aumenta a produtividade, além de ser considerada uma poda não drástica e proporcionar o revigoramento da lavoura sem ocorrência de safra zero. Além disso, é bem aceita pelos cafeicultores, fácil de ser realizada e favorece a execução de práticas culturais, como a colheita e a adubação, reduzindo a mão de obra (Verdin Filho et al., 2008).

Acredita-se que, assim como ocorre no cafeeiro conilon, a poda programada de ciclo no cafeeiro arábica (PPCA) irá alterar a arquitetura e fisiologia das plantas, reduzindo a morte do sistema radicular, promovendo a emissão de brotos vigorosos e recuperando a capacidade produtiva do cafezal mais rápido.

Nesse contexto, objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar características-chave do sistema radicular de cafeeiros arábica conduzidos na poda programada de ciclo, com diferentes densidades de hastes e manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no distrito de Alto Mutum Preto, município de Baixo Guandú, região noroeste do estado do Espírito Santo, a 634 m de altitude e coordenadas geográficas 19°21'44,32"S e 40°50'31,95"W. A lavoura experimental era formada pela cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, de maturação tardia, com 12 anos de idade, cultivada no espaçamento de 2,5 m x 1,0 m e conduzida em condição de sequeiro.

No ano de 2013, após a colheita dos frutos, introduziu-se a poda programada de ciclo na lavoura, retirando-se 75% das hastes velhas, com intuito de promover entrada de luz na base da planta e proporcionar emissão de brotos vigorosos, seguindo o manejo da PPC utilizada no cafeeiro conilon (Verdin-Filho et al., 2008). A primeira desbrota foi executada aos 50 dias após a poda, de modo a selecionar o número de brotos respectivo ao número de hastes de cada tratamento. Realizou-se periodicamente a eliminação dos demais brotos que surgiram posteriores à seleção.

Após a colheita dos frutos no ano de 2014, foram retiradas as hastes remanescentes da poda de 2013, e a lavoura permaneceu somente com as brotações selecionadas anteriormente. Nessa etapa, a lavoura encontrava-se totalmente renovada e capacitada a apresentar todo seu potencial produtivo, tendo a primeira produção das brotações programada para o ano de 2015.

As raízes foram coletadas nos anos 2016 e 2017 com o auxílio de trado em aço de 100 mm de diâmetro com 60 cm de comprimento e marreta de cinco quilos. Foram retidas amostras a 30 cm de distância do caule da planta e em duas profundidades 0-10 e 10-20 cm dos quatro quadrantes da planta totalizando 8 amostras por planta, pois a maioria dos trabalhos como os de Rena e Guimarães (2000), Partelli et al. (2006) e Silva e Martins (2010), mostra que grande parte do sistema radicular do cafeeiro se encontra na camada de 0-20 cm. A primeira

coleta foi realizada com o intuito de caracterizar o sistema radicular antes de efetuar a poda, sendo que o procedimento foi realizado em uma planta por tratamento, com quatro blocos. A segunda avaliação foi realizada 90 dias após a realização da poda nas mesmas condições da avaliação anterior.

Cada ponto amostrado foi identificado e individualizado em sacos plásticos no campo. Esse material foi acondicionado em baldes de dois quilos com água por três minutos para facilitar a retirada das raízes da amostra. Em seguida, sobre uma peneira de 20 mesh, foram lavadas as raízes de cada amostra e acondicionadas em sacos plásticos de 15 x 20 cm, em álcool 70% e armazenadas em freezer com temperatura a  $-6^{\circ}\text{C}$ .

As amostras foram levadas a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), e digitalizadas com o auxílio de um scanner Epson 11000 XL, com resolução de 400 dpi. As raízes foram dispostas em quatro cubetas de acrílico de 15 cm de largura por 20 cm de comprimento, com uma lâmina de água de aproximadamente 15 mm, o que permitiu a aquisição das imagens de raízes sem ruídos. Essas imagens foram processadas com uso do WinRhizo Pro Software 2007 a (Régent Instr. Inc.). Foram determinados volume (V) em  $\text{cm}^3$ , comprimento (C) em mm, área de superfície (AS) em  $\text{cm}^2$  e diâmetro total (mm). Todas as variáveis acima, exceto o diâmetro total, foram separadas em quatro categorias permitindo uma avaliação qualitativa.

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial triplo 4x2x4 com um tratamento adicional; sendo a combinação de quatro densidades de hastes (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes  $\text{ha}^{-1}$ ), dois manejos de limpeza de ramos plagiotrópicos (limpeza anual e bianual de ramos que apresentaram 70% ou mais de sua produção total) e quatro épocas de avaliação (avaliação 1 realizada antes da poda no ano de 2016, avaliação 2 realizada 90 dias após a poda no ano de 2016, avaliação 3 realizada antes da poda no ano de 2017 e avaliação 4 realizada 90 dias após a poda no ano de 2017) . O tratamento adicional (testemunha) representa a poda tradicional utilizada no manejo da cultura, em que se predomina uma haste por planta e ausência de limpeza de ramos plagiotrópicos, com posterior recepa após a perda de vigor das plantas.

Os dados foram submetidos à análise normalidade e homocedasticidade, e posteriormente à análise de variância (ANOVA). Com relação aos fatores

limpeza de ramos plagiotrópicos e época de avaliação as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para os efeitos do fator densidade de hastes, as variáveis foram estudadas por meio da análise de regressão. O tratamento adicional (testemunha) foi comparado através da decomposição da soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais, estabelecendo e testando o contraste entre a testemunha e os demais tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas através do software estatístico SAEG 9.1 (UFV, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisou-se o volume das raízes de plantas de café arábica divididas em quatro categorias em função do diâmetro (menor que 1 mm; maior e igual a 1 e menor que 2 mm; maior e igual a 2 e menor que 3 mm e maior e igual a 3 mm), constatou-se que os tratamentos fatoriais não foram diferentes da testemunha para as quatro categorias (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo do Quadro de ANOVA para a variável volume do sistema radicular

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)			
		Volume (cm <sup>3</sup> )			
		V<1	1<V<2	2<V<3	V>3
Bloco	3	0,056	0,065	0,012	1,861
Época (E)	3	4,254**	3,701**	3,440**	33,918**
Densidade de hastes (DH)	3	1,471**	1,535**	0,569**	6,266**
Limpeza de Ramos (LR)	1	0,31	0,195	0,106	0,025
E*DH	9	0,42	0,304	0,1	1,155
E*LR	3	0,499	0,744**	0,338**	1,805
DH*LR	3	0,02	0,023	0,037	1,638

Tabela 1 - Cont.

E*DH*LR	9	0,525*	0,288	0,116	0,699
Fatorial*Testemunha	1	0,67	0,537	0,193	0,834
Resíduo	93	0,25	0,178	0,068	1,27
Média Geral	-	1,16	1,05	0,66	1,59
CV (%)	-	42,81	39,94	39,56	70,8

\*\*, \* significativo em 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente pelo teste F. GL: Grau de liberdade, CV: Coeficiente de variação.

Independente do tratamento, as plantas de café arábica não tiveram alteração do diâmetro médio das raízes (Tabela 2). Quando foi analisado o comprimento das raízes divididas em quatro categorias em função do diâmetro (menor que 1 mm; maior e igual a 1 e menor que 2 mm; maior e igual a 2 e menor que 3 mm e maior e igual a 3 mm), constatou-se que os tratamentos fatoriais foram diferentes da testemunha para as duas menores categorias, enquanto para as duas maiores categorias não apresentou efeito significativo.

Tabela 2 – Resumo do Quadro de ANOVA para as variáveis diâmetro e comprimento do sistema radicular.

Fonte de Variação	GL	Diâmetro (mm)	Quadrado Médio (QM)			
			Comprimento (cm)			
			C<1	1<C<2	2<C<3	C>3
Bloco	3	0,037	41560,5	146,9	10,7	23,9
Época (E)	3	0,474**	924655,3	16268,5**	1621,7**	3320,2**
Densidade de hastes (DH)	3	0,005	867970,9	5536,2**	275,8**	104,3
Limpeza de Ramos (LR)	1	0,011	1967,2	434,4	26,4	144,5
E*DH	9	0,015	238047,8	1573,0**	36,7	203,0
E*LR	3	0,015	158502,6	2430,1**	135,7**	284,1
DH*LR	3	0,003	83051,3	191,5	21,9	567,0**
E*DH*LR	9	0,004	100832,3**	895,0*	48,2	389,9**

Tabela 2 – Cont.

Fatorial						
*	1	0,002	420722,8**	3027,6**	110,3	0,1
Testemunha						
Resíduo	93	0,015	29815,8	413,09	27,8	109,6
Média Geral	-	1,171	785,6	66,9	14,1	12,9
CV (%)	-	10,67	21,9	30,4	37,5	80,6

\*\*,\* significativo em 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente pelo teste F. GL: Grau de liberdade, CV: Coeficiente de variação.

Ao avaliar o comprimento das raízes na categoria daquelas com diâmetro menor que 1 mm (Figura 1), verificou-se na época 1, que não há diferença no comprimento das raízes independente da densidade de hastes com limpeza anual ou bianual. Tal resultado pode ser explicado pelo fato das plantas ainda não terem sido podadas, onde todas as plantas apresentavam uma boa copa. No entanto, 90 dias após a retirada de ramos plagiotrópicos (época 2), verificou-se que ocorreu uma diminuição do comprimento das raízes com diâmetro menor que 1 milímetro, quando se efetuou a limpeza anual em relação à época 1, exceto para a densidade de 16.000 hastes ha<sup>-1</sup> que apresentou maior comprimento de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro quando comparado com a época 1.

Ao efetuar a limpeza bianual verificou-se que ocorreu uma redução do comprimento de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro para todas as densidades de hastes quando comparado com a época 1. Na época 3 (antes da colheita e poda do ano de 2017), verificou-se que ocorreu um aumento do comprimento destas em relação à época 2, isto pode ser explicado pelo fato das plantas terem apresentado um crescimento da copa.

Quando avaliou 90 dias após a poda do ano de 2017, verificou-se que ocorreu diminuição do comprimento de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro quando se efetuou a limpeza anual para as densidades de 4.000 e 8.000 hastes ha<sup>-1</sup>, mas verificou-se um aumento do comprimento das raízes para as densidades de 12.000 e 16.000 hastes ha<sup>-1</sup>, quando comparado com a época 3. Comparado à época 3, a limpeza bianual também resultou em aumento do comprimento de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro para quase todas as densidades de hastes, exceto para a densidade de 4.000 hastes ha<sup>-1</sup>, o que pode ser explicado por nesta época não ter ocorrido a limpeza de ramos plagiotrópicos.



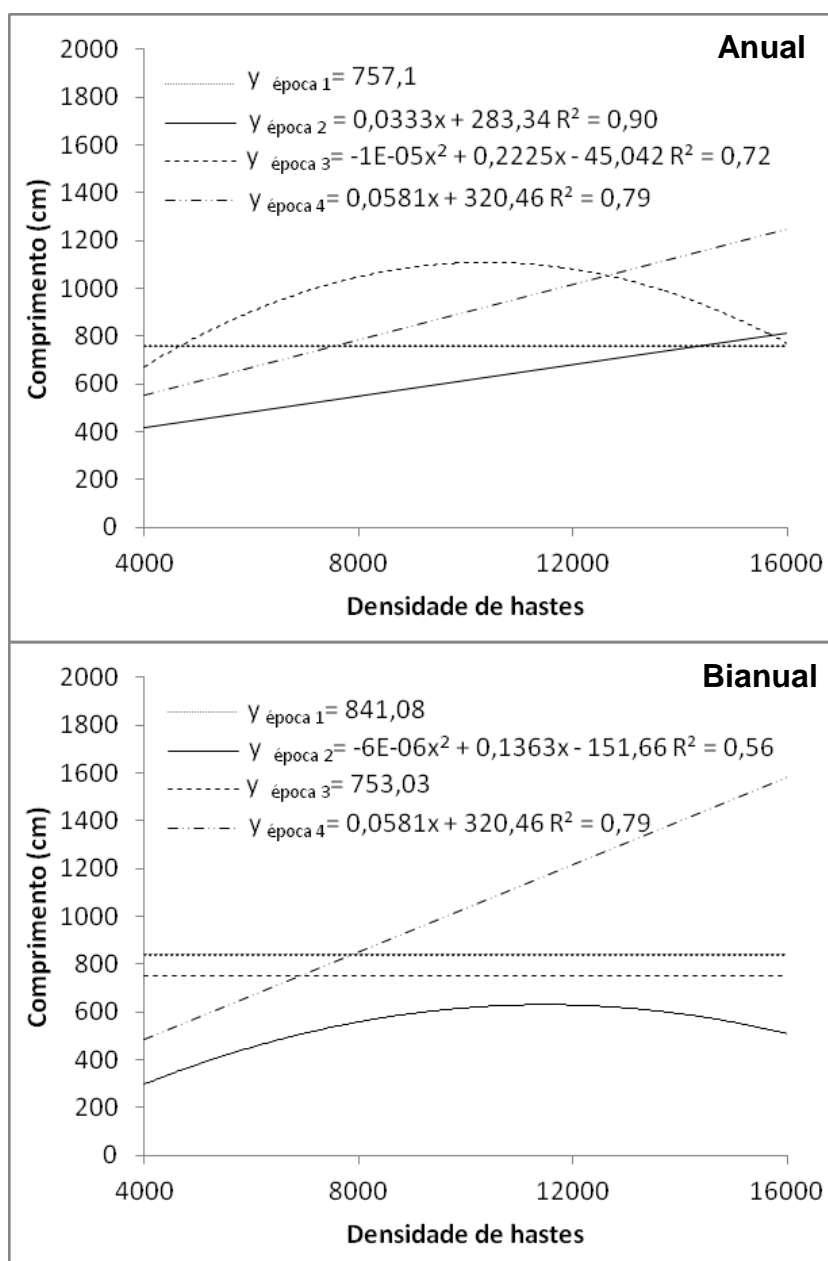


Figura 1 – Comprimento (cm) das raízes de cafeeiro com diâmetro menor que 1 milímetro em função da condução com a poda programada de ciclo com quatro densidades de hastes de ramos ortotrópicos (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes  $ha^{-1}$ ) e com limpeza anual e bianual em quatro épocas, (Época 1) realizada antes da poda no ano de 2017, (Época 2) realizada 90 dias após a poda no ano de 2017, (Época 3) realizada antes da poda no ano de 2018 e (Época 4) realizada 90 dias após a poda no ano de 2018.

Ao avaliar o comprimento das raízes na categoria daquelas com diâmetro maior e igual a 1 mm e menor que 2 milímetros (Figura 2), verificou-se na época 1 que não há diferença no comprimento das raízes independente da densidade de hastes com limpeza anual ou bianual. Tal resultado pode ser explicado ao fato

das plantas ainda não terem sido podadas, onde todas as plantas apresentavam uma boa copa.

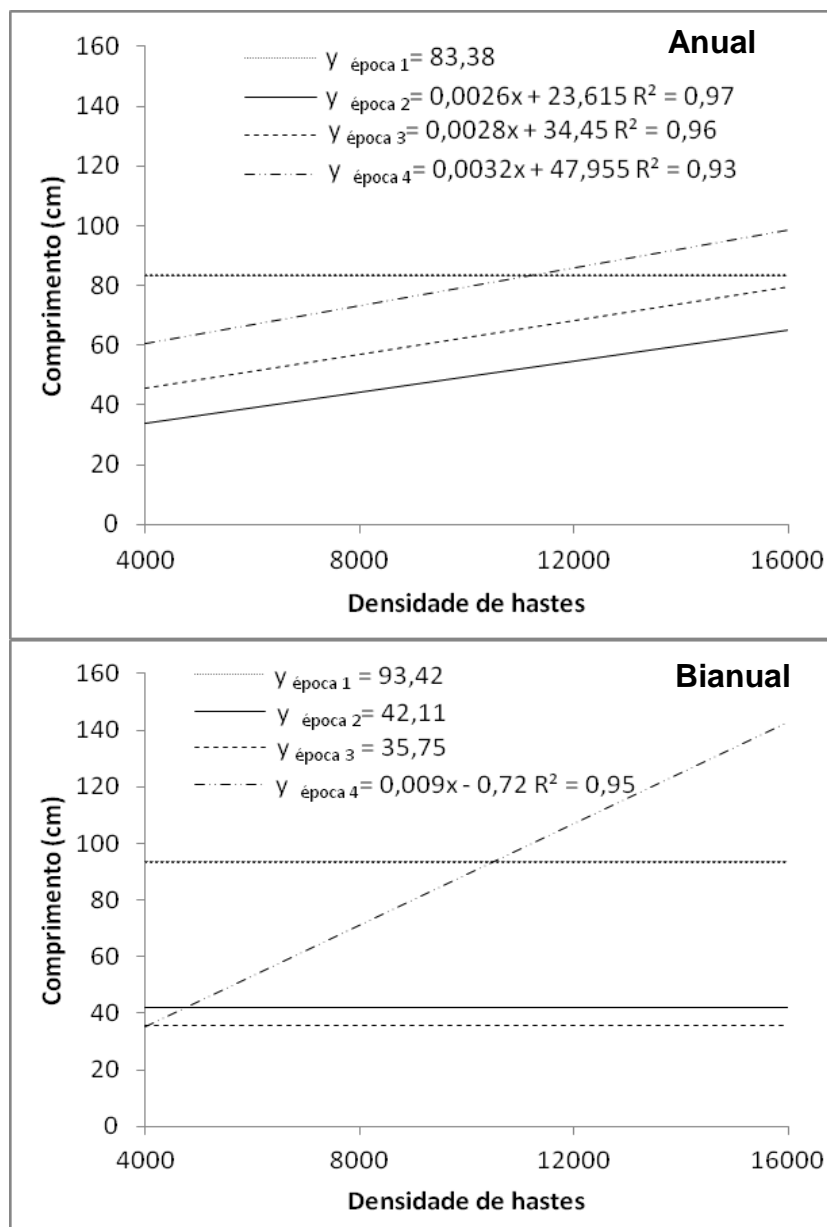


Figura 2 – Comprimento (cm) das raízes de cafeeiro com diâmetro maior e igual a 1 milímetro e menor que 2 milímetros em função da condução com a poda programada de ciclo com quatro densidades de hastes de ramos ortotrópicos (4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 hastes  $ha^{-1}$ ) e com limpeza anual e bianual em quatro épocas, (Época 1) realizada antes da poda no ano de 2017, (Época 2) realizada 90 dias após a poda no ano de 2017, (Época 3) realizada antes da poda no ano de 2018 e (Época 4) realizada 90 dias após a poda no ano de 2018.

Na avaliação 90 dias após a retirada de ramos plagiotrópicos (época 2), verificou-se que ocorreu a redução do comprimento de raízes com diâmetro maior e igual a 1 e menor que 2 milímetros quando se efetuou tanto a limpeza anual quanto a bianual e para todas as densidades de hastes, quando se compara com a época 1 e que, conforme aumenta a densidade de hastes, ocorre o aumento das raízes com diâmetro menor e igual a 1 e maior que 2 milímetros.

Na época 3 (antes da colheita e poda do ano de 2017), verificou-se que ocorreu um aumento do comprimento destas em relação à época 2 para limpeza anual, já para limpeza bianual ocorreu o inverso onde estas diminuíram quando comparadas com a época 2, fato que mostra que estas não conseguiram se recuperar após a poda bianual do ano de 2016.

Quando avaliou 90 dias após a poda do ano de 2017, verificou-se aumento do comprimento de raízes com diâmetro maior e igual a 1 e menor que 2 milímetros para todas as densidades de hastes quando se efetua tanto a limpeza anual quanto bianual, quando comparado com a época 3.

Verificou-se que quando foi analisada a área superficial das raízes divididas em quatro categorias em função do diâmetro (menor que 1 mm; maior e igual a 1 e menor que 2 mm; maior e igual a 2 e menor que 3 mm e maior e igual a 3 mm), constatou-se que os tratamentos fatoriais foram diferentes da testemunha apenas para a menor categoria, enquanto para as outras três maiores categorias não apresentou efeito significativo (Tabela 3).

Ao avaliar a área superficial das raízes na categoria daquelas com diâmetro menor que 1 mm (Figura 3), verificou-se na época 1, que não há diferença na área superficial das raízes independente da densidade de hastes. Tal como ocorreu para o comprimento, isto pode ser explicado pelo fato das plantas ainda não terem sido podadas, onde todas as plantas apresentavam uma boa copa.

Após 90 dias da retirada dos ramos plagiotrópicos (época 2), verificou-se que ocorreu uma diminuição da área superficial das raízes com diâmetro menor que 1 milímetro para todas as densidades de hastes e que estas foram aumentando conforme se aumentou a densidade de hastes. Na época 3 (antes da colheita e poda do ano de 2017), verificou-se que ocorreu um aumento da área superficial destas em relação à época 2, isto pode ser explicado, pois as plantas tiveram um crescimento de copa. As avaliações 90 dias após a poda do

ano de 2017 mostraram aumento da área superficial das raízes para todas as densidades de hastes, quando comparado com a época 3.

Tabela 3 – Resumo do Quadro de ANOVA para a variável área superficial do sistema radicular

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)			
		Área Superficial (cm <sup>2</sup> )			
		AS<1	1<AS<2	2<AS<3	AS>3
Bloco	3	65,4	10,5	4,4	89,0
Época (E)	3	17542,8**	2563,5**	917,0**	2835,7**
Densidade de hastes (DH)	3	10170,9**	1084,0**	144,9**	294,9**
Limpeza de Ramos (LR)	1	1449,9	132,6	29,7	0,0
E*DH	9	2264,6*	307,7**	22,6	40,0
E*LR	3	3183,4*	617,8**	75,6**	53,3
DH*LR	3	572,9	15,2	11,5	59,5
E*DH*LR	9	1326,0	205,7	23,4	61,6
Fatorial*Testemunha	1	6146,6**	379,0	52,2	24,8
Resíduo	93	1326,0	116,5	15,8	50,5
Média Geral	-	84,0	30,1	10,8	13,0
CV (%)	-	35,2	35,9	36,7	54,5

\*\* , \* significativo em 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente pelo teste F. GL: Grau de liberdade, CV: Coeficiente de variação.

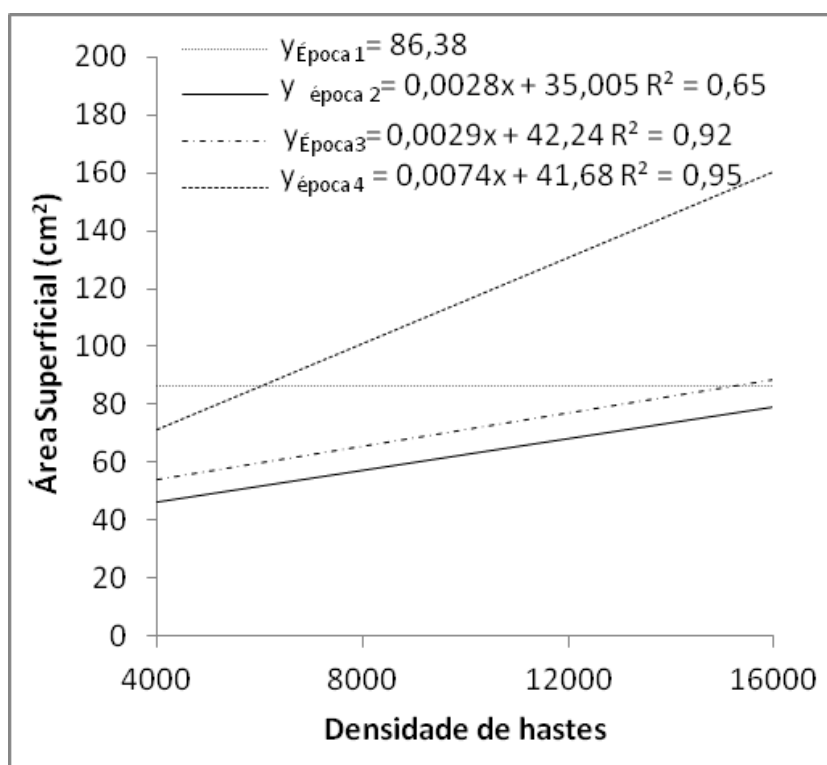


Figura 3 – Área superficial (cm<sup>2</sup>) das raízes de cafeeiro com diâmetro menor que 1 milímetro em função da condução com a poda programada de ciclo com quatro densidades de hastes de ramos ortotrópicos (4000, 8000, 12000 e 16000 hastes por hectare) em quatro épocas, (Época 1) realizada antes da poda no ano de 2017, (Época 2) 90 dias após a poda no ano de 2017, (Época) 3 realizada antes da poda no ano de 2018 e (Época 4) realizada 90 dias após a poda no ano de 2018.

Considerando a interação da limpeza de ramos com as épocas de avaliação (Tabela 4), verificou-se que quando se efetuou a limpeza anual não houve diferença significativa entre as épocas 1, 2 e 3, sendo significativa somente para a época 4 em relação às outras, onde ocorreu um aumento da área superficial das raízes menores que 1 milímetro de diâmetro. Diferença significativa foi observada apenas entre a limpeza anual e bianual na época 3, onde a limpeza anual apresentou maior área superficial. A limpeza bianual resultou em diminuição significativa da área superficial das raízes com diâmetro menor que 1 milímetro depois da poda no ano de 2016. Na avaliação antes da poda de 2017 estas tiveram um aumento da área superficial e depois da poda do ano de 2017 ocorreu um aumento significativo da área superficial destas.

Tabela 4 – Área superficial das raízes de *Coffea arabica* L. ‘Catuaí Vermelho IAC 81’ com diâmetro menor que 1 milímetro submetido a diferentes retiradas de ramos plagiotrópicos na poda programada de ciclo, em quatro épocas, (Época 1) realizada antes da poda no ano de 2017, (Época 2) realizada 90 dias após a poda no ano de 2017, (Época 3) realizada antes da poda no ano de 2018 e (Época 4) realizada 90 dias após a poda no ano de 2018) e conduzido na poda tradicional (testemunha).

Limpeza	Época			
	1	2	3	4
Anual	82,06 Ba	69,15 Ba	87,35 Ba	111,10 Aa
Bianual	90,70 Aa	56,11 Ba	55,15 Bb	120,77 Aa
Testemunha	71,81	72,6	69,38	213,17
Média	86,38	62,63	71,25	115,94
CV (%)		35,19		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 1% e 5% de probabilidade.

Observa-se que a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, causa redução do comprimento de raízes com diâmetro menor que 2 milímetros e redução da área superficial de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro, porém quando se utilizou densidades de hastes igual ou superiores a 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, na época 4, ou seja, a partir da terceira colheita ocorreu o aumento tanto do comprimento das raízes com diâmetro menor que 2 milímetros quanto da área superficial das raízes com diâmetro menor que 1 milímetro, quando comparadas com a época 1 e época 3 (avaliações antes da retirada dos ramos plagiotrópicos), tanto para limpeza anual quanto bianual, pois com o aumento da densidade de hastes a partir da terceira colheita aumenta-se a área da copa das plantas manejadas na poda programada de ciclo.

Baitelle (2018) explica que a retirada dos ramos plagiotrópicos na parte inferior da planta proporciona nova arquitetura de copa favorecendo o desenvolvimento da parte superior da mesma. Com isso, permite um maior diâmetro de copa e, por consequência, comprimento de ramo plagiotrópico e número de rosetas por ramo na parte superior da planta, fato que contribui para o aumento da produtividade nesse sistema de manejo. Contribuindo assim, para a manutenção e crescimento do sistema radicular e minimizando a perda deste com

a retirada de ramos plagitrópicos que produziram 70% ou mais. Pois, quando se efetua qualquer tipo de poda a remoção de ramos, brotos e produções consecutivas, leva a exaurir as reservas, uma vez que flores e frutos são drenos preferenciais em detrimento ao sistema radicular, afetando assim a relação entre parte aérea/sistema radicular. Como estas duas partes não estão em equilíbrio, ocorre ausência de uma área foliar capaz de produzir quantidades satisfatórias de carboidratos para garantir a manutenção e o crescimento do sistema radicular, de maneira que pode ocorrer morte de raízes em intensidades proporcionais à natureza da poda como forma de reestabelecer o equilíbrio (Miguel et. al., 1984; Alves et al., 2011).

O conhecimento do sistema radicular do cafeeiro é de extrema importância para o manejo da lavoura, pois, associado a fatores edafoclimáticos, o bom desenvolvimento radicular pode promover melhoria na absorção de nutrientes e aproveitamento de fungicidas e inseticidas aplicados via solo, podendo influenciar diretamente na produtividade, crescimento da copa e tolerância ao déficit hídrico (Pereira et al., 2011; Partelli et al., 2014; Ronchi et al., 2015). As raízes com diâmetro inferior a 1,0 mm são as mais importantes na extração de água em planta de café, o que corrobora a definição clássica de raízes absorventes (Rena e DaMatta, 2002).

Estes resultados podem explicar os encontrados por outros autores (Verdin-Filho et al., 2014), os quais observaram em café conilon utilizando a poda programada de ciclo em diferentes densidades de hastes, que um maior número de hastes por planta, ou seja, uma maior densidade de hastes  $ha^{-1}$  tende a aumentar a produtividade, enquanto as menores densidades de hastes propiciaram rendimentos mais baixos.

## CONCLUSÃO

A retirada anual e bianual de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais em plantas conduzidas na poda programada de ciclo do café arábica, com diferentes densidades de hastes  $ha^{-1}$ , não alterou o diâmetro médio, o comprimento das raízes com diâmetro maior ou igual a 2 milímetros, a área

superficial das raízes com diâmetro maior e igual a 1 milímetro e o volume, quando comparado com a testemunha.

A retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, causa redução do comprimento de raízes com diâmetro menor que 2 milímetros e redução da área superficial de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro (das raízes finas e absorventes), porém quando se utiliza densidades de hastes igual ou superior a 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, a partir da terceira colheita ocorre um aumento destas raízes finas e absorventes. Portanto, isso mostra que a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, utilizada na poda programada de ciclo com o adensamento de hastes ha<sup>-1</sup> não é considerada uma poda drástica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. P.; Sapatini, J. R.; Leal, T. S.; Fernandes, F. S.; Moraes, C. P. (2013). Influência da poda radicial e recipientes na aclimatização ex vitro de *Cattleya loddigesii* Lindl. (Orchidaceae). *Brazilian Journal of Biosciences*, 11(4):414-418.
- Alves, J. D.; Livramento, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. *Textos acadêmicos*. Lavras FAEPE/UFLA. 46p. 2003.
- Alves, J. D.; Paglis, C. M.; Livramento, D. E.; Linhares, S. S. D.; Becker, F. B.; Mesquita, A. C. (2011). Source-sink manipulations in *Coffea arabica* L. and its effect on growth of shoots and root system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5):956-964.
- Araujo, F. C.; Rnchi, C. P.; Almeida, W. L.; Magalhães, C. E. O. (2012). Optimizing the width of strip weeding in arabica coffee in relation to crop age. *Planta Daninha*, 30(1):129-138.
- Baitelle, D. C. *Poda programada de ciclo no cafeeiro arábica* (2018). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro \_UENF, 125p.



- Davies, W. J.; Bacon, M. A. (2003). Adaptation of roots to drought. *Ecological Studies*. 168(1):173-192.
- Garcia, A. L. A.; Fagundes, A. V.; Padilha, L. (2010). “Safr Zero”: resposta ao esqueletamento de cultivares de café em diferentes espaçamentos na linha de plantio. *Anais do Congresso brasileiro de pesquisa cafeeiras*, 36, Guarapari. Brasília: Embrapa Café. 1 CD-ROM.
- Gonçalves, M. A.; Cocco, C.; Vignolo, G. K.; Picolotto, L.; Antunes, L. E. C. (2014). Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, n.3, p. 742-747.
- Japiassú, L. B., Garcia, A. L. A., Guimarães, R. J., Padilha, L., Carvalho, C. H. S. (2010). Ciclos de poda e adubação nitrogenada em lavouras cafeeiras conduzidas no sistema “safr zero”. *Coffee Science*, 5(1):28-37.
- Kumar, M.; Rawat, V.; Rawat, J. M. S.; Tomar, Y. K. (2010). Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality, *Scientia Horticulturae*, 125(3):218-221.
- Li, T. Q.; Yang, X. E.; Jin, X. F.; Stoffella, P. J.; Hu, Q. H. (2005). Root responses and metal accumulation in two contrasting ecotypes of *Sedum alfredii* Hance under lead and zinc toxic stress, *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 40(5):1081-1096.
- Livramento, D. A.; Alves, J. D.; Bartholo, G. F.; Guimarães, P. T. G. (2007). Influência de carboidratos na recuperação de lavouras podadas e efeitos da poda no comportamento do sistema radicular. *Relatório Embrapa-café*, 9 p.
- Miguel, A. E.; Oliveira, J. A.; Matiello, J. B.; Fioravante, N. (1984). Efeito dos diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro. *Anais do Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras*, n. 11, 1984, Londrina. Rio de Janeiro: s.d. p.240-241.
- Nascimento, L.; Spehar, C.; Sandri, D. (2014). Produtividade de cafeeiro orgânico no cerrado após a poda sob diferentes regimes hídricos. *Coffee Science*,

9(3):354–365.

- Oliveira, E. L.; FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. (2010). Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaia considerando seis safras. *Engenharia Agrícola*, 30(5):887-896.
- Partelli, F. L.; Covre, A. M.; Oliveira, M. G.; Alexandre, R. S.; Vitória, E. L. Silva, M. B. (2014). Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(5):349-355.
- 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*, 41(6):949-954.
- Pereira, S. P.; Baliza, D. P.; Santos, M. O.; Alves, J. D.; Guimarães, R. J. (2013). Influência do espaçamento de cultivo em duas épocas de poda nos teores caulinares de carboidratos em cafeeiros. *Coffee Science*, 8(4):460-468.
- Pereira, S. P.; Bartholo, G. F.; Baliza, D. P.; Sobreira, F. M.; Guimarães, R. J. (2011). Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(2):152-160.
- Queiroz-Voltan, R. B.; Cabral, L. P.; Filho, O. P.; Fazuoli, L. C. (2006). Eficiência da poda em cafeeiros no controle da *Xylella fastidiosa*. *Bragantia*, 65(3):433-440.
- Rena, A. B.; Damatta, F. M. (2002). O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. In: Zambolin, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa: UFV, p.11-92.
- Rena, A. B.; Guimarães, P. T. G. (2000). *Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam*. Belo Horizonte: Epamig. 80p.
- Ronchi, C. P.; Sousa Júnior, J. M.; Almeida, W. L.; Souza, D. S.; Silva, N. O.;

Oliveira, L. B.; Guerra, A. M. N. M.; Ferreira, P. A. (2015). Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(3):187-195.

Serafim, M. E.; Oliveira, G. C.; Vitorino, A. C. T.; Silva, B. M.; Carducci, C. E. (2013). Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em latossolo e cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3):733-742.

Silva, V. A.; Rezende, J. C.; Carvalho, A. M.; Carvalho, G. R.; Rezende, T. T.; Ferreira, A. D. (2016). Recuperação de cultivares de café submetidas ao esqueletamento aos quatro anos e meio de idade. *Coffee Science*, 11(1):55-64.

Silva, V. L. B.; Martins, P. F. S. (2010). Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cafeeiro, variedade Conilon, sob diferentes espaçamentos. *Revista Ciência Agrária*, 53(1):96-101.

Souza, A. L. K.; Pereira, R. R.; Camargo, S. S.; Fisher, D. L. O.; Schuch, M. W.; Pasa, M. S.; Schmitz, J. D. (2014). Produção e qualidade de frutos de mirtilheiros sob diferentes intensidades de poda. *Ciência Rural*, 44(12):2157-2163.

Thomaziello, R. A.; Pereira, S. P. (2008). *Poda e condução do cafeeiro arábica*. Campinas: IAC, 39p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema para análises estatísticas (SAEG). Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007.

Verdin Filho, A. C.; Silveira, J. S. M.; Volpi, P. S.; Fonseca, A. F.; Ferrão, M. A. G.; Ferrão, R. G.; Martins, A. G.; Lani, J. A.; Silveira, T. B.; Comério, F. (2008). *Poda Programada de Ciclo para o Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2ª ed. (Documento nº 163). Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER\\_PODA\\_CAF](http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER_PODA_CAF)

E\_CONILON.pdf> Acesso em: 08/02/2018.

Verdin-Filho, A. C.; Tomaz, M. A.; Ferrão, R. G.; Ferrão, M. A. G.; Fonseca, A. F. A. D.; Rodrigues, W. N. (2014). Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and Different cultivation densities. *Coffee Science*, 9(4):489-494.

Wei, S. H.; Zhou, Q. X. (2006). Phytoremediation of cadmium contaminated soils by *Rorippa globosa* using two-phase planting. *Environmental Science and Pollution Research*, 13(3):151–155.

Zhang, Y. J.; Lynch, J. P.; Brown, K. M. (2003). Ethylene phosphorus availability has interacting yet distinct effects on root hair development. *Journal of Experimental Botany*, 54(391):2351–2361.

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÕES

A poda programada de ciclo do café arábica apresentou uma produtividade maior que a poda tradicional, sendo a condução com aproximadamente 12.000 hastes ha<sup>-1</sup> a que proporciona uma maior produtividade.

Quando não há um adensamento de hastes, não é recomendada a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, pois com a retirada destes, ocorre uma redução da quantidade de ramos plagiotrópicos produtivos por hectare, reduzindo assim a produção.

Pode ser empregada a limpeza anual ou bianual de ramos plagiotrópicos que apresentaram 70% ou mais da sua produção sem prejuízos à produtividade, recomendando assim, a limpeza bianual, devido à redução da mão de obra.

A poda programada de ciclo do café arábica não alterou a qualidade física dos frutos tanto na uniformidade de maturação quanto na classificação por peneira quando comparada à poda tradicional.

A retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, causa redução do comprimento de raízes com diâmetro menor que 2 milímetros e redução da área superficial de raízes com diâmetro menor que 1 milímetro (das raízes finas e absorventes), porém ao utilizar densidades de hastes igual ou superior a 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>, a partir da terceira colheita, há o aumento das raízes finas e absorventes. Fato que pode explicar o aumento de 36,8% da produtividade quando conduzidas com 12.000 hastes ha<sup>-1</sup>. Assim, a retirada de ramos plagiotrópicos que produziram 70% ou mais, utilizada na poda programada de ciclo com o adensamento de hastes ha<sup>-1</sup> não é considerada poda drástica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A. T. E.; Gonçalves, C.; Paterniani, M. E. A. G. Z.; Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. (2014) Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas. Boletim Técnico – IAC, n. 200, ed. 7, Campinas, SP, 452p.
- Aguiar, A. T. E.; Guerreiro-Filho, O.; Maluf, M. P.; Gallo, P. B.; Fazuoli, L. C. (2004) Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. *Bragantia*, 63(2):179-192.
- Alcantra, C. B. (2012). *Desenvolvimento vegetativo de linhagens de cafeeiro (Coffea arábica L.) nas condições de cerrado em Patrocínio – MG*. Tese (Doutorado) – Uberlândia – MG, Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Uberlândia, p. 40
- Alves, A. P.; Sapatini, J. R.; Leal, T. S.; Fernandes, F. S.; Moraes, C. P. (2013). Influência da poda radicial e recipientes na aclimatização ex vitro de *Cattleya loddigesii* Lindl. (Orchidaceae). *Brazilian Journal of Biosciences*, 11(4):414-418.

- Alves, J. D.; Livramento, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. *Textos acadêmicos*. Lavras FAEPE/UFLA. 46p. 2003.
- Alves, J. D.; Paglis, C. M.; Livramento, D. E.; Linhares, S. S. D.; Becker, F. B.; Mesquita, A. C. (2011). Source-sink manipulations in *Coffea arabica* L. and its effect on growth of shoots and root system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5):956-964.
- Alves, J. D. (2008). Morfologia do cafeeiro. *In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). Cultivares de café: origem, características e recomendações*. Brasília: Embrapa Café,. p.35-56.
- Andrade, W. E. B; Guimarães, P. T. G.; Faquin, V.; Guimarães, R. J. (2014). Produtividade do cafeeiro arábica em condições de adensamento, no noroeste Fluminense. *Coffee Science*, 9(1): 90-101.
- Araujo, F. C.; Rnchi, C. P.; Almeida. W. L.; Magalhães. C. E. O. (2012). Optimizing the width of strip weeding in arabica coffee in relation to crop age. *Planta Daninha*, 30(1):129-138.
- Baitelle, D. C. (2018). *Poda programada de ciclo no cafeeiro arábica*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro \_UENF, 125p.
- Baitelle, D. C.; Freitas, S. J.; Vieira, K. M.; Meneghelli, C. M.; Verdin Filho, A. C.; Baroni, D. F.; Ponciano, N. J.; Souza, P. M. (2018). Feasibility and Economic Risk of Programmed Pruning Cycle in Arabic Coffee. *Journal of experimental agriculture international*, 21(4):1-9.
- Baitelle, D. C.; Miranda, G. B.; Verdin Filho, A. C.; Freitas, S. J.; Vieira, K. M.; Baroni, D. F. (2016). Uniformidade de maturação do café arábica em função da poda programada de ciclo. *In: 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 2016, Serra Negra - SP. 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras - Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia. p. 463-

464.

Bártholo, G. F.; Guimarães, P. T. G. (1997). Cuidados na colheita e preparo do café. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 18(187): 33-42.

Brasil. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29.

Brasil. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003). *Instrução Normativa nº8*, de 11 de junho de 2003. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, 12 p.

Brasil. Ministério da Agricultura. Culturas: café. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>> Acesso em: 24/06/2016.

Chagas, S. J. R.; Pozza, A. A. A.; Guimarães, M. J. C. L. (2002). Aspectos da colheita, preparo e qualidade do café orgânico. *Informe Agropecuário*, 23, p. 127-135.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2018). *Acompanhamento da Safra brasileira. Café. Safra 2018. Primeiro Levantamento*. Brasília, 72p., vol. 5, n.1, jan. 2018. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br//infoagro/safra/cafeC:/Users/Pessoal/Downloads/BoletimZCafeZjaneiroZ2019\\_1.pdf](http://www.conab.gov.br//infoagro/safra/cafeC:/Users/Pessoal/Downloads/BoletimZCafeZjaneiroZ2019_1.pdf)> Acesso em: 14/02/2019.

Cortez, J. G. (2001) Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiróz”, Piracicaba – SP, p. 71.



- Coste, R. (1955) Les caféiers et les cafés dans le monde. Paris: Larose, 365 p.
- Cunha, R. L.; Pereira, S. P.; Thomaziello, R. A.; Ribeiro, M. F.; Carvalho, V. L. (2008) Índices e coeficientes técnicos utilizados nas podas para a renovação do cafeeiro. Informe Agropecuário. *Planejamento e gerenciamento da cafeicultura*, 29(247):64-73.
- Custódio, A. A. P.; Gomes, N. M.; Lima, L. A. (2007). Efeito da irrigação sobre a classificação do café. *Engenharia Agrícola*, 27(3): 691-701.
- Damatta, F. M.; Ronchi, C. P.; Maestri, M.; Barros, R. S. (2007) Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4):485–510.
- Davies, W. J.; Bacon, M. A. (2003). Adaptation of roots to drought. *Ecological Studies*. 168(1):173-192.
- Davis, A. P.; Tosh, J.; Ruch, N.; Fay, M. F. (2011) Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 167:357-377.
- Fagundes, A. V.; Garcia, A. W. R.; Reis, R. P. (2007) Determinação da melhor época de esqueletamento em lavouras de café. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 33. 2007, Lavras. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p.17-18.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Coffee Pocketbook2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4985e.pdf>>. Acesso em: 24/06/2016.
- Fazuoli, L.C. (2004) Melhoramento Genético do Cafeeiro *In: X REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – café*. MOCOCA, SP, 175p.

Ferrão, M. A. G.; Ferrão, R. G.; Fornazier, M. J.; Prezotti, L. C.; Fonseca, A. F. A.; Alixandre, F. T.; Costa, H.; Rocha, A. C.; Moreli, A. P.; Martins, A. G.; Riva-Souza, E. M.; Araujo, J. B.; Ventura, J. A.; Castro, L. L. F.; Guarçoni, R. C. (2008). *Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoração das lavouras no estado do Espírito Santo* (1ª edição). DCM - Incaper, Vitória - ES. Circular Técnica nº 05, 56p.

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

FOSFATO. *Cultura do cafeeiro: fatores que alteram a produtividade*. Piracicaba. p. 303-322.

França, A. S.; Oliveira, L. S.; Mendonça, J. C. F.; Silva, X. A. (2005) Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, 90:89-94.

Garcia, A. L. A.; Fagundes, A. V.; Padilha, L. (2010). "Safrá Zero": resposta ao esqueletamento de cultivares de café em diferentes espaçamentos na linha de plantio. *Anais do Congresso brasileiro de pesquisa cafeeiras*, 36, Guarapari. Brasília: Embrapa Café. 1 CD-ROM.

Godoy, C. V. C.; Gonçalves, D. M.; Paulo, L.; Mendonça, S.; Ronchi, C. P. (2017). Alterações morfológicas da copa do cafeeiro arábica em resposta à variação do espaçamento na linha de plantio. *Anais do XIX Simpósio brasileiro de pesquisa em cafeicultura irrigada*. Araguari. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola - SBEA,. 8p.

Gonçalves, M. A.; Cocco, C.; Vignolo, G. K.; Picolotto, L.; Antunes, L. E. C. (2014). Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(3):742-747.

ICO - International Coffee Organization. Estatísticas. Disponível em: < <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf> >. Acesso em: mar/2019.

- ICO- International Coffee Organization. Relatório sobre o mercado cafeeiro – Junho 2017. Disponível em: <[www.ico.org/](http://www.ico.org/)>. Acesso em jul/2017.
- Japiassú, L. B., Garcia, A. L. A., Guimarães, R. J., Padilha, L., Carvalho, C. H. S. (2010). Ciclos de poda e adubação nitrogenada em lavouras cafeeiras conduzidas no sistema “safra zero”. *Coffee Science*, 5(1):28-37.
- Kumar, M.; Rawat, V.; Rawat, J. M. S.; Tomar, Y. K. (2010). Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality, *Scientia Horticulturae*, 125(3):218-221.
- Laviola, B. G.; Mauri, A. L.; Martinez, H. E. P.; Araújo, E. F. (2006) Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho. *Coffee Science*, 1(1):36-42.
- Li, T. Q.; Yang, X. E.; Jin, X. F.; Stoffella, P. J.; Hu, Q. H. (2005). Root responses and metal accumulation in two contrasting ecotypes of *Sedum alfredii* Hance under lead and zinc toxic stress, *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 40(5):1081-1096.
- Livramento, D. A.; Alves, J. D.; Bartholo, G. F.; Guimarães, P. T. G. (2007). Influência de carboidratos na recuperação de lavouras podadas e efeitos da poda no comportamento do sistema radicular. *Relatório Embrapa-café*, 9 p.
- Livramento, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. *In*: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. *Café arábica: do plantio à colheita*. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010. v.1. p.87- 161.
- Lopes, L. M. V.; Pereira, R. G. F. A.; Mendonça, J. M. A.; Garcia, A. W. R. (2003). Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. através da classificação por peneira. *Anais do Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil e workshop internacional de café & saúde*, 3., 2003, Porto Seguro. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 220-221.
- Matiello, J. B.; Garcia, A. W. R.; Almeida, S. R.(2009). Como formar cafezais

produtivos. 1. ed. Varginha: Fundação Procafé, 150p.

Matiello, J. B.; Santinato, R.; Fernandes, D. R. (1993). Recuperação e renovação de cafezais. Mais produção, menor custo, maior renda. Rio de Janeiro, 24p.

Matiello, J. B.; Santinato, R.; Garcia, A. W. R.; Almeida, S. R.; Fernandes, D. R. (2002). *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFE, 387 p.

Matiello, J. B. (1995) Sistemas de produção na cafeicultura moderna. Rio de Janeiro: koogan. 102p.

Matiello, J. B.; Garcia, A. W. R.; Almeida, S. R. A poda em cafezais. Circular Técnico. Coffea - Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira. Fundação Procafé. n. 11, 2007. Disponível em: <[http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/publicacoes/pdf/revista/Coffea\\_11.pdf](http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/publicacoes/pdf/revista/Coffea_11.pdf)> Acesso em: jun/2016.

Matiello, J. B.; Santinato, R.; Garcia, A. W. R.; Almeida, S. R.; Fernandes, D. R. (2002). *Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: Mapa/Procafé, 387p.

Mendes, A. N. G.; Abrahão, E. J.; Cambraia, J. F.; Guimarães, R. J. (1995) *Recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro no sul de Minas*. Lavras: UFLA. 76p.

Menoli Sobrinho, N. (2001). *Como Evitar Perdas na Colheita do Café* – Instituto EMATER – Grandes Rios-PR.

Miguel, A. E.; Matiello, J. B.; Almeida, S. R. (1986). Espaçamento e condução do cafeeiro. *In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO*. Cultura do cafeeiro: fatores que alteram a produtividade. Piracicaba. p. 303-322.

- Miguel, A. E.; Oliveira, J. A.; Matiello, J. B.; Fioravante, N. (1984). Efeito dos diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro. *Anais do Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras*, n. 11, 1984, Londrina. Rio de Janeiro: s.d. p.240-241.
- Miranda, E. M.; Pereira, R. C. A.; Bergo, C. L. (1999). Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, 23(1): 62-69.
- Nascimento, L.; Spehar, C.; Sandri, D. (2014). Produtividade de cafeeiro orgânico no cerrado após a poda sob diferentes regimes hídricos. *Coffee Science*, 9(3):354–365.
- Nasser, P. P.; Chalfoun, S. M.; Mercer, J. R.; Chalfoun, I. (2001). Influência da separação de café (*Coffea arabica* L.) de acordo com o tamanho sobre o espectro de coloração dos grãos. *Anais do Simpósio brasileiro de pesquisa dos cafés do Brasil*, 2001, Vitória. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 924-929.
- Nebesny, E.; Budryn, G. (2006). Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. *European Food Research Technology*, 224(2):159-165.
- OIC – Organização Internacional do Café. Disponível em: <[http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes/relatorio\\_oic\\_novembro\\_2018.pdf](http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes/relatorio_oic_novembro_2018.pdf)>. Acesso em: mar/2019.
- Oliveira, A. C. B.; Pereira, A. A. (2008) Cultivares de café suscetíveis à ferrugem indicadas para plantio em Minas Gerais. Circular técnica nº 33. EPAMIG - Belo Horizonte.
- Oliveira, E. L.; FÁRIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. L. O. (2010). Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaiaá considerando seis safras. *Engenharia Agrícola*, 30(5):887-896.
- Partelli, F. L.; Covre, A. M.; Oliveira, M. G.; Alexandre, R. S.; Vitória, E. L. Silva, M.

- B. (2014). Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(5):349-355.
- 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*, 41(6):949-954.
- Pereira, S. P.; Baliza, D. P.; Santos, M. O.; Alves, J. D.; Guimarães, R. J. (2013). Influência do espaçamento de cultivo em duas épocas de poda nos teores caulinares de carboidratos em cafeeiros. *Coffee Science*, 8(4):460-468.
- Pereira, S. P.; Bartholo, G. F.; Baliza, D. P.; Sobreira, F. M.; Guimarães, R. J. (2011). Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(2):152-160.
- Pereira, S. P.; Guimarães, R. J.; Bartholo, G. F.; Guimarães, P. T. G.; Alves, J. D. (2007) Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. *Ciência e Agrotecnologia*. 31(3):643-649.
- Pino, F. A.; Vegro, C. L. R. (2008). *Café um guia do apreciador*. 4. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva. 200p.
- Prezotti, L. C. (2007). Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação. Vitória: SEEA/Incaper/CEDAGRO. 305 p.
- Queiroz-Voltan, R. B.; Cabral, L. P.; Filho, O. P.; Fazuoli, L. C. (2006). Eficiência da poda em cafeeiros no controle da *Xylella fastidiosa*. *Bragantia*, 65(3):433-440.
- Reis, P. R.; Cunha, R. L.; (2010). *Café arábica do plantio a colheita*. 1ª ed. Lavras: EPAMIG, v. 1.

- Rena, A. B.; Damatta, F. M. (2002). O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. *In: Zambolin, L. (Ed.). O estado da arte de tecnologias na produção de café.* Viçosa: UFV, p.11-92.
- Rena, A. B.; Guimarães, P. T. G. (2000). *Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam.* Belo Horizonte: Epamig. 80p.
- Rena, A. B.; Nacif, A. P.; Guimarães, P. T. G.; Pereira, A. A. (1998) Poda do cafeeiro: aspectos morfológicos, ecofisiológicos e agronômicos. *Informe Agropecuário.* EPAMIG, 19: 61-70.
- Rezende, J. E. (2013). Defeitos do café. *Série tecnológica cafeicultura.* Emater-MG, 6 p.
- Ronchi, C. P.; Sousa Júnior, J. M.; Almeida, W. L.; Souza, D. S.; Silva, N. O.; Oliveira, L. B.; Guerra, A. M. N. M.; Ferreira, P. A. (2015). Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(3):187-195.
- Serafim, M. E.; Oliveira, G. C.; Vitorino, A. C. T.; Silva, B. M.; Carducci, C. E. (2013). Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em latossolo e cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3):733-742.
- Silva, V. A.; Rezende, J. C.; Carvalho, A. M.; Carvalho, G. R.; Rezende, T. T.; Ferreira, A. D. (2016). Recuperação de cultivares de café submetidas ao esqueletamento aos quatro anos e meio de idade. *Coffee Science*, 11(1):55-64.
- Silva, V. L. B.; Martins, P. F. S. (2010). Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cafeeiro, variedade Conilon, sob diferentes espaçamentos. *Revista Ciência Agrária*, 53(1):96-101.
- Sondahl, M. R.; Lauritis, J. A. (1992). Coffee. *In: Hammerschlag, F. A.; Litz, R. E.*

(eds.). *Biotechnology of perennial fruit crops*. Cambridge, UK. C.A.B. International. p.401-420.

Souza, A. L. K.; Pereira, R. R.; Camargo, S. S.; Fisher, D. L. O.; Schuch, M. W.; Pasa, M. S.; Schmitz, J. D. (2014). Produção e qualidade de frutos de mirtilheiros sob diferentes intensidades de poda. *Ciência Rural*, 44(12):2157-2163.

Souza, A. L. K.; Pereira, R. R.; Camargo, S. S.; Fisher, D. L. O.; Schuch, M. W.; Pasa, M. S.; Schmitz, J. D. (2014). Produção e qualidade de frutos de mirtilheiros sob diferentes intensidades de poda. *Ciência Rural*, 44(12):2157-2163.

Souza, F. F.; Santos, J. C. F.; Costa, J. N. M.; Santos, M. M. (2004). Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 21 p. (*Documentos 93*).

Thomaziello, R. A. (2013). Uso da poda no cafeeiro: por que, quando e tipos utilizados. Boletim técnico nº12: Condução da lavoura. Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-conducao-da-lavoura01.pdf>> Acesso em: jun/2016.

Thomaziello, R. A.; Fazuoli, L. C.; Pezzopane, J. R. M.; Fahl, J. I.; Carelli, M. L. C. (2000). *Café arábica: cultura e técnicas de produção*. Campinas: Instituto Agrônômico. 86 p.

Thomaziello, R. A.; Pereira, S. P. (2008). *Poda e condução do cafeeiro arábica*. Campinas: IAC, 39p.

Toledo Filho, J. A.; Oliveira, E. G.; Costa, T. E.; Thomaziello, R. A. (2000). Poda e condução do cafeeiro. Campinas, SP: CATI, 35 p. il. (CATI. *Boletim técnico*, 238).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Sistema para análises estatísticas (SAEG)*. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007.

Verdin Filho, A. C. (2011). *Influência do espaçamento e densidade de hastes em café conilon conduzido com a poda programada de ciclo*. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

Verdin filho, A. C.; Mauri, A. J.; Volpi, P. S.; Amaral, J. A. T.; Guarconi, R.; Andrade, S.; Miguel, G. S. (2010). Renovação do cafeeiro conilon por meio da Programada de Ciclo. *Anais do 36º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Guarapari – ES. Guarapari, ES. p.350-351.

Verdin Filho, A. C.; Silveira, J. S. M.; Volpi, P. S.; Fonseca, A. F.; Ferrão, M. A. G.; Ferrão, R. G.; Martins, A. G.; Lani, J. A.; Silveira, T. B.; Comério, F. (2008). *Poda Programada de Ciclo para o Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2ª ed. (Documento nº 163). Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER\\_PODA\\_CAFE\\_CONILON.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER_PODA_CAFE_CONILON.pdf)> Acesso em: fev/2018.

Verdin filho, A. C.; Volpi, P. S.; Mauri, A. J.; Ferrão, R. G.; Ferrão, M. A. G.; Fonseca, A. F. A.; Tristão. F. A. (2016) Densidade de hastes ortotrópicas em café arábica conduzidos por meio da poda programada de ciclo – PPCA. In: 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2016, Serra Negra, SP. Produzir mais café, com economia, só com boa tecnologia. Serra Negra. p. 81-82.

Verdin Filho, A.C.; Silveira, J.S.M.; Volpi, P.S.; Fonseca, A.F. da.; Ferrão, M.A.G.; Ferrão, R. G.; Martins, A.G.; Lani, J.A.; Silveira, T.B.; Comério, F. *Poda Programada de Ciclo para o Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2008 2ª Edição. (Documento nº 163). Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER\\_PODA\\_CAFE\\_CONILON.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/sistemas/servicos/images/FOLDER_PODA_CAFE_CONILON.pdf)> Acesso em: jun/2016.

Verdin-Filho, A. C.; Tomaz, M. A.; Ferrão, R. G.; Ferrão, M. A. G.; Fonseca, A. F. A. D.; Rodrigues, W. N. (2014). Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and Different cultivation densities. *Coffee Science*, 9(4):489-494.

Wei, S. H.; Zhou, Q. X. (2006). Phytoremediation of cadmium contaminated soils by *Rorippa globosa* using two-phase planting. *Environmental Science and Pollution Research*, 13(3):151–155.

Zhang, Y. J.; Lynch, J. P.; Brown, K. M. (2003). Ethylene phosphorus availability has interacting yet distinct effects on root hair development. *Journal of Experimental Botany*, 54(391):2351–2361.