

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

**SAUL DE ANDRADE JÚNIOR**

**REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEIEIRO  
CONILON E SUA INFLUÊNCIA NA RENOVAÇÃO DA COPA, NA  
PRODUÇÃO E NA ARQUITETURA DO SISTEMA RADICULAR**

**ALEGRE-ES**

**2020**

SAUL DE ANDRADE JÚNIOR

**REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEIEIRO  
CONILON E SUA INFLUÊNCIA NA RENOVAÇÃO DA COPA, NA  
PRODUÇÃO E NA ARQUITETURA DO SISTEMA RADICULAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Produção Vegetal, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: D. Sc. José Francisco Teixeira do Amaral.

**ALEGRE-ES  
2020**

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

---

D278r de Andrade Júnior, Saul, 1984-  
Remoção de ramos ortotrópicos na poda do cafeeiro conilon e sua influência na renovação da copa, na produção e na arquitetura do sistema radicular / Saul de Andrade Júnior. - 2020.  
58 f. : il.

Orientador: José Francisco Teixeira do Amaral.  
Coorientadores: Marcelo Antônio Tomaz, Almy Junior Cordeiro de Carvalho.  
Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Coffea canephora. 2. Café. 3. Dossel. 4. Produção. 5. Manejo. 6. Sistema radicular. I. do Amaral, José Francisco Teixeira. II. Tomaz, Marcelo Antônio. III. de Carvalho, Almy Junior Cordeiro. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

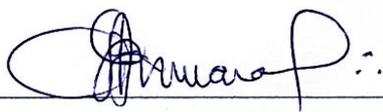
---

SAUL DE ANDRADE JÚNIOR

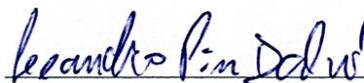
**REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEIEIRO CONILON E  
SUA INFLUÊNCIA NA RENOVAÇÃO DA COPA, NA PRODUÇÃO E NA  
ARQUITETURA DO SISTEMA RADICULAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Produção Vegetal, na área de concentração em Produção Vegetal.

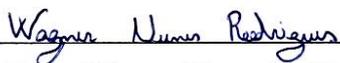
Aprovada em 25 de junho de 2020.



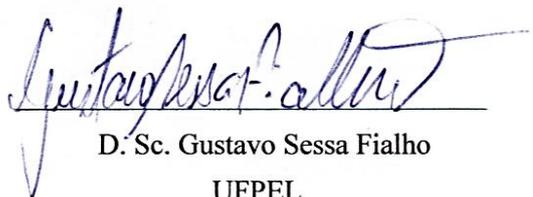
D. Sc. José Francisco Teixeira do Amaral  
CCAIE-UFES (Orientador)



D. Sc. Leandro Pin Dalvi  
CCAIE-UFES



D. Sc. Wagner Nunes Rodrigues  
Centro Universitário UNIFACIG



D. Sc. Gustavo Sessa Fialho  
UFPEL

A Deus, pela minha vida;  
À esposa Sherrine Queiroz Fermo de Andrade e aos meus filhos Ian e Igor, pela paciência e apoio.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, pois sem ele nada sou.

À Universidade Federal do Espírito Santo, ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela acolhida possibilitando a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), código de financiamento 001.

Ao Prof. Dr. José Francisco Teixeira do Amaral, pelo comprometimento e todo empenho na orientação e suas importantes contribuições para a qualidade do trabalho aqui apresentado.

Ao professor Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela coorientação e por disponibilizar o equipamento WinRhizo Pro para análise de raízes, e ao colega Paulo César dos Santos pela orientação no uso desse equipamento.

Ao Prof. Dr. Marcelo Antônio Tomaz, pela colaboração na elaboração do projeto e correções importantes no texto.

Aos Professores Dr. Wagner Nunes Rodrigues e Dr. Edvaldo Fialho dos Reis, pelas contribuições na estatística, análise e interpretação dos dados.

Ao Dr. Tafarel Victor Colodetti, aos pesquisadores Abraão Carlos Verdin Filho e Marcone Comério, pelas correções no texto e a suas disposições em transmitir seus conhecimentos e sugestões para a melhoria deste trabalho.

A todos os demais professores do PPGPV, que contribuíram de forma direta, com a transmissão dos seus conhecimentos em cada disciplina lecionada aqui nesta universidade.

À secretária da coordenação do PPGPV, Madalena Caetana Capucho, pela colaboração.

Ao Incaper, pela gentileza de ceder seu espaço físico e pessoal, para a condução do experimento na Fazenda Experimental de Marilândia, local onde eu aprendi o que é CAFÉ, além, é claro, da amizade de Paulo Sérgio Volpi, Abraão Carlos Verdin Filho, Marcone Comério, José Altino Machado Filho, Marco Antônio Fraga, Rita Alves Nogueira da Cruz, Rosenilto Traspadini da Silva, Manuel Maximiano da Silva, Aldiney da Silva Sepulchro, Andréia Maria Costa aos bolsistas Luciano Junior Dias Vieira, Gilmar Zanoni Junior, Mateus

dos Santos Pereira. Sempre ajudando ao compartilhar suas experiências profissionais, informações técnicas e operacionais.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Itapina, pelo apoio e pela disponibilização do laboratório de solo, sob os cuidados de Petterson Gonçalves Teixeira.

Aos amigos que fiz nesta casa, e àqueles com quem tive o privilégio de maior convívio, Tafarel, Welington, Bruno, tornando esta passagem por aqui mais agradável.

“Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas, sem ele o oceano seria menor”

Madre Teresa de Calcutá

## **BIOGRAFIA**

SAUL DE ANDRADE JÚNIOR, filho de Saul de Andrade e Maria Madalena Soares, nasceu em 17 de outubro de 1984, em Santa Isabel do Pará-PA.

Em dezembro de 2001 concluiu o curso Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Colatina-ES, atualmente Ifes - *Campus* Itapina.

Em 2003 ingressou na graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), concluindo em 2008.

De 2009 a 2010 trabalhou como bolsista do Consócio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café CBP&D, EMBRAPA/Incaper.

Em 2010 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical no nível de mestrado, na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES/CEUNES), São Mateus-ES, onde obteve o título de mestre em 26 de abril de 2012.

Em 2013 atuou como professor da rede MEPES em Marilândia-ES.

Em 2016 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFES, em nível de doutorado, tendo defendido sua tese de doutorado em 2020.

## RESUMO

O envelhecimento dos ramos do cafeeiro conduz à queda do potencial produtivo da lavoura, fazendo-se necessária a substituição dos ramos por outros que sejam novos e vigorosos. Assim, a poda constituiu-se uma das práticas essenciais ao revigoramento das plantas de café. Como a intervenção da poda é diretamente realizada sobre a parte aérea, os efeitos sobre o tamanho e a arquitetura da copa são evidentes, entretanto, essa intervenção pode causar um efeito proporcional sobre o sistema radicular. Nesse contexto, é de fundamental importância ampliar o conhecimento por meio de mais estudos dos efeitos da poda sobre aspectos do sistema radicular do cafeeiro Conilon. Para tanto, objetivou-se, nesse estudo, avaliar a influência da poda com remoção diferenciada de ramos ortotrópicos e suas implicações para renovação das plantas de cafeeiro Conilon sobre características da copa e produtividade e nas características e distribuição espacial do sistema radicular. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM) do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), a uma altitude de 110 m, com topografia ondulada-acidentada. O plantio foi realizado em setembro de 2010 e as plantas conduzidas com quatro ramos ortotrópicos até 2016 (5ª colheita), no espaçamento de  $3 \times 1$  m, sendo os mesmos exemplares utilizados em dois estudos distintos que compõem esta tese. Num primeiro momento, visando avaliar a influência da poda nas características da copa e da produtividade, o experimento foi disposto em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e oito repetições. As plantas foram submetidas à poda de renovação após a 5ª colheita, os tratamentos foram compostos por diferentes intensidades da poda de renovação, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta, sendo os ramos produtivos remanescentes e depauperados eliminados após a 7ª colheita, finalizando o ciclo de poda. Vinte e seis meses após a implantação dos tratamentos, durante a fase fenológica da floração dos ramos ortotrópicos novos oriundos das brotações, realizou-se a caracterização da parte aérea renovada e, para a caracterização produtiva, utilizou-se a média das produtividades obtidas nas safras de 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019. Num segundo momento, para avaliar a influência da poda nas características e distribuição espacial do sistema radicular, o esquema experimental foi organizado em parcela subdividida, considerando-se três níveis de retirada de ramos ortotrópicos (25%, 50% e 75%) compondo a parcela, três níveis de distância do coleto (15 cm, 30 cm e 45 cm) constituindo a subparcela e quatro níveis de profundidade de amostragem (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm) caracterizando o efeito da subparcela, seguindo o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As plantas foram submetidas à poda de renovação

após a 5ª colheita, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta, e essas diferentes intensidades da poda de renovação compõem os fatores estudados na parcela. Em novembro de 2016, aos 130 dias após a poda, foi realizada a amostragem de raízes, sendo as amostras coletadas às distâncias de 15, 30 e 45 cm do coleto das plantas, em camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm de profundidade. As amostras de raízes foram digitalizadas e processadas para quantificação das características radiculares. Após essas análises, as raízes foram secas para obtenção da matéria seca de cada amostra. Concluiu-se que é possível adotar 25, 50 e 75% de remoção de ramos ortotrópicos como estratégias de poda de renovação sem comprometer o desenvolvimento e a produtividade, entretanto, a intensidade da remoção de ramos ortotrópicos influencia as características do sistema radicular, ocasionando mudanças na distribuição espacial da biomassa, de forma que enquanto o emprego da menor intensidade da poda ocasiona a localização mais concentrada e heterogênea, o aumento da intensidade promove a uniformidade da distribuição da biomassa das raízes.

**Termos para indexação:** Café, conilon, manejo, crescimento.

## ABSTRACT

The aging of coffee branches leads to a fall in the productive potential of the crop, making it necessary to replace the branches with new and vigorous other ones. Thus, pruning was one of the essential practices to invigorate coffee plants. As pruning intervention is directly performed on the aerial part of the plant, the effects on the size and architecture of the canopy are evident, however, this intervention may cause a proportional effect on the root system. In this context, it is of fundamental importance to expand knowledge throughout further studies of the effects of pruning on the aspects of the Conilon coffee tree root system. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of pruning with different removal of orthotropic branches and its implications for renewal of Conilon coffee trees on the canopy characteristics and productivity, as well as on the characteristics and special distribution of the root system. The experiment was carried out on Marilândia's Experimental Farm (FEM) of the Capixaba Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension (Incaper), at an altitude of 110 meters, with rugged-hilled topography. The planting was performed in September, 2010, and the plants were kept with four orthotropic branches up to 2016 (the 5<sup>th</sup> harvest), in a 3x1 meter spacing, the same specimens were used in two other distinct studies which are part of this theses. At first, to evaluate the influence of pruning on the canopy characteristics and productivity, the experiment was arranged in a randomized block design, with three treatments and eight repetitions. The plants were submitted to renewal pruning after the 5<sup>th</sup> harvest, the treatments were composed of different intensities of renewal pruning, with the removal of one, two or three orthotropic branches from each plant, however, the remaining depleted productive branches were eliminated after the 7<sup>th</sup> harvest, ending the pruning cycle. Twenty six months after the implementing of the treatments, during the phenological phase of new orthotropic branch flowering coming from shoots, the productivity of the renewal aerial part was characterized by using the average of the productivity obtained in the 2016-2017, 2017-2018 and 2018-2019 crops. In a second step, in order to evaluate the influence of pruning on the characteristics and special distribution of the root system, the experimental design was organized in a subdivided plot, considering three levels of orthotropic branch removal (25%, 50% and 75%) each plot, three levels of distance for collecting (15 cm, 30 cm and 45 cm) each subplot, and four levels of sample depth (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm and 30-40 cm) characterizing the effect of the subplot, following the randomized block design, with four repetitions. The plants were submitted to renewal pruning after the 5<sup>th</sup> harvest by removing one, two or three orthotropic branches each plant, and the different renewal pruning intensity compose the factors studied in the plot. In November, 2016, 130 days after the pruning, it was performed a root sample, by collecting them at a 15, 30 and 45 cm from the plant center, in layers of 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm in depth. The root samples were digitalized and processed for quantifying the root characteristics. After the analyzes, the roots were dried up to obtain the dry matter of each sample. We concluded it is possible to adopt 25, 50 and 75% of removal of orthotropic branches as a renewal pruning strategy without compromising development and productivity. Nevertheless, the intensity of the removal of orthotropic branches influences the characteristics of the root system, causing changes in the biomass spatial distribution, so that the use of lower intensity pruning leads to a more concentrated and heterogeneous location whereas the increase in intensity promotes the uniformity of the root biomass distribution .

**Keywords:** Coffee, conilon, handling, growth.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
<b>INTENSIDADE DA REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEEIRO CONILON: CARACTERÍSTICAS DA COPA E PRODUTIVIDADE</b> .....	19
RESUMO .....	19
ABSTRACT .....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
CONCLUSÕES .....	27
REFERÊNCIAS .....	28
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	30
<b>REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEEIRO CONILON E SUA INFLUÊNCIA NA ARQUITETURA DO SISTEMA RADICULAR</b> .....	30
RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
CONCLUSÕES .....	53

REFERÊNCIAS .....	54
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	58

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cafés, sendo cada vez mais influente no agronegócio em âmbito internacional (ICO, 2020). O Espírito Santo é o maior produtor de café Conilon do Brasil e estima-se que esse Estado seja responsável por aproximadamente 65% da produção nacional na safra atual (CONAB, 2020); é também referência mundial no desenvolvimento de tecnologias para melhorar a sustentabilidade e produtividade da cafeicultura do Conilon (FERRÃO et al., 2019).

O envelhecimento dos ramos do cafeeiro conduz a queda do potencial produtivo da lavoura, fazendo-se necessária a substituição dos ramos por outros que sejam novos e vigorosos. Assim, a poda constituiu-se como uma das práticas essenciais ao revigoramento das plantas de café, permitindo que a lavoura seja capaz de sustentar altas produtividades novamente (CUNHA et al., 1999; FONSECA et al., 2017) e restabelecer o equilíbrio entre o desenvolvimento da parte aérea e raízes (BRAGANÇA, 2005; RENA; GUIMARÃES, 2000).

Tendo em vista introduzir um sistema padronizado de poda, em substituição a apenas a “recepa” (poda drástica com corte dos ramos ortotrópicos, resultando na remoção de grande parte da copa), estabeleceu-se a “Poda de Produção do Café Conilon”, que visava substituir anualmente ramos ortotrópicos depauperados por novas brotações (SILVEIRA et al., 1993). Atualmente, tem-se destacado o novo manejo de “Poda Programada de Ciclo” (PPC), que, em comparação com a “Poda de Produção do Café Conilon”, associa vantagens como a diminuição da necessidade total de mão de obra, maior facilidade de execução e padronização, aumento da produtividade média e maior estabilidade de produção da lavoura (VERDIN FILHO et al., 2008; 2014).

A PPC consiste em se obter de 12.000 a 15.000 ramos ortotrópicos por hectare, independentemente do espaçamento adotado, bem como a retirada de ramos plagiotrópicos que já produziram mais que 75% da sua capacidade produtiva do ano e a remoção das brotações anualmente, operação denominada “desbrota”. Para tanto, é necessário realizar uma avaliação técnica e econômica para iniciar a renovação que ocorrerá, geralmente, na quarta ou quinta colheita (VERDIN FILHO et al., 2014).

Como a intervenção da poda é diretamente realizada sobre a parte aérea das plantas, os efeitos sobre o tamanho e a arquitetura da copa são evidentes (THOMAZIELLO; PEREIRA, 2008). Entretanto, essa intervenção pode causar um efeito proporcional sobre o sistema radicular, sendo esse efeito mais intenso quanto mais drástica for a poda (RENA; GUIMARÃES, 2000). Informações sobre a quantificação desses efeitos são escassas, devido à dificuldade associada

ao acesso, separação e avaliação das raízes das plantas, que muitas vezes depende de metodologias onerosas, destrutivas e de difícil execução (RONCHI; DaMATTA, 2019).

A morfologia, a profundidade, a arquitetura e a distribuição do sistema radicular de plantas de cafeeiro Conilon podem ser dependentes de diversos fatores, tais como a idade (BRAGANÇA, 2005), relação fonte-dreno (ALVES et al., 2011), densidade de plantio (RONCHI et al., 2015) e características do solo (MOTA et al., 2006). Nesse contexto, é de fundamental importância ampliar o conhecimento por meio de mais estudos dos efeitos da poda sobre aspectos do sistema radicular do cafeeiro Conilon.

Para tanto, objetivou-se, nesse estudo, avaliar a influência da poda com remoção diferenciada de ramos ortotrópicos e suas implicações para renovação das plantas de cafeeiro Conilon.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D.; PAGLIS, C. M.; LIVRAMENTO, D. E. do; LINHARES, S. S. D.; BECKER, F. B.; MESQUITA, A. C. Source-sink manipulations in *Coffea arabica* L. and its effect on growth of shoots and root system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 956-964, 2011.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon** (*Coffea canephora* Pierre). 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2020. 58p.
- CUNHA, R. L.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) depauperados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, p. 222-226, 1999.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DeMUNER, L. H. *Coffea canephora*. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DeMUNER, L. H. **Conilon coffee**. 3.ed. Vitória: Incaper, 2019. p. 29-49.
- FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; RONCHI, C. P.; VOLPI, P. S.; LANI, J. A.; GUARÇONI M., A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Manejo da cultura do café Conilon: plantio, espaçamento, podas e desbrotas. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. p. 275-301.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Monthly export statistics: may 2020**. London: ICO, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- MOTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, p. 455-463, 2006.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80p.
- RONCHI, C. P.; DaMATTA, F. M. Physiological aspects of Conilon coffee. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DeMUNER, L. H. **Conilon Coffee**. 3.ed. Vitória: Incaper, 2019. p. 111-143.
- RONCHI, C. P.; SOUSA JÚNIOR, J. M.; ALMEIDA, W. L., SOUZA, D. S.; SILVA, N. O.; OLIVEIRA, L. B.; GUERRA, A. M. N. M. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidos a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 187-195, 2015.
- SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S.; BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A. **A poda do café Conilon**. Vitória: Emcapa, 1993. 14p.

THOMAZIELLO, R. A.; PEREIRA, S. P. **Poda e condução do cafeeiro arábica**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 39p.

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. **Poda programada de ciclo para o café Conilon**. Vitória: Incaper, 2008. 4p.

VERDIN FILHO, A. C.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; RODRIGUES, W. N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science** v. 9, n. 4, p. 489- 494, 2014.

## CAPÍTULO 1

### INTENSIDADE DA REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEIRO CONILON: CARACTERÍSTICAS DA COPA E PRODUTIVIDADE

#### RESUMO

A poda é uma opção para a renovação do vigor vegetativo e do potencial produtivo das plantas. Objetivou-se neste estudo avaliar a influência da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda sobre características da copa e produtividade do cafeeiro Conilon. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM) do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), a uma altitude de 110 m, com topografia ondulada-acidentada. O plantio foi realizado em setembro de 2010 e as plantas conduzidas com quatro ramos ortotrópicos até 2016 (5ª colheita), no espaçamento de 3 × 1 m, sendo o experimento disposto em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e oito repetições. As plantas foram submetidas à poda de renovação após a 5ª colheita, sendo os tratamentos compostos por diferentes intensidades da poda de renovação, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta, e os ramos produtivos remanescentes e depauperados foram eliminados após a 7ª colheita, finalizando o ciclo de poda. Vinte e seis meses após a implantação dos tratamentos, durante a fase fenológica da floração dos ramos ortotrópicos novos oriundos das brotações, realizou-se a caracterização da parte aérea renovada e, para a caracterização produtiva, utilizou-se a média das produtividades obtidas nas safras de 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019. Concluiu-se que a alteração da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda para renovação, nas condições avaliadas, não foi suficiente para modificar características da copa e a produtividade média do cafeeiro Conilon, sendo possível adotar intensidades de 25%, 50% ou 75%. É possível que a modificação da intensidade da poda influencie outros aspectos do crescimento e da produtividade, sendo necessários estudos que elucidem essa influência sobre parâmetros e épocas além dos contemplados nesse estudo.

**Termos para indexação:** *Coffea canephora*, dossel, manejo de poda, produção.

## ABSTRACT

### REMOVAL OF ORTHOTROPIC BRANCHES IN COFFEE CONILON PRUNING AND ITS INFLUENCE ON CUP RENEWAL AND PRODUCTION

Pruning is an option for renewing the vegetative vigor and productive potential of plants. The aim of this study was to evaluate the influence of the orthotropic branches removal intensity during the pruning on the canopy characteristics and productivity of the Conilon coffee tree. The experiment was conducted on Marilândia's Experimental Farm (FEM) of the Capixaba Institute for Research, Technical Assistance and Rural Extension (Incaper), at an altitude of 110 meters, with rugged-hilled topography. The planting was performed in September, 2010 and the plants were conducted with four orthotropic branches until 2016 (5th harvest), in a 3x1 m spacing. The experiment was arranged in a randomized block design, with three treatments and eight repetitions. The plants were submitted to renewal pruning after the 5th harvest, and the treatments consisted of different intensities of renewal pruning, with removal of one, two and three orthotropic branches from each plant, and the remaining and depleted productive branches were eliminated after the 7th harvest, ending the pruning cycle. Twenty-six months after the implantation of the treatments, during the phenological phase of the new orthotropic branches flowering coming from the shoots, the renewed aerial part was characterized and, for the productive characterization, it was used the average of the productivity obtained in the 2016-2017, 2017-2018 and 2018-2019 crops. We concluded the alteration in removal intensity of the orthotropic branches during pruning for renewal, under the evaluated conditions, was not sufficient to modify the characteristics of the canopy and the average productivity of the Conilon coffee tree, being possible to adopt intensities of 25%, 50% or 75 %. It is possible that the modification of the pruning intensity influences other aspects of growth and productivity, therefore, further studies are needed to elucidate this influence on parameters and times beyond the ones contemplated in this study.

**Keywords:** Coffee, robust, pruning, WinRhizo, root system.

## INTRODUÇÃO

O café apresenta uma grande importância econômica em mais de 80 países onde é cultivado, sendo que o Brasil chega a ser responsável por um terço da produção do café mundial (ICO, 2020) e o Estado do Espírito Santo, com apenas 0,5% do território nacional, é o segundo maior produtor de cafés brasileiros, contribuindo com aproximadamente 65% da produção de Conilon nacional (CONAB, 2020).

Contudo, existem grandes diferenças de produtividade em lavouras de café Conilon, que podem ser decorrentes de diversos fatores, como a variabilidade genética da espécie (FONSECA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2015), a densidade de plantio (CASSIDY; KUMAR 1984), o crescimento e o manejo de podas (DaMATTA et al., 2017; VERDIN FILHO et al., 2014; 2016). Lavouras cultivadas em livre crescimento (sem a condução da parte área pelo manejo de podas) geralmente apresentam uma diminuição de produtividade mais precoce do que lavouras com crescimento manejado por podas. A poda, portanto, é uma opção para renovação do vigor vegetativo e do potencial produtivo das plantas de Conilon, além de contribuir para a melhor iluminação e arejamento no interior da copa, facilitando os tratamentos culturais e fitossanitários (FONSECA et al., 2017).

Para o manejo de podas do cafeeiro Conilon, avanços consideráveis foram obtidos ao longo do tempo. Para fins de padronização das lavouras, estabeleceu-se a “Poda de Produção do Café Conilon”, que visava substituir ramos ortotrópicos depauperados por novas brotações e evitar as “recepas” (SILVEIRA et al., 1993). A evolução desse sistema de manejo de podas deu origem à “Poda Programada de Ciclo” (PPC) (VERDIN FILHO et al., 2009), que preconiza a renovação cíclica e gradual da copa do cafeeiro, com substituição de ramos ortotrópicos depauperados e remoção racional de ramos plagiotrópicos para modular a arquitetura das plantas.

A manutenção de ramos ortotrópicos alternativamente à remoção simultânea de todos os ramos (recepta) é mais indicada para a renovação da copa do cafeeiro Conilon, com ganhos de produtividade ao longo das safras e outros benefícios (VERDIN FILHO et al., 2013).

O número de ramos mantido por planta pode influenciar aspectos morfológicos e produtivos, tanto do cafeeiro Conilon (VERDIN FILHO et al., 2014) quanto do cafeeiro arábica (VERDIN FILHO et al. 2016; COLODETTI et al., 2020). Para o equilíbrio entre o desenvolvimento da parte área e do sistema radicular, sabe-se que o aumento da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda pode ser responsável pela mortalidade de plantas no campo (BRAGANÇA et al., 2010). No entanto, os possíveis efeitos da intensidade da poda

(quantidade de ramos que é eliminada) nas plantas necessitam ser mais explorados e elucidados.

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a influência da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda sobre características da copa e produtividade do cafeeiro Conilon.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do local**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM) do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no município de Marilândia, no noroeste do Espírito Santo. O local encontra-se a uma altitude de 110 m, com topografia ondulada-acidentada, latitude de 19°24'25" sul e longitude de 40°32'20" oeste. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e sua classificação textural é franco argiloso arenoso. A região apresenta clima tipo subtropical úmido (Cwa) segundo a classificação climática proposta por Köppen (FEITOSA et al., 1999). Durante o período do estudo (36 meses), observou-se média anual de 24,2 °C de temperatura média do ar e 962,8 mm de precipitação acumulada, determinadas por estação meteorológica automática instalada nas proximidades do experimento.

### **Condução das plantas**

O campo experimento foi formado por mudas clonais obtidas por estaquia, oriundas de genótipos do banco de germoplasma ativo do programa de melhoramento genético do cafeeiro Conilon conduzido pelo Incaper. As plantas foram plantadas em setembro de 2010 e conduzidas com quatro ramos ortotrópicos até 2016 (5ª colheita), no espaçamento de 3 × 1 m, totalizando 3.333 plantas e 13.332 ramos ortotrópicos por hectare.

Foi empregada irrigação de salvamento em momentos críticos de alta demanda hídrica pela cultura e durante a ocorrência de veranicos, por meio de sistema de irrigação localizada do tipo micro spray.

O manejo nutricional da lavoura foi realizado com base nos resultados de análises do solo e da produtividade esperada da cultura, em conformidade com as atuais recomendações para o cafeeiro Conilon (PREZOTTI et al., 2007; FERRÃO et al., 2017). O manejo fitossanitário e de plantas espontâneas seguiu as recomendações de monitoramento e controle recomendadas para o cafeeiro Conilon no Estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2017).

### **Delineamento experimental e descrição dos tratamentos**

O experimento foi disposto em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e oito repetições. A parcela experimental foi composta de quatro plantas para avaliações dispostas em linha, com plantas adjacentes formando bordaduras, tanto nas extremidades quanto entre as linhas das parcelas experimentais. As plantas da bordadura foram padronizadas e conduzidas com apenas um ramo ortotrópico.

As plantas foram submetidas à poda de renovação após a 5ª colheita, no momento em que se identificou a diminuição do vigor vegetativo e da capacidade produtiva das plantas (FONSECA et al., 2017). Os tratamentos foram compostos por diferentes intensidades da poda de renovação, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta (Tabela 1). As demais operações de poda (retirada de ramos plagiotrópicos e brotações) foram realizadas em conformidade com a recomendação da “Poda Programada de Ciclo” para cafeeiro Conilon (VERDIN FILHO et al., 2014), diferindo apenas quanto à proporção de ramos ortotrópicos eliminados na etapa de renovação.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos quanto à remoção de ramos e intensidade das podas

Ramos por planta (da formação à 5ª colheita)	Número de ramos removidos na poda (após a 5ª colheita)	Intensidade da poda (após a 5ª colheita)	Ramos produtivos e brotações por planta (6ª colheita)
4	1	25%	3 ramos produtivos + 4 brotações
4	2	50%	2 ramos produtivos + 4 brotações
4	3	75%	1 ramo produtivo + 4 brotações

Os ramos produtivos remanescentes e depauperados foram eliminados após a 7ª colheita, finalizando o ciclo de poda. Ao final do processo, as quatro brotações formaram a copa renovada das plantas e aptas para sustentar a produção de frutos do próximo ciclo.

### **Caracterização da parte aérea renovada**

Durante a fase fenológica da floração dos ramos ortotrópicos novos oriundos das brotações (Figura 1), realizou-se a caracterização da parte aérea renovada. Essa avaliação foi realizada 26 meses após a implantação dos tratamentos com as diferentes intensidades de poda.



**Figura 1.** Florada das plantas de cafeeiro Conilon e momento das avaliações de caracterização da parte aérea renovada, aos 26 meses após a poda (Marilândia-ES, 2018).

O comprimento dos ramos ortotrópicos renovados (m) foi quantificado com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, com base na distância linear entre o local de inserção no tronco original e o ápice do ramo. O diâmetro do caule ortotrópico renovado (mm) foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital, medido no entrenó da base do ramo. O diâmetro da copa renovada (m) foi quantificado com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, com base nas extremidades transversais da copa dos quatro ramos renovados. O número de ramos plagiotrópicos (unidades) foi quantificado com contagem da quantidade média de ramos plagiotrópicos por ramo ortotrópico renovado.

### **Caracterização da produtividade**

Para a caracterização produtiva, utilizou-se a média das produtividades obtidas nas safras de 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019. Para a safra de 2016-2017, realizou-se a colheita dos ramos ortotrópicos remanescentes da poda efetivada no ano anterior. Para as safras 2017-2018 e 2018-2019, realizou-se a colheita dos ramos ortotrópicos renovados. Para ambas as safras, as colheitas foram realizadas por derrça manual em peneira quando, pelo menos, 80% dos frutos encontravam-se no estágio de “cereja” (FERRÃO et al., 2017).

Os frutos colhidos de cada parcela experimental foram pesados em balança eletrônica (precisão de 5 g). Uma amostra de 3 kg foi levada a terreiro suspenso coberto para secagem, até a umidade de 12% em base úmida, aferida com medidor digital de umidade de grãos (Gehaka, modelo G600). Após a secagem, as amostras foram beneficiadas e pesadas para cálculo do rendimento por parcela experimental. A produtividade foi estimada com base na massa de café colhido, no rendimento e na população de plantas por hectare. A produtividade média (sc ha<sup>-1</sup>) dos tratamentos foi estimada com base nos resultados das safras 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019.

### Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ambas considerando um nível de 5% de confiança. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas para a caracterização da parte aérea renovada e da produtividade média das plantas de cafeeiro Conilon submetidas aos diferentes tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização da parte aérea renovada e da produtividade média de plantas de cafeeiro Conilon submetidas a diferentes intensidades da remoção de ramos ortotrópicos na poda (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper)

Número de ramos eliminados na poda	Comprimento dos ramos ortotrópicos renovado <sup>1</sup> (m)	Diâmetro do caule ortotrópico renovado <sup>1</sup> (mm)	Diâmetro da copa renovada <sup>1</sup> (m)
1 ramo	1,69 a	28,32 a	2,23 a
2 ramos	1,71 a	28,72 a	2,16 a
3 ramos	1,76 a	28,43 a	2,18 a
CV (%)	5,36	8,22	7,13
Número de ramos eliminados na poda	Número de ramos plagiotrópicos por ramo ortotrópico renovado <sup>1</sup>	Produtividade média <sup>2</sup> (sc ha <sup>-1</sup> )	
1 ramo	64,76 a	49,85 a	
2 ramos	65,26 a	49,80 a	
3 ramos	66,50 a	46,68 a	
CV (%)	9,35	14,24	

<sup>1</sup>Avaliações na copa renovada, aos 26 meses após a implantação dos tratamentos com as diferentes intensidades de poda; <sup>2</sup>Média de três safras 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

A adaptação das plantas a diferentes condições de cultivo pode se dar pela modificação do seu padrão de crescimento (LIU et al., 2018). Com base nos resultados, notou-se que os padrões de crescimento das copas renovadas em comprimento vertical, lateral e em espessura do caule não foram alterados em resposta à intensidade de podas, considerando o período amostrado (aos 26 meses após a poda).

O aumento na intensidade do sombreamento pode acarretar no estiolamento de estruturas vegetativas das plantas (BRUM, 2007; RICCI et al., 2006) e das brotações do cafeeiro Conilon (FONSECA et al., 2017). Essa implicação é fundamental no estabelecimento do manejo de poda de renovação do cafeeiro, que visa garantir o desenvolvimento adequado da copa renovada. Entretanto, no presente estudo, notou-se que mesmo as podas menos intensas não tiveram um efeito negativo sobre o crescimento das brotações após o período amostrado. Esse fato demonstra que possíveis efeitos do aumento da radiação incidente sobre as brotações nas podas mais intensas não ocasionaram uma alteração do desenvolvimento das brotações que compuseram as copas renovadas. Além disso, a relação entre o desenvolvimento dos novos ramos ortotrópicos em termos de comprimento vertical e a diâmetro do caule evidenciou que as menores intensidades de poda não causaram estiolamento, não apresentando efeito significativamente diferente das demais (Tabela 2).

De modo similar, não foram observados efeitos negativos com a alteração da intensidade de poda sobre o desenvolvimento dos ramos plagiotrópicos, tanto em extensão lateral quanto em número (Tabela 2). Indicando que não houve efeito de um possível sombreamento excessivo causado pela menor intensidade de poda, o que poderia levar ao estiolamento desses ramos, conforme verificado para o cafeeiro Conilon sombreado por pupunheira (BRUM, 2007).

A última colheita dos ramos ortotrópicos remanescentes, realizada na safra 2016-2017, que correspondeu à última produção das plantas antes da renovação de sua parte aérea (ramos depauperados após seis ciclos produtivos), resultou em produtividades menores (19,48 sc ha<sup>-1</sup>). Ressalta-se que valores de produtividade relativamente menores foram observados com a remoção de três ramos ortotrópicos (aproximadamente 32% inferior em relação à média da safra 2016-2017).

Na safra 2017-2018, quando os ramos ortotrópicos renovados oriundos das brotações já refizeram a copa das plantas e encontravam-se em seu primeiro ciclo produtivo, a produtividade média obtida com os tratamentos foi de aproximadamente 32,25 sc ha<sup>-1</sup>. A maior intensidade

da poda foi responsável por uma produtividade relativamente menor (aproximadamente 21% inferior em relação à média da safra 2017-2018).

No segundo ciclo reprodutivo (safra 2018-2019), quando as plantas já se encontravam com suas copas completamente renovadas, as médias de produtividade alcançaram 94,59 sc ha<sup>-1</sup>. Nesse caso, o tratamento com a maior intensidade de poda atingiu médias de produtividade relativamente maiores (aproximadamente 7% superior em relação à média da safra 2018-2019). A branda inversão de respostas em produtividade em função das intensidades de poda, ao longo das safras amostradas durante o processo de renovação das copas (último ciclo produtivo dos ramos ortotrópicos depauperados e os dois primeiros dos ramos renovados), resultou na não diferenciação das médias obtidas com os tratamentos quando se considera a média de produtividade das três safras (Tabela 2). Esse fato embasa a possibilidade de adaptação da intensidade da poda a ser empregada (considerando a etapa de remoção dos ramos ortotrópicos depauperados) para condições específicas de diferentes sistemas de cultivo, levando em consideração outros fatores, tal como a demanda de mão de obra e custo para operações de desbrotas (FONSECA et al., 2017).

## CONCLUSÕES

A alteração da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda para renovação, nas condições avaliadas, não foi suficiente para modificar características da copa e a produtividade média do cafeeiro Conilon, sendo possível adotar intensidades de 25%, 50% ou 75%.

É possível que a modificação da intensidade da poda influencie outros aspectos do crescimento e da produtividade do cafeeiro Conilon, sendo necessários estudos que elucidem essa influência sobre parâmetros e épocas além dos contemplados nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BRAGANÇA, S. M.; MARTINES, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; LANI, J. A.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V. H. Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, v.57, n.1, p.48-52, 2010.
- BRUM, V. J. **Café Conilon em sombreamento com pupunha**. 149f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2007.
- CASSIDY, D. M. S.; KUMAR, D. Root distribution of *Coffea arabica* L. in Zimbabwe. I. The effect of plant density, mulch, cova planting and shade in Chipinge. Zimbabwe **Journal of Agricultural Research**, v.22, p.119-132, 1984.
- COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; CAVATTE, P. C.; REIS, E. F.; VERDIN FILHO, A. C.; BRINATE, S. V. B.; MARTINS, L. D.; CHRISTO, B. F.; ANDRADE JUNIOR, S.; TOMAZ, M. A. Managing the number of orthotropic stems in *Coffea arabica* as strategy for cultivation at low-altitude regions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 3, p. 447-454, 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2020. 58p.
- DaMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; SALES, E. F.; ARAÚJO, J. B. S. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. p.481-494.
- FEITOSA, L. R.; CASTRO, L. L. F.; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M. B.; STOCKING, M. S.; BOREL, R. M. A.; FULLIN, E. A.; CERQUEIRA, A. F.; SALGADO, J. S.; FEITOZA, H. N.; STOCK, L. A.; MANK, A. M.; DESSAUNE FILHO, N.; MANK, A. M.; FERINGA, W.; MARTINEZ, J. A. **Mapa das unidades naturais do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1999. Mapa na escala 1:400000 Colorido.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. 784p.
- FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; BRAGANÇA, S. M. Genetic divergence in Conilon coffee. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 599-605, 2006.
- FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; ROCHI, C. P.; VOLPI, P. S.; LANI, J. A.; GUARÇONI, A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Manejo da cultura do café conilon: plantio, espaçamento, poda e desbrotas. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. p. 275-301.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Monthly export statistics: may 2020**. London: ICO, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

LIU, N.; WU, S.; GUO, Q.; WANG, J.; CAO, C.; WANG, J. Leaf nitrogen assimilation and partitioning differ among subtropical forest plants in response to canopy addition of nitrogen treatments. **Science of the Total Environment**, v.637-638, p.1026-1034, 2018.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª Aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

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

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. Diversity among genotypes of Conilon coffee selected in Espírito Santo state. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 6, p. 1643-1650, 2015.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S.; BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A. **A poda do café conilon**. Vitória: Emcapa, 1993. 14p. (Emcapa. Documentos 80).

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS – SAEG. **Sistema para análises estatísticas: Versão 9.1**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FERRÃO, R. G.; LANI, J. A.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FREITAS, M. A. Produtividade de café Conilon renovado por meio da poda programada de ciclo e da recepa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 39. Poços de Caldas, 2013. **Com boa tecnologia, mais café se anuncia...** Varginha: MAPA/PROCAFÉ. p.109-110. 2013.

VERDIN FILHO, A. C.; SILVEIRA, J. S. M.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A.; 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, 2009. (Documento nº 163).

VERDIN 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. New management technology for Arabica coffee: the cyclic pruning program for Arabica coffee. **Coffee Science**, v. 11, n. 4, p. 475-483, 2016.

VERDIN FILHO, A.C.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; RODRIGUES, W.N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science**, v.9, n.4, p.489- 494, 2014.

## CAPÍTULO 2

### REMOÇÃO DE RAMOS ORTOTRÓPICOS NA PODA DO CAFEIEIRO CONILON E SUA INFLUÊNCIA NA ARQUITETURA DO SISTEMA RADICULAR

#### RESUMO

A poda constituiu-se uma das práticas essenciais ao revigoração das plantas de café, sendo os efeitos sobre o tamanho e a arquitetura da copa evidentes, entretanto, essa intervenção pode causar um efeito proporcional sobre o sistema radicular. Objetivou-se neste estudo avaliar a influência da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda sobre as características e a distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro Conilon. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM) do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no município de Marilândia, no noroeste do Espírito Santo. O local encontra-se a uma altitude de 110 m, com topografia ondulada-acidentada. O plantio foi realizado em setembro de 2010 e as plantas conduzidas com quatro ramos ortotrópicos até 2016 (5ª colheita), no espaçamento de  $3 \times 1$  m, adotando-se o esquema experimental em parcela subdividida, considerando-se três níveis de retirada de ramos ortotrópicos (25%, 50% e 75%) compondo a parcela, três níveis de distância do coleto (15 cm, 30 cm e 45 cm) constituindo a subparcela e quatro níveis de profundidade de amostragem (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm) caracterizando o efeito da subparcela, seguindo delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As plantas foram submetidas à poda de renovação após a 5ª colheita, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta, e essas diferentes intensidades da poda de renovação compõem os fatores estudados na parcela. Em novembro de 2016, aos 130 dias após a poda, foi realizada a amostragem de raízes, coletadas às distâncias de 15, 30 e 45 cm do coleto das plantas, em camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm de profundidade. Concluiu-se que a intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda influencia as características do sistema radicular do cafeeiro Conilon, sendo possível observar alterações resultantes da interação da intensidade da poda com a distância do coleto e a profundidade no solo, uma vez que há mudanças na distribuição espacial da biomassa do sistema radicular em resposta à intensidade de remoção de ramos ortotrópicos na poda de renovação. Enquanto o emprego da menor intensidade da poda ocasiona a localização mais concentrada e heterogênea, o aumento da intensidade promove a uniformidade da distribuição da biomassa das raízes.

**Termos para indexação:** Café, robusta, manejo, WinRhizo, sistema radicular.

## ABSTRACT

### REMOVAL OF ORTHOTROPIC BRANCHES IN COFFEE CONILON PRUNING AND ITS INFLUENCE ON THE RADICULAR SYSTEM ARCHITECTURE

Pruning was one of the essential practices to invigorate coffee plants, thus, the effects on the size and architecture of the canopy are evident. However, this intervention may bring about a proportional effect on the root system. The aim of this study was to evaluate the influence of the intensity of the orthotropic branches removal during pruning on the characteristics and spatial distribution of Conilon coffee tree root system. The experiment was conducted on Marilândia's Experimental Farm (FEM) of the Capixaba Institute for Research, Technical Assistance and Rural Extension (Incaper), in the municipality of Marilândia, in the northwest of Espírito Santo. The site is at an altitude of 110 m, with rugged-hilled topography. The planting was carried out in September, 2010 and the plants were conducted with four orthotropic branches until 2016 (5th harvest), in a 3x1 m spacing, adopting the experimental design in subdivided plot, considering three levels of orthotropic branch removal (25%, 50% and 75%) composing the plot, three levels of distance for collecting (15 cm, 30 cm and 45 cm) constituting the subplot and four levels of sample depth (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm and 30-40 cm) characterizing the effect of the subplot, following a randomized block design, with four repetitions. The plants were submitted to renewal pruning after the 5th harvest, with the removal of one, two and three orthotropic branches each plant, and these different intensities of renewal pruning make up the factors studied in the plot. In November 2016, after 130 days from pruning, the root sampling was performed, collected at distances of 15, 30 and 45 cm from the plant, in layers of 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm in depth. We concluded the intensity of the orthotropic branches removal during pruning influences the characteristics of the Conilon coffee tree root system, and it is possible to observe changes due to the interaction of pruning intensity with collecting distance and soil depth, since there are changes in the spatial distribution of the root system biomass in response to the intensity of orthotropic branches removal during renewal pruning. Whereas the use of lower pruning intensity causes more concentrated and heterogeneous location, the increase in intensity promotes uniformity in the distribution of the root biomass.

**Keywords:** Coffee, robust, management, WinRhizo, root system.

## INTRODUÇÃO

O Brasil produz um terço da produção mundial de café (ICO, 2020) e o Estado do Espírito Santo contribui com aproximadamente 65% da produção de Conilon nacional (CONAB, 2020). A sustentabilidade das lavouras de café Conilon depende da adoção de um conjunto de práticas de manejo, dentre elas, a intervenção sobre o desenvolvimento das plantas tem grande importância. Sabe-se que plantas de cafeeiro Conilon cultivadas em livre crescimento tendem a apresentar uma curva de produtividade com valores máximos entre a terceira e quinta colheita, com declínio a partir dessa (SILVEIRA, 1995). Assim, a intervenção sobre o crescimento constituiu uma das práticas necessárias para que a lavoura seja capaz de sustentar altas produtividades novamente (CUNHA et al., 1999; FONSECA et al., 2017).

O manejo de poda favorece o revigoramento de plantas, permitindo a substituição de ramos depauperados e a elevação do vigor (SILVA et al., 2016). Atualmente, o manejo de poda mais utilizado para o cafeeiro Conilon é a Poda Programada de Ciclo (VERDIN FILHO et al., 2014). A intervenção das podas pode causar mudanças nos padrões de fixação e alocação de biomassa da planta (MEDIENE et al., 2002; BRAGANÇA, 2005; MORAIS et al., 2012), possibilitando o restabelecimento do equilíbrio entre o desenvolvimento da parte aérea e das raízes (BRAGANÇA, 2005; RENA; GUIMARÃES, 2000).

Uma vez que há uma relação direta entre a manutenção da parte aérea e do sistema radicular, a intervenção da poda na parte aérea pode ocasionar uma mudança no sistema radicular, capaz de interferir na dinâmica de absorção de água e nutrientes da planta. Rena e Guimarães (2000) afirmam que qualquer sistema de poda pode causar alterações no equilíbrio entre o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular do cafeeiro, onde podas muito intensas podem resultar em modificações proporcionalmente drásticas, o que resulta na morte de raízes absorventes. Livramento et al. (2007) afirmam que o emprego de podas muito drásticas pode resultar na morte de até 70% das raízes mais finas, menos lignificadas ou absorventes.

Uma maior distribuição radicular favorece a exploração do solo e, conseqüentemente, pode melhorar a aquisição de água e nutrientes pelas plantas (FUGIWARA et al., 1994) e a capacidade de sobrevivência a períodos de seca (SILVA et al., 2010). A morfologia e distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro é resultado da interação de uma série de fatores, tais como a idade da planta (BRAGANÇA, 2005), o manejo hídrico e nutricional (BARRETO et al., 2006), a relação fonte e dreno (ALVES et al., 2011), as práticas culturais (RENA; GUIMARAES, 2000) e a densidade de plantio (RONCHI et al., 2015).

Com a poda há uma redução inicial da distribuição do sistema radicular em função do grau de remoção da parte aérea e posterior estimulação do enraizamento.

A limitação das informações sobre a morfologia e a distribuição do sistema radicular de plantas de café, em especial quando se considera a adoção de práticas específicas de manejo, deve-se principalmente à dificuldade e onerosidade das avaliações para o estudo das mesmas (TOMAZ et al., 2012). Adicionalmente, poucos estudos relacionam o comportamento da distribuição espacial das raízes do cafeeiro em função da intensidade da poda empregada para a renovação da lavoura.

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a influência da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda sobre as características e a distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro Conilon.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do local**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM) do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no município de Marilândia, no noroeste do Espírito Santo. O local encontra-se a uma altitude de 110 m, com topografia ondulada-acidentada, latitude de 19°24'25" sul e longitude de 40°32'20" oeste. A região apresenta clima tipo subtropical úmido (Cwa) segundo a classificação climática proposta por Köppen (FEITOSA et al., 1999). A região apresenta média anual de 24,4 °C de temperatura média do ar e 1.164 mm de precipitação acumulada (CLIMATE-DATA, 2020).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Foram coletadas amostras no campo experimental para realização de análises físico-químicas dos atributos do solo, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização de atributos químicos e físicos do solo, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade (Marilândia-ES, 2016)

Caracterização	Atributos	Camada (cm)	
		0 a 20	20 a 40
Atributos químicos	pH <sup>1</sup>	5,1	4,7
	P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	50,0	10,0
	K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	198,0	140,0
	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	4,1	2,7
	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	1,1	0,8
	Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>5</sup>	0,1	0,2
	H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>6</sup>	3,6	4,0
	Soma de Bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,8	3,9
	CTC potencial (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,4	7,9
	CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,8	4,1
	Saturação por bases (%)	62,0	49,0
	Saturação por alumínio (%)	0,9	4,9
	Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>7</sup>	16,2	-
	Atributos físicos	Areia grossa (%) <sup>8</sup>	34,0
Areia fina (%) <sup>8</sup>		23,0	19,0
Silte (%) <sup>8</sup>		14,0	-
Argila (%) <sup>8</sup>		29,0	57,0
Classificação textural		Franco argiloso arenoso	Argiloso

<sup>1</sup>pH em água (relação 1:2,5); <sup>2</sup>Extraído por Mehlich-1 e determinado por colorimetria; <sup>3</sup>Extraído por Mehlich-1 e determinado por fotometria de chama; <sup>4</sup>Extraído com cloreto de potássio a 1 mol L<sup>-1</sup> e determinado por titulometria; <sup>5</sup>Extraído com cloreto de potássio a 1 mol L<sup>-1</sup> e determinado por espectrofotometria de absorção atômica; <sup>6</sup>Extraído com acetato de cálcio a 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0 e determinado por titulometria; e <sup>7</sup>Extraído por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico e determinado por titulação; <sup>8</sup>Método da pipeta (EMBRAPA, 2017).

### Condução das plantas

O campo experimental foi formado por mudas clonais obtidas por estaquia, oriundas de genótipos do banco de germoplasma ativo do programa de melhoramento genético do cafeeiro Conilon conduzido pelo Incaper. As plantas foram plantadas em setembro de 2010 e conduzidas com quatro ramos ortotrópicos até 2016 (5ª colheita), no espaçamento de 3 × 1 m, totalizando 3.333 plantas e 13.332 ramos ortotrópicos por hectare.

Foi empregada irrigação de salvamento em momentos críticos de alta demanda hídrica pela cultura e durante a ocorrência de veranicos, por meio de sistema de irrigação localizada do tipo micro spray.

O manejo nutricional da lavoura foi realizado com base nos resultados de análises do solo e da produtividade esperada da cultura, em conformidade com as atuais recomendações para o cafeeiro Conilon (PREZOTTI et al., 2007; FERRÃO et al., 2017). O manejo fitossanitário e de plantas espontâneas seguiu as recomendações de monitoramento e controle recomendadas para o cafeeiro Conilon no Estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2017).

### **Delineamento experimental e descrição dos tratamentos**

Utilizou-se o esquema experimental em parcela subsubdividida, considerando-se três níveis de retirada de ramos ortotrópicos (25%, 50% e 75%) compondo a parcela, três níveis de distância do coleto (15 cm, 30 cm e 45 cm) constituindo a subparcela e quatro níveis de profundidade de amostragem (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm) caracterizando o efeito da subsubparcela. O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. De cada parcela experimental, amostraram-se duas plantas dispostas em linha. As parcelas foram separadas por plantas de bordadura, padronizadas e conduzidas com apenas um ramo ortotrópico.

As plantas foram submetidas à poda de renovação após a 5ª colheita, no momento em que se identificou a diminuição do vigor vegetativo e da capacidade produtiva das plantas (FONSECA et al., 2017). Os níveis do fator estudado na parcela foram compostos por diferentes intensidades da poda de renovação, com remoção de um, dois e três ramos ortotrópicos por planta (Tabela 2). As demais operações de poda (retirada de ramos plagiotrópicos e brotações) foram realizadas em conformidade com a recomendação da “Poda Programada de Ciclo” para cafeeiro Conilon (VERDIN FILHO et al., 2014), diferindo apenas quanto à proporção de ramos ortotrópicos eliminados na etapa de renovação.

**Tabela 2.** Descrição da remoção de ramos e intensidade das podas estudadas no fator parcela

Ramos por planta (da formação à 5ª colheita)	Número de ramos removidos na poda (após a 5ª colheita)	Intensidade da poda (após a 5ª colheita)	Ramos produtivos e brotações por planta (6ª colheita)
4	1	25%	3 ramos produtivos + 4 brotações
4	2	50%	2 ramos produtivos + 4 brotações
4	3	75%	1 ramo produtivo + 4 brotações

### **Caracterização da distribuição do sistema radicular após a poda**

Em novembro de 2016, aos 130 dias após a poda, foi realizada a amostragem de raízes. Para a amostragem, utilizou-se uma sonda tipo trado com 82 mm de diâmetro e 55 cm de altura. As amostras foram coletadas às distâncias de 15, 30 e 45 cm do coleto das plantas, até o centro do diâmetro da sonda, sendo, portanto, as distâncias totais de coleta em relação ao coleto das plantas de aproximadamente 11 a 19 cm, 26 a 34 cm, e 41 a 49 cm, respectivamente. Em cada distância foram coletadas amostras nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm de profundidade, nos quatro quadrantes da planta. Cada amostra (considerando as faixas de profundidade de 10 cm) totalizou um volume coletado de 528,10 cm<sup>3</sup>, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Representação da amostragem para avaliação do sistema radicular (Marilândia-ES, 2016).

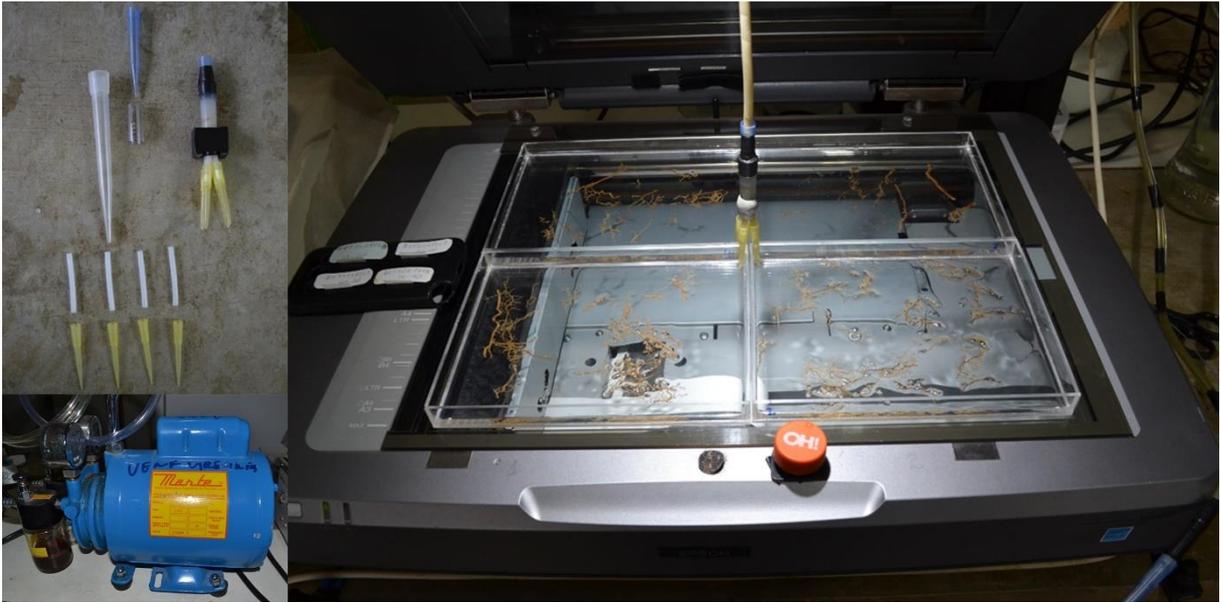
As amostras foram submetidas à lavagem em água corrente, para separação do solo e das raízes, que foram coletadas em peneira (20 mesh), identificadas com etiquetas, acondicionadas em sacolas plásticas e armazenadas à temperatura de 5 °C em solução de álcool (70%). Esse processo permitiu manter a viabilidade das raízes para as avaliações por um período de seis meses.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Fitotecnia do Setor de Fruticultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), onde, para otimização do procedimento, foram dispostas em cubetas de acrílico de 15 cm de largura e 20 cm de comprimento em grupos de quatro cubetas por digitalização (Figura 2). Cada cubeta comportou uma amostra de raízes, as quais ficaram submersas em uma lâmina de água de aproximadamente 15 mm. A digitalização foi realizada simultaneamente para grupos de quatro cubetas com o auxílio de um scanner de leitura ótica (Epson 11000 XL, resolução de 300 dpi).



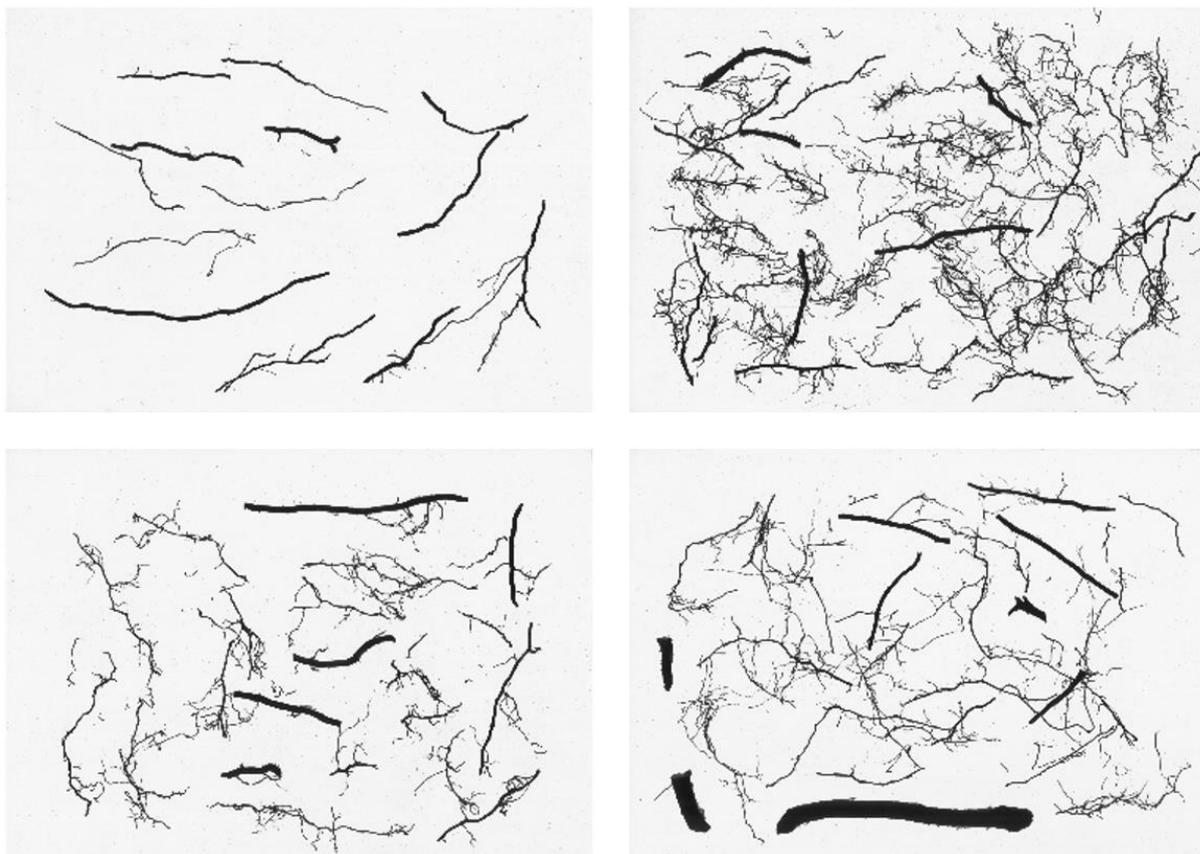
**Figura 2.** Digitalização simultânea de quatro amostras de raízes dispostas em cubetas de 15×20 cm (Laboratório de Fitotecnia do Setor de Fruticultura da UENF, 2017).

Com o objetivo de reduzir erros oriundos de sujidades e presença de corpos estranhos, foi criado um equipamento auxiliar denominado “microteteira”, composto de dois Erlenmeyer (2 L), bomba de vácuo (220 watts), mangueiras e ponteiras de pipetas (com diâmetros de abertura compatíveis para a separação entre raízes e corpos estranhos) (Figura 3). Esse equipamento rudimentar permitiu melhorar a qualidade e agilidade do processamento das imagens.



**Figura 3.** Componentes (a esquerda) e visualização “microteteira” (a direita) sendo utilizada para otimizar a adição e a remoção de água das cubetas para a limpeza das amostras durante o processo de digitalização (Laboratório de Fitotecnia do Setor de Fruticultura da UENF, 2017).

As imagens digitalizadas foram processadas e analisadas com o auxílio do software WinRhizo™ (*Analysis of washed roots and Arabidopsis seedlings*, versão Pro, Regent Instruments) (Figura 4). O processamento das imagens permitiu a quantificação do comprimento total (cm), área projetada total (cm<sup>2</sup>), área superficial total (cm<sup>2</sup>), diâmetro médio (mm) e volume total (cm<sup>3</sup>) das raízes.



**Figura 4.** Exemplos de imagens de raízes sob processamento no software WinRhizo™ (Laboratório de Fitotecnia do Setor de Fruticultura da UENF, 2017).

Após a digitalização e processamento das imagens, as amostras de raízes foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura média de 60 °C, até atingirem massa constante. Após a secagem, as massas de matéria seca de raízes (g) foram obtidas através da pesagem em balança analítica (Shimadzu AUY 220, precisão de 0,0001 g), no laboratório do *campus de Itapina* do Instituto Federal do Espírito Santo.

#### **Análises estatísticas**

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, e, quando detectada significância das interações entre os efeitos das fontes de variação, procedeu-se o estudo dos desdobramentos dos efeitos considerando as interações (priorizando as interações de maior ordem) e as médias foram comparadas utilizando teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas considerando o nível de 5% de probabilidade e com auxílio do programa estatístico SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Intensidade da poda, distância do coleto e profundidade modulando a distribuição das características do sistema radicular

Por meio da análise de variância, notou-se a existência de interação tripla significativa entre os efeitos da intensidade da remoção de ramos ortotrópicos, da profundidade no perfil do solo e da distância do coleto da planta sobre as características das raízes após a poda. Desse modo, foram realizados os desdobramentos das interações para o estudo das médias de massa de matéria seca, comprimento, área projetada, superfície, diâmetro médio e volume de raízes em cada tratamento. Na Tabela 3, foram apresentadas as médias das variáveis analisadas considerando-se a remoção de um ramo ortotrópico na poda de renovação.

**Tabela 3.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e distâncias do coleto de plantas de cafeeiro Conilon, manejadas com a remoção de um ramo ortotrópico na poda de renovação (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Distância do coleto (cm)		
	15 (11-19)	30 (26-34)	45 (41-49)
	Massa de matéria seca (g)		
0-10	0,56 Abc	0,33 Bb	0,31 Ba
10-20	0,73 Ab	0,58 Ba	0,44 Ba
20-30	1,25 Aa	0,61 Ba	0,28 Ca
30-40	0,50 Ac	0,45 Aab	0,45 Aa
	Comprimento total (cm)		
0-10	287,90 Aa	283,74 Aa	285,28 Aa
10-20	331,10 Aa	266,11 Ba	243,13 Bab
20-30	326,95 Aa	249,64 Ba	223,58 Bbc
30-40	194,48 Ab	172,87 Aa	181,37 Ac
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	16,16 Ab	14,57 Aa	15,55 Aa
10-20	18,90 Aa	14,80 Ba	10,77 Cbc
20-30	19,07 Aa	13,45 Ba	11,05 Cb
30-40	12,80 Ac	9,83 Bb	8,87 Bc
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	50,75 Ab	45,77 Aa	48,84 Aa
10-20	59,38 Aa	46,50 Ba	33,83 Cbc
20-30	59,92 Aa	42,26 Ba	34,71 Cb
30-40	40,36 Ac	30,89 Bb	27,85 Bc
	Diâmetro médio (mm)		
0-10	0,61 Ab	0,52 Bb	0,49 Bab
10-20	0,60 Ab	0,53 Bb	0,50 Bab
20-30	0,71 Aa	0,53 Bb	0,46 Cb
30-40	0,65 Aab	0,60 Ba	0,53 Ca
	Volume total (cm <sup>3</sup> )		

0-10	0,87 Ab	0,60 Ba	0,60 Ba
10-20	0,95 Ab	0,60 Ba	0,44 Cb
20-30	1,16 Aa	0,62 Ba	0,38 Cb
30-40	0,69 Ac	0,44 Bb	0,40 Bb

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Para o manejo de poda com a remoção de um ramo ortotrópico, no geral, observou-se que as médias superiores concentraram-se na região mais próxima ao coleto (15 cm), especialmente notável para diâmetro médio e volume total. Ao analisar o efeito da profundidade, não foi possível observar um padrão único de resposta entre todas as variáveis com relação à concentração de maiores médias em uma região específica (Tabela 3).

Os valores médios das variáveis do sistema radicular analisados para o manejo de poda com a remoção de dois ramos ortotrópicos constam na Tabela 4.

**Tabela 4.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e distâncias do coleto de plantas de cafeeiro Conilon, manejadas com a remoção de dois ramos ortotrópicos na poda de renovação (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Distância do coleto (cm)		
	15 (11-19)	30 (26-34)	45 (41-49)
	Massa de matéria seca (g)		
0-10	0,67 Ab	0,47 Bb	0,45 Bab
10-20	1,02 Aa	0,57 Bb	0,30 Cb
20-30	0,92 Aa	0,77 Ba	0,55 Ca
30-40	0,74 Ab	0,44 Bb	0,36 Bb
	Comprimento total (cm)		
0-10	409,38 Aa	394,89 Aa	315,99 Ba
10-20	394,67 Aa	343,07 Bab	280,53 Ca
20-30	292,65 Ab	295,25 Ab	279,86 Aa
30-40	225,23 Ac	227,79 Ac	200,76 Ab
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	21,97 Aa	19,78 Ba	15,49 Ca
10-20	23,50 Aa	17,94 Bab	12,24 Cb
20-30	18,20 Ab	16,98 Ab	12,59 Bb
30-40	14,20 Ac	11,56 Bc	8,81 Cc
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	69,02 Aa	62,13 Ba	48,65 Ca
10-20	73,83 Aa	56,94 Bab	38,46 Cb
20-30	57,18 Ab	53,35 Ab	39,14 Bb
30-40	44,60 Ac	36,31 Bc	27,66 Cc
	Diâmetro médio (mm)		
0-10	0,57 Ac	0,56 ABa	0,52 Ba
10-20	1,16 Aa	0,53 Ba	0,45 Cb
20-30	0,67 Ab	0,53 Ba	0,50 Bab
30-40	0,62 Abc	0,52 Ba	0,49 Bab

Volume total (cm <sup>3</sup> )			
0-10	0,90 Aa	0,77 Ba	0,61 Ca
10-20	2,52 Ab	0,76 Ba	0,43 Cbc
20-30	1,03 Ac	0,75 Ba	0,48 Cb
30-40	0,78 Ad	0,47 Bb	0,36 Cc

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Considerando-se o manejo de poda de renovação com a remoção de dois ramos ortotrópicos por planta, observou-se, no geral, que as maiores médias foram concentradas na região mais próxima ao coleto (15 cm) para a maioria dos parâmetros avaliados, conforme exemplificado pelo comportamento da massa de matéria seca, do diâmetro médio e do volume total das raízes (Tabela 4).

Diferentemente do observado no manejo de poda com a remoção de um ramo ortotrópico (Tabela 3), plantas sujeitas à remoção de dois ramos mostraram uma tendência de diminuição das médias para a maioria das características do sistema radicular em maiores profundidades, como verificado para o comprimento total, a área projetada total, a área superficial total e o volume total de raízes (Tabela 4).

Na Tabela 5 apresenta-se o estudo das médias das variáveis do sistema radicular analisadas com a remoção de três ramos ortotrópicos na poda de renovação.

**Tabela 5.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e distâncias do coleto de plantas de cafeeiro Conilon, manejadas com a remoção de três ramos ortotrópicos na poda de renovação (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Distância do coleto (cm)		
	15 (11-19)	30 (26-34)	45 (41-49)
Massa de matéria seca (g)			
0-10	0,59 Ba	0,86 Aa	0,64 Ba
10-20	0,65 Aa	0,72 Aa	0,48 Bab
20-30	0,72 Aa	0,54 Bb	0,45 Bab
30-40	0,73 Aa	0,49 Bb	0,37 Bb
Comprimento total (cm)			
0-10	393,11 Aa	422,86 Aa	386,19 Aa
10-20	397,90 Aa	306,88 Bb	325,81 Ba
20-30	265,91 Ab	281,26 Ab	212,59 Bb
30-40	207,99 Ac	211,83 Ac	240,64 Ab
Área projetada total (cm <sup>2</sup> )			
0-10	19,75 Ab	19,81 Aa	17,58 Ba
10-20	22,89 Aa	16,49 Bb	15,20 Bb
20-30	16,34 Ac	15,09 Ab	12,07 Bc
30-40	12,00 Ad	10,84 Ac	11,94 Ac
Área superficial total (cm <sup>2</sup> )			

0-10	62,03 ABb	62,23 Aa	56,03 Ba
10-20	71,92 Aa	51,80 Bb	47,75 Bb
20-30	51,35 Ac	46,58 Ab	37,13 Bc
30-40	37,69 Ad	34,04 Ac	36,92 Ac
Diâmetro médio (mm)			
0-10	0,53 Ac	0,53 Aab	0,48 Aa
10-20	0,62 Ab	0,57 Aa	0,47 Ba
20-30	0,73 Aa	0,56 Ba	0,51 Ba
30-40	0,67 Ab	0,50 Bb	0,49 Ba
Volume total (cm <sup>3</sup> )			
0-10	0,80 Ab	0,78 Aa	0,68 Ba
10-20	1,07 Aa	0,74 Ba	0,58 Cab
20-30	1,16 Aa	0,70 Ba	0,48 Cbc
30-40	0,64 Ac	0,45 Bb	0,46 Bc

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

A remoção de um maior número de ramos ortotrópicos na poda causou um efeito mais intenso sobre a localização das maiores médias para as variáveis do sistema radicular em função da distância do coleto. Nesse caso, com a remoção de três ramos, foram observadas médias superiores para a maioria dos parâmetros, desde a região mais próxima ao coleto (15 cm) até a mais distante (45 cm). Foi possível verificar esse comportamento em diferentes faixas de profundidade, inclusive para a faixa de 30 a 40 cm, como exemplificado para o comprimento, área projetada e área superficial total (Tabela 5).

Partelli et al. (2014) observaram uma maior concentração das raízes do cafeeiro nas camadas mais superficiais do solo, com uma diminuição em função do aprofundamento no perfil. Alguns autores relatam que mais de 80% das raízes do cafeeiro concentraram-se até 25 cm de profundidade no solo (RONCHI et al., 2015; GÓMEZ et al., 2018; RENDÓN; GIRALDO, 2019). Com relação a características do sistema radicular do cafeeiro Conilon, Partelli et al. (2020) também relatam a ocorrência de maior área superficial, volume e comprimento de raízes nas camadas até 20 cm de profundidade, descrevendo uma distribuição menos discrepante na superfície do solo e em camadas mais profundas. Os padrões de distribuição das raízes no solo descritos nesses trabalhos sustentam os observados no presente estudo, que mostraram certa uniformidade, para algumas características do sistema radicular, em relação às distâncias do coleto em diferentes faixas de profundidade.

Na Tabela 6 apresenta-se o estudo das médias das variáveis do sistema radicular analisadas à distância de 15 cm do coleto. O emprego da poda com maior intensidade de remoção de ramos ocasionou um aumento da uniformidade de distribuição da massa de matéria seca de raízes ao longo das faixas de profundidade, não ocorrendo diferenciação estatística entre as mesmas.

Dentro do desdobramento da interação, no geral e independentemente da profundidade, observaram-se maiores médias para o comprimento, área projetada e área superficial totais das raízes nos tratamentos sujeitos à remoção de dois ramos ortotrópicos por planta.

**Tabela 6.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma distância de 15 cm do coleto das plantas (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Remoção de ramos por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
	Massa de matéria seca (g)		
0-10	0,56 Abc	0,67 Ab	0,59 Aa
10-20	0,73 Bb	1,02 Aa	0,65 Ba
20-30	1,25 Aa	0,92 Ba	0,72 Ca
30-40	0,50 Bc	0,74 Ab	0,73 Aa
	Comprimento total (cm)		
0-10	287,90 Ba	409,38 Aa	393,11 Aa
10-20	331,10 Ba	394,67 Aa	397,90 Aa
20-30	326,95 Aa	292,65 ABb	265,91 Bb
30-40	194,48 Ab	225,23 Ac	207,99 Ac
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	16,16 Cb	21,97 Aa	19,75 Bb
10-20	18,90 Ba	23,50 Aa	22,89 Aa
20-30	19,07 Aa	18,20 Ab	16,34 Bc
30-40	12,80 ABc	14,20 Ac	12,00 Bd
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	50,75 Cb	69,02 Aa	62,04 Bb
10-20	59,38 Ba	73,83 Aa	71,92 Aa
20-30	59,92 Aa	57,18 ABb	51,35 Bc
30-40	40,36 ABc	44,60 Ac	37,69 Bd
	Diâmetro médio (mm)		
0-10	0,61 Ab	0,57 ABc	0,53 Bc
10-20	0,60 Bb	1,16 Aa	0,62 Bb
20-30	0,71 ABa	0,67 Bb	0,73 Aa
30-40	0,65 Aab	0,62 Abc	0,67 Ab
	Volume total (cm <sup>3</sup> )		
0-10	0,87 ABb	0,90 Ac	0,80 Bb
10-20	0,95 Cb	2,53 Aa	1,07 Ba
20-30	1,16 Aa	1,03 Bb	1,16 Aa
30-40	0,69 Bc	0,78 Ad	0,64 Bc

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Os valores médios das variáveis do sistema radicular analisados para a distância de 30 cm do coleto estão apresentados na Tabela 7. Notou-se que as médias para o comprimento, área projetada e área superficial totais das raízes seguiram um padrão semelhante ao descrito anteriormente para a distância de 15 cm. Para as faixas de profundidade de até 30 cm, observou-

se uma uniformidade para a área projetada e área superficial totais das raízes com a remoção de um ramo na poda.

**Tabela 7.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma distância de 30 cm do coleto das plantas (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Remoção de ramos por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
Massa de matéria seca (g)			
0-10	0,33 Bb	0,47 Bb	0,86 Aa
10-20	0,58 Aa	0,57 Ab	0,72 Aa
20-30	0,61 Ba	0,77 Aa	0,54 Bb
30-40	0,45 Aab	0,44 Ab	0,48 Ab
Comprimento total (cm)			
0-10	283,74 Ba	394,89 Aa	422,86 Aa
10-20	266,11 Ba	343,07 Aab	306,88 ABb
20-30	249,64 Aa	295,25 Ab	281,26 Ab
30-40	172,86 Bb	227,79 Ac	211,83 ABc
Área projetada total (cm <sup>2</sup> )			
0-10	14,57 Ba	19,78 Aa	19,81 Aa
10-20	14,80 Ba	17,94 Aab	16,49 ABb
20-30	13,45 Ba	16,98 Ab	15,09 Bb
30-40	9,83 Ab	11,56 Ac	10,83 Ac
Área superficial total (cm <sup>2</sup> )			
0-10	45,77 Ba	62,13 Aa	62,23 Aa
10-20	46,50 Ba	56,93 Aab	51,80 ABb
20-30	42,26 Ba	53,35 Ab	46,58 Bb
30-40	30,89 Ab	36,31 Ac	34,04 Ac
Diâmetro médio (mm)			
0-10	0,52 Ab	0,57 Aa	0,53 Aab
10-20	0,53 Ab	0,52 Aa	0,57 Aa
20-30	0,53 Ab	0,53 Aa	0,56 Aa
30-40	0,60 Aa	0,52 Ba	0,50 Bb
Volume total (cm <sup>3</sup> )			
0-10	0,60 Ba	0,77 Aa	0,78 Aa
10-20	0,60 Ba	0,76 Aa	0,74 Aa
20-30	0,62 Ba	0,75 Aa	0,70 Aa
30-40	0,44 Ab	0,47 Ab	0,45 Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

A intensidade da remoção de ramos na poda não afetou o diâmetro médio das raízes para profundidades de até 30 cm, não havendo também diferenciação estatística entre as médias para as faixas de profundidade amostradas. Comportamento semelhante foi observado para o volume total em função das faixas de profundidade até 30 cm, entretanto, para essa variável, notaram-

se maiores médias com a remoção de dois ou três ramos ortotrópicos na poda de renovação (Tabela 7).

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios das variáveis do sistema radicular analisados para a distância de 45 cm do coleto das plantas. Nessa distância, não foi observada diferenciação entre as médias de massa de matéria seca de raízes das diferentes faixas de profundidade quando se empregou a remoção de apenas um ramo ortotrópico na poda. Essa intensidade de poda (remoção de um ramo) também resultou nas menores médias de comprimento total, independentemente da faixa de profundidade estudada.

**Tabela 8.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes profundidades e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma distância de 45 cm do coleto das plantas (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Profundidade (cm)	Remoção de ramos por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
	Massa de matéria seca (g)		
0-10	0,31 Ba	0,45 Bab	0,64 Aa
10-20	0,44 ABa	0,30Bb	0,48 Aab
20-30	0,28 Ba	0,55 Aa	0,45 ABab
30-40	0,45 Aa	0,36 Ab	0,37 Ab
	Comprimento total (cm)		
0-10	285,28 Ba	315,99 Ba	386,19 Aa
10-20	243,13 Bab	280,53 ABa	325,81 Aa
20-30	223,58 Bbc	279,86 Aa	212,59 Bb
30-40	181,37 Bc	200,76 ABb	240,64 Ab
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	15,55 Ba	15,49 Ba	17,58 Aa
10-20	10,77 Bbc	12,24 Bb	15,20 Ab
20-30	11,05 Ab	12,59 Ab	12,07 Ac
30-40	8,87 Bc	8,81 Bc	11,94 Ac
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
0-10	48,84 Ba	48,65 Ba	56,03 Aa
10-20	33,83 Bbc	38,46 Bb	47,75 Ab
20-30	34,71 Ab	39,14 Ab	37,13 Ac
30-40	27,85 Bc	27,66 Bc	36,92 Ac
	Diâmetro médio (mm)		
0-10	0,49 Aab	0,52 Aa	0,48 Aa
10-20	0,50 Aab	0,45 Ab	0,47 Aa
20-30	0,46 Ab	0,50 Aab	0,51 Aa
30-40	0,53 Aa	0,49 Aab	0,49 Aa
	Volume total (cm <sup>3</sup> )		
0-10	0,60 Aa	0,61 Aa	0,68 Aa
10-20	0,44 Bb	0,43 Bbc	0,58 Aab
20-30	0,38 Bb	0,48 Ab	0,48 Abc
30-40	0,40 ABb	0,36 Bc	0,46 Ac

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

O manejo de poda com emprego da remoção de três ramos ortotrópicos ocasionou as maiores médias de área projetada, área superficial e volume totais de raízes, independentemente da profundidade, para a região amostrada mais distante do colete. Para o diâmetro médio, a intensidade de remoção de ramos não teve efeito significativo, entretanto, diferenças foram observadas na comparação entre as faixas de profundidade com a remoção de um e dois ramos por planta (Tabela 8).

Na Tabela 9, apresentam-se as médias das variáveis do sistema radicular analisadas à profundidade de 0-10 cm.

**Tabela 9.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes distâncias do colete e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma faixa de profundidade de 0-10 cm no solo (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Distância (cm)	Remoção de haste por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
	Massa de matéria seca (g)		
15 (11-19)	0,56 Aa	0,67 Aa	0,59 Ab
30 (26-34)	0,33 Bb	0,47 Bb	0,86 Aa
45 (41-49)	0,31 Bb	0,45 Bb	0,64 Ab
	Comprimento total (cm)		
15 (11-19)	287,90 Ba	409,38 Aa	393,11 Aa
30 (26-34)	283,74 Ba	394,89 Aa	422,86 Aa
45 (41-49)	285,28 Ba	315,99 Bb	386,19 Aa
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
15 (11-19)	16,16 Ca	21,97 Aa	19,75 Ba
30 (26-34)	14,57 Ba	19,78 Ab	19,81 Aa
45 (41-49)	15,55 Ba	15,49 Bc	17,58 Ab
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
15 (11-19)	50,75 Ca	69,02 Aa	62,04 Bab
30 (26-34)	45,77 Ba	62,13 Ab	62,23 Aa
45 (41-49)	48,84 Ba	48,65 Bc	56,03 Ab
	Diâmetro médio (mm)		
15 (11-19)	0,61 Aa	0,57 ABa	0,53 Ba
30 (26-34)	0,52 Ab	0,57 Aab	0,53 Aa
45 (41-49)	0,49 Ab	0,52 Ab	0,48 Aa
	Volume total (cm <sup>3</sup> )		
15 (11-19)	0,87 ABa	0,90 Aa	0,80 Ba
30 (26-34)	0,60 Bb	0,77 Ab	0,78 Aa
45 (41-49)	0,60 Ab	0,61 Ac	0,68 Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

A comparação de médias das variáveis do sistema radicular analisadas considerando a profundidade de 10-20 cm no perfil do solo consta na Tabela 10.

**Tabela 10.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes distâncias do coleto e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma faixa de profundidade de 10-20 cm no solo (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Distância (cm)	Remoção de haste por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
	Massa de matéria seca (g)		
15 (11-19)	0,73 Ba	1,02 Aa	0,65 Ba
30 (26-34)	0,58 Ab	0,57 Ab	0,72 Aa
45 (41-49)	0,44 ABb	0,30 Bc	0,48 Ab
	Comprimento total (cm)		
15 (11-19)	331,10 Ba	394,67 Aa	397,90 Aa
30 (26-34)	266,11 Bb	343,07 Ab	306,88 ABb
45 (41-49)	243,13 Bb	280,53 ABc	325,81 Ab
	Área projetada total (cm <sup>2</sup> )		
15 (11-19)	18,90 Ba	23,50 Aa	22,89 Aa
30 (26-34)	14,80 Bb	17,94 Ab	16,49 ABb
45 (41-49)	10,77 Bc	12,24 Bc	15,20 Ab
	Área superficial total (cm <sup>2</sup> )		
15 (11-19)	59,38 Ba	73,83 Aa	71,92 Aa
30 (26-34)	46,50 Bb	56,94 Ab	51,80 ABb
45 (41-49)	33,83 Bc	38,46 Bc	47,75 Ab
	Diâmetro médio (mm)		
15 (11-19)	0,60 Ba	1,16 Aa	0,62 Ba
30 (26-34)	0,53 Ab	0,53 Ab	0,57 Aa
45 (41-49)	0,50 Ab	0,45 Ac	0,47 Ab
	Volume total (cm <sup>3</sup> )		
15 (11-19)	0,95 Ca	2,53 Aa	1,07 Ba
30 (26-34)	0,60 Bb	0,76 Ab	0,74 Ab
45 (41-49)	0,44 Bc	0,43 Bc	0,58 Ac

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Na Tabela 11, apresentam-se as médias das variáveis do sistema radicular analisadas à profundidade de 20-30 cm.

**Tabela 11.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes distâncias do coleto e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma faixa de profundidade de 20-30 cm no solo (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Distância (cm)	Remoção de haste por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
	Massa de matéria seca (g)		
15 (11-19)	1,25 Aa	0,92 Ba	0,72 Ca
30 (26-34)	0,61 Bb	0,77 Ab	0,54 Bb
45 (41-49)	0,28 Bc	0,55 Ac	0,45 ABb

Comprimento total (cm)			
15 (11-19)	326,95 Aa	292,65 ABa	265,91 Ba
30 (26-34)	249,64 Ab	295,25 Aa	281,26 Aa
45 (41-49)	223,58 Bb	279,86 Aa	212,59 Bb
Área projetada total (cm <sup>2</sup> )			
15 (11-19)	19,07 Aa	18,20 Aa	16,34 Ba
30 (26-34)	13,45 Bb	16,98 Aa	15,09 Ba
45 (41-49)	11,05 Ac	12,59 Ab	12,07 Ab
Área superficial total (cm <sup>2</sup> )			
15 (11-19)	59,92 Aa	57,18 ABa	51,35 Ba
30 (26-34)	42,26 Bb	53,35 Aa	46,58 Ba
45 (41-49)	34,71 Ac	39,14 Ab	37,13 Ab
Diâmetro médio (mm)			
15 (11-19)	0,71 ABa	0,67 Ba	0,73 Aa
30 (26-34)	0,53 Ab	0,53 Ab	0,56 Ab
45 (41-49)	0,46 Ac	0,50 Ab	0,51 Ab
Volume total (cm <sup>3</sup> )			
15 (11-19)	1,16 Aa	1,03 Ba	1,16 Aa
30 (26-34)	0,62 Bb	0,75 Ab	0,70 Ab
45 (41-49)	0,38 Bc	0,48 Ac	0,48 Ac

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

O estudo das médias das variáveis do sistema radicular analisadas considerando a profundidade de 30-40 cm no perfil do solo consta na Tabela 12.

**Tabela 12.** Distribuição de características do sistema radicular em diferentes distâncias do coleto e remoções de ramos ortotrópicos na poda de renovação de plantas de cafeeiro Conilon, a uma faixa de profundidade de 30-40 cm no solo (Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper, 2016)

Distância (cm)	Remoção de haste por planta		
	1 ramo ortotrópico	2 ramos ortotrópicos	3 ramos ortotrópicos
Massa de matéria seca (g)			
15 (11-19)	0,50 Ba	0,74 Aa	0,73 Aa
30 (26-34)	0,45Aa	0,44 Ab	0,49 Ab
45 (41-49)	0,45 Aa	0,36 Ab	0,37 Ab
Comprimento total (cm)			
15 (11-19)	194,48 Aa	225,23 Aa	207,99 Aa
30 (26-34)	172,87 Ba	227,79 Aa	211,83 ABa
45 (41-49)	181,37 Ba	200,76 ABa	240,64 Aa
Área projetada total (cm <sup>2</sup> )			
15 (11-19)	12,80 ABa	14,20 Aa	12,00 Ba
30 (26-34)	9,83 Ab	11,56 Ab	10,84 Aa
45 (41-49)	8,87 Bb	8,81 Bc	11,94 Aa
Área superficial total (cm <sup>2</sup> )			
15 (11-19)	40,36 ABa	44,60 Aa	37,69 Ba
30 (26-34)	30,89 Ab	36,31 Ab	34,04 Aa
45 (41-49)	27,85 Bb	27,66 Bc	36,92 Aa
Diâmetro médio (mm)			

15 (11-19)	0,65 Aa	0,62 Aa	0,67 Aa
30 (26-34)	0,60 Ab	0,52 Bb	0,50 Bb
45 (41-49)	0,53 Ac	0,49 Ab	0,49 Ab
Volume total (cm <sup>3</sup> )			
15 (11-19)	0,69 Ba	0,78 Aa	0,64 Ba
30 (26-34)	0,44 Ab	0,47 Ab	0,45 Ab
45 (41-49)	0,40 ABb	0,36 Bc	0,46 Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

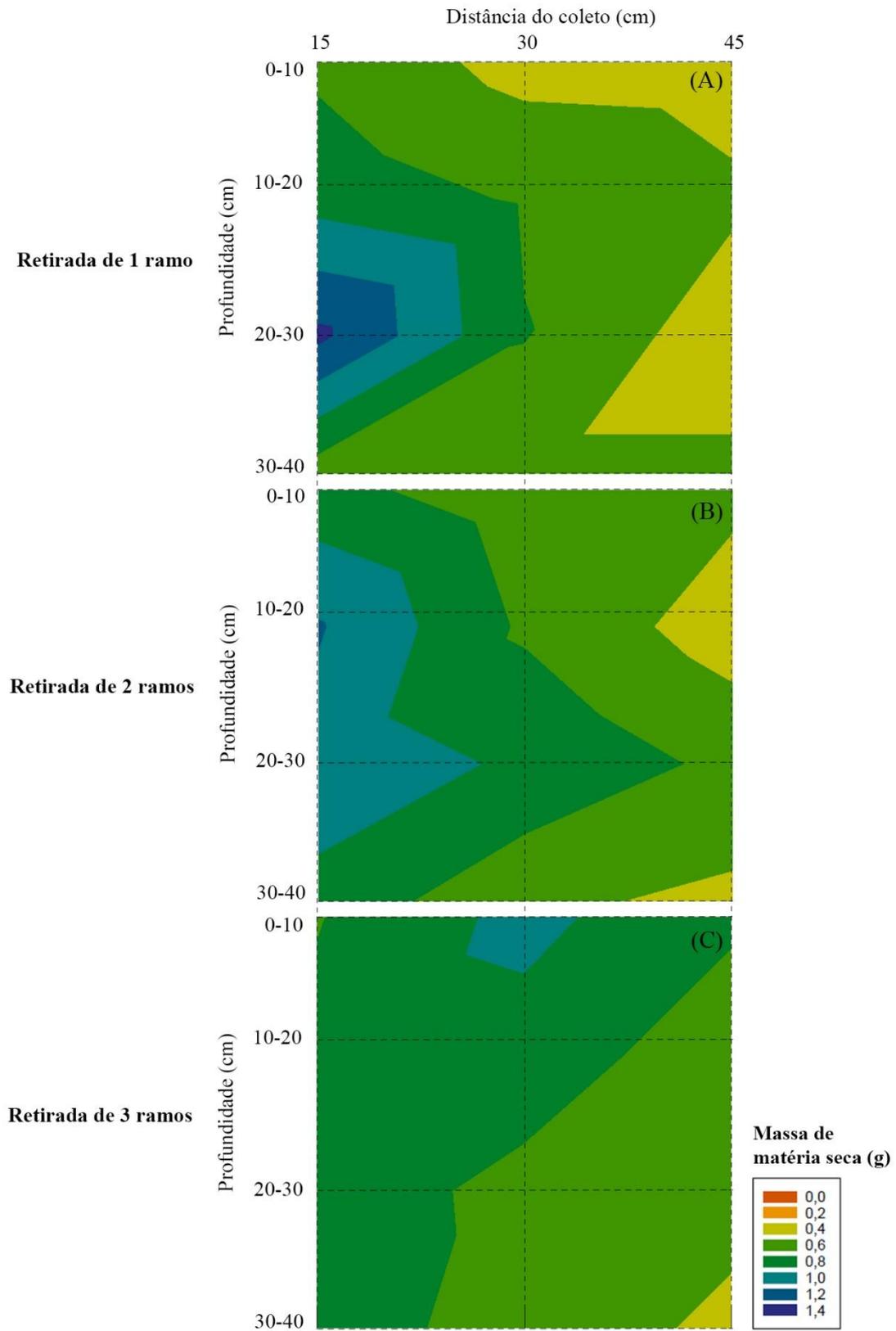
Ao analisar as características do sistema radicular do cafeeiro Conilon com as diferentes intensidades de remoção de ramos ortotrópicos e em função das distâncias do coleto da planta, parece haver um comportamento heterogêneo das médias analisadas, não existindo um padrão único em resposta à intensidade da poda nas diferentes faixas de profundidade (Tabela 9, 10, 11 e 12).

Com relação à distribuição das características do sistema radicular ao longo das distâncias do coleto das plantas, notou-se uma maior concentração, no geral, das maiores médias na região mais próxima ao coleto (15 cm), independentemente da intensidade da poda e para as quatro faixas de profundidade amostradas (Tabela 9, 10, 11 e 12). Em um plano horizontal do solo, Carducci et al. (2015) e Silva et al. (2016) descrevem uma maior concentração de raízes em menores distâncias do coleto das plantas de cafeeiro, diminuindo progressivamente do tronco para a periferia, corroborando os resultados deste estudo.

Covre et al. (2015), estudando a distribuição do sistema radicular do cafeeiro conilon cultivado com e sem irrigação, observaram uma maior concentração de raízes na região próxima ao troco. Os resultados do presente trabalho corroboram os observados por esses autores para área superficial, comprimento e volume do sistema radicular na condição de irrigação localizada.

### **Distribuição espacial da biomassa de raízes modulada pela intensidade da poda**

A distribuição das médias de biomassa de raízes amostradas nas diferentes distâncias do coleto e profundidades para cada intensidade de remoção de ramos ortotrópicos, na poda de renovação do cafeeiro conilon, foi utilizada para delimitar faixas de massa de matéria seca. As faixas foram empregadas para composição de uma paleta de cores equivalentes para os três manejos de poda, conforme apresentado na Figura 5.



**Figura 5.** Distribuição espacial da biomassa do sistema radicular do cafeeiro conilon modulada pela intensidade da poda de renovação, com a remoção de um ramo (A), dois ramos (B) e três ramos (C) ortotrópicos (Marilândia-ES, 2016).

Estudando a morfologia do sistema radicular das plantas submetidas à remoção de um ramo ortotrópico, notou-se tendência de maior concentração de biomassa de raízes na região mais próxima ao coleto das plantas (Figura 5A). Esses resultados corroboram o observado por Rendón e Giraldo (2019) ao estudar a biomassa radicular do cafeeiro arábica, em que descreveram que a maior proporção concentrou-se a até 25 cm do coleto das plantas. Além disso, foi observado um contraste na concentração da biomassa de raízes quando se comparou a região mais próxima com a mais distante do coleto, sendo observadas menores concentrações na região de 45 cm de distância (Figura 5A).

Houve uma concentração de biomassa de raízes na faixa de profundidade de 20 a 30 cm para plantas submetidas à poda com remoção de um ramo ortotrópico (Figura 5A), sendo possivelmente devido à presença de uma maior quantidade de raízes que se concentraram na região mais abaixo do coleto, que podem estar mais associadas com a função de sustentação da planta. Outros trabalhos envolvendo a distribuição vertical das raízes do cafeeiro descreveram diminuição da concentração da biomassa de raízes com o aumento da profundidade no solo (SILVA; MARTINS, 2010; RENDÓN; GIRALDO, 2019).

De modo similar às plantas submetidas à poda com a remoção menos intensa (um ramo), houve uma maior concentração de biomassa de raízes na região próxima ao coleto para plantas submetidas à remoção de dois ramos ortotrópicos. No entanto, esse comportamento foi observado independentemente da profundidade, com diminuição gradual da massa de raízes à medida em que se distanciava do coleto (Figura 5B).

Com a remoção de três ramos ortotrópicos na poda de renovação, notou-se que a biomassa de raízes apresentou-se mais amplamente distribuída no solo, sendo possível verificar maiores biomassas encontradas até a região de 30 cm distante do coleto, ao longo dos primeiros 20 cm de profundidade. Em maiores profundidades (20-40 cm), maiores massas concentraram-se na região mais próxima ao coleto (Figura 5C).

De acordo com o exposto, foi possível verificar mudanças no padrão de distribuição espacial da biomassa do sistema radicular em resposta à intensidade de remoção de ramos ortotrópicos na poda de renovação (Figura 5). No geral, a poda com remoção de apenas um ramo ortotrópico ocasionou a localização mais concentrada e heterogênea da biomassa de raízes em regiões específicas do solo. O aumento da intensidade da poda ocasionou um aumento gradual da uniformidade da concentração da biomassa de raízes, tanto em profundidade quanto em distanciamento do coleto.

Esse aumento da homogeneidade de distribuição com o aumento da intensidade da poda possivelmente está relacionado com o estímulo ao crescimento radicular concomitantemente

com o estímulo ao crescimento da parte aérea em renovação. Outros autores descreveram essa relação direta entre os crescimentos da parte aérea e do sistema radicular do cafeeiro após a poda (RENA, 1998; LIVRAMENTO et al., 2007; PEREIRA et al., 2011). Esse estímulo ao desenvolvimento de raízes novas pode ser responsável pelo aumento da exploração do solo, predispondo a maior distribuição das raízes e, conseqüentemente, a maior uniformidade da biomassa observada ao longo das faixas de profundidade e distâncias do colete.

Neste aspecto, a intensidade de poda afetou a distribuição do sistema radicular do cafeeiro, demonstrando que práticas de manejo que intervêm na parte aérea podem modular a distribuição espacial das raízes. Cremon e Serafim (2009) reforçam que práticas de manejo podem favorecer a distribuição das raízes, principalmente no aprofundamento do perfil do solo. Diversos fatores podem influenciar na distribuição do sistema radicular do cafeeiro no solo, como as características genotípicas (RODRIGUES et al., 2001; COLODETTI et al., 2014; MARTINS et al., 2015; RONCHI et al., 2015), a acidez, a fertilidade, as características físicas e a presença de matéria orgânica no solo (SILVA; MARTINS, 2010; GÓMEZ et al., 2018), a irrigação (COVRE et al., 2015), o manejo nutricional (MARTINS et al., 2013) e o método de propagação (PARTELLI et al., 2014).

Além dos fatores citados anteriormente, e em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, atribui-se grande influência do manejo de podas sobre o desenvolvimento e a distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro (LIVRAMENTO et al., 2007). Estudos que visam compreender a morfologia e a distribuição do sistema radicular são de grande importância para auxiliar na racionalização das operações de intervenção do crescimento da parte aérea (PEREIRA et al., 2011), de modo a promover o bom desenvolvimento das plantas e permitir a formação de lavouras mais produtivas, sustentáveis e longevas.

## CONCLUSÕES

A intensidade da remoção de ramos ortotrópicos na poda influencia as características do sistema radicular do cafeeiro Conilon, sendo possível observar alterações resultantes da interação da intensidade da poda com a distância do colete e a profundidade no solo.

Há mudanças na distribuição espacial da biomassa do sistema radicular em resposta à intensidade de remoção de ramos ortotrópicos na poda de renovação. Enquanto o emprego da menor intensidade da poda ocasiona a localização mais concentrada e heterogênea, o aumento da intensidade promove a uniformidade da distribuição da biomassa das raízes.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D.; PAGLIS, C. M.; LIVRAMENTO, D. E. do; LINHARES, S. S. D.; BECKER, F. B.; MESQUITA, A. C. Source-sink manipulations in *Coffea arabica* L. and its effect on growth of shoots and root system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 956-964, 2011.
- BARRETO, C.V.G.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; SILVA, E.A.; PIRES, R.C.M. Distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado por gotejamento em Campinas. **Bragantia**, v.65, p.641-647, 2006.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon** (*Coffea canephora* Pierre). 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.
- CARDUCCI, C.E.; OLIVEIRA, G.C.; CURI, N.; HECK, R.J.; ROSSONI, D.F.; CARVALHO, T.S.; COSTA, A.L. Gypsum effects on the spatial distribution of coffee roots and the pores system in oxidic Brazilian Latosol. **Soil and Tillage Research**, v.145, p.171-180, 2015.
- CLIMATE-DATA. **Clima**: Marilândia-ES. Oedheim: AM Online Projects. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/espírito-santo/marilandia-27836>>. Acesso em: 06 ago 2020.
- COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A. Differential tolerance between genotypes of conilon coffee (*Coffea canephora*) to low availability of nitrogen in the soil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, p. 1239-1247, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: café. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2020. 58p.
- COVRE, A.M.; PARTELLI, F.L.; GONTIJO, I; ZUCOLOTO, M. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p.1006-1016, 2015.
- CUNHA, R. L.; MENDES, A.N.G.; GUIMARAES, R.J.; CARVALHO, J.G. de. Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) depauperados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 222-226, jan./ fev. 1999.
- CREMON, C.; ROSA JÚNIOR, E.J.; SERAFIM, M.S.; ONO, F.B. Análise micro-morfométrica de agregados de um Latossolo Vermelho Distroférrico em diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum**. v.31, p.139–146, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- FEITOSA, L.R.; CASTRO, L.L.F.; RESENDE, M.; ZANGRANDE, M.B.; STOCKING, M.S.; BOREL, R.M.A.; FULLIN, E.A.; CERQUEIRA, A.F.; SALGADO, J.S.; FEITOZA, H.N.; STOCK, L.A.; MANK, A.M.; DESSAUNE, FILHO N.; MANK, A.M.; FERINGA, W.;

MARTINEZ, J.A. Mapa das Unidades naturais do Espírito Santo. Vitória , EMCAPA, Mapa na escala 1:400 000 Colorido, 1999.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. 784p.

FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; ROCHI, C. P.; VOLPI, P. S.; LANI, J. A.; GUARÇONI, A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Manejo da cultura do café conilon: plantio, espaçamento, poda e desbrotas. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2017. p. 275-301.

FUGIWARA, M.; KURACHI, S.A.H.; ARRUDA, F.B.; PIRES, R.C.M.; SAKAI, E. A técnica de estudo de raízes pelo método do trado. Campinas: Instituto Agronômico, 1994. 9 p. (**Boletim Técnico** IAC nº 153)

GÓMEZ, G.R.; PALMA, L.D.J.; OBRADOR, O.J.J.; RUIZ, R.O. Densidad radical y tipos de suelos en los que se produce café (*Coffea arabica* L.) **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v.14, n.5, p.203–215, 2018.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Monthly export statistics**: may 2020. London: ICO, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

LIVRAMENTO, D.A.; ALVES, J.D.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARAES, P.T.G. Influência de carboidratos na recuperação de lavouras podadas e efeitos da poda no comportamento do sistema radicular. Lavras, Embrapa, 2007. 9p. (Relatório Embrapa-Café).

MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; MACHADO, L.; BRINATE, S. V. B.; COLODETTI, T. V.; AMARAL, J. F. T.; TOMAZ, M. A. Evidence of genetic tolerance to low availability of phosphorus in the soil among genotypes of *Coffea canephora*. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 3, p. 10576-10587, 2015.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; RODRIGUES, W. N.; CHRISTO, L. F.; COLODETTI, T. V.; BRINATE, S. V. B. Alterações morfológicas em clones de cafeeiro conilon submetidos a níveis de fósforo. **Scientia Plena**, v. 9, p. 1-11, 2013.

MEDIENE, S.; JORDAN, M. O.; PAGES, L. LEBOT, J. ADAMOWICZ, S. The influence of severe shoot pruning on growth, carbon and nitrogen status in young peach trees (*Prunus persica*). **Tree Physiology**, v. 22, p.1289-1296, 2002.

MORAIS, L. E.; CAVATTE, P. C.; MEDINA, E. F.; SILVA, P. E. M.; MARTINS, S. C. V.; VOLPI, P. S.; ANDRADE JÚNIOR, S.; MACHADO FILHO, J. A.; RONCHI, C. P.; DaMATTa, F. M. The effects of pruning at different times on the growth, photosynthesis and yield of conilon coffee (*Coffea canephora*) clones with varying patterns of fruit maturation in southeastern Brazil. **Experimental Agricultural**, v. 48, n. 2, p. 210–221, 2012.

PARTELLI, F.L.; CAVALCANTI, A.C.; MENEGARDO, C.; COVRE, A.M.; GONTIJO, I.; BRAUN, H. Spatial distribution of the root system of Conilon and Arabica coffee plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01333, 2020.

PARTELLI, F.L.; COVRE, A.M.; OLIVEIRA, M.G.; ALEXANDRE, R.S.; VITÓRIA, E.L.; SILVA, M.B. Root system distribution and yield of 'Conilon' coffee propagated by seeds or cuttings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.349-355, 2014.

PEREIRA, S.P.; BARTHOLO, G.F.; BALIZA, D.P.; SOBREIRA, F.M.; GUIMARÃES, R.J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.152-160, 2011.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª Aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

RENA, A. B. A água na fisiologia do cafeeiro. **In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ**, 3., 1998, Vitória. Anais... Vitória: CETCAF, p. 132-152, 1998

RENA, A.B.; GUIMARÃES, P.T.G. **Sistema radicular do cafeeiro**: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: EPAMIG. 80 p. 2000.

RENDÓN, S.J.R.; GIRALDO, H. A. Distribución de raíces en café variedad Castillo® bajo dos arreglos espaciales. **Revista Cenicafé**, v.70, n.1, p.7-17. 2019.

RODRIGUES, L.A.; MARTINEZ, H.E.P.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; MENDONÇA, S.M. Growth response of coffee tree shoots and roots to subsurface liming. **Plant and Soil**, v.234, p.207-214, 2001.

RONCHI, C.P.; SOUSA JÚNIOR, J.M.; AMEIDA, W.L.; SOUZA, D.S.; SILVA, N.O.; OLIVEIRA, L.B.; GUERRA, A.M.N.M.; FERREIRA, P.A. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.187-195, 2015.

SILVA, É.A.; GODINHO S, S.H.; OLIVEIRA, G.C; CARDUCCI, C.E. Root spatial distribution in coffee plants of different ages under conservation management system. **African Journal of Agricultural Research**, v.49, n.11, p.4970-4978, 2016.

SILVA, V.L.B; MARTINS, P.F.S. Propriedades físicas do solo e sistema radicular do cafeeiro, variedade conilon, sob diferentes espaçamentos. **Revista de Ciências Agrárias**, v.53, n.1, p.96–101, 2010.

SILVEIRA, J.S.M.; ROCHA, A.C. da. Podas. **In: COSTA, E.B.; SILVA, A.E.S. da; ANDRADE NETO, A.P.M. de; AAHER, F. de A. (Coord.). Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG-ES, p. 54-62. 1995.

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS – SAEG. **Sistema para análises estatísticas**: Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007.

TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; CANDIDO, A. O. Metodologias de determinação das principais variáveis morfológicas do sistema radicular do cafeeiro. **In: PRATISSOLI, D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAGO, H. B.; ALVES, F. R.; VIANA, U. R.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G.; RODRIGUES, C.. (Org.). Tópicos especiais em produção vegetal III**. 1ed. Alegre: CAUFES, 2012, v. 1, p. 363-377.

VERDIN FILHO, A.C.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; RODRIGUES, W.N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science** v.9, n.4, p.489- 494, 2014.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

É possível adotar 25, 50 e 75% de remoção de ramos ortotrópicos como estratégias de poda de renovação sem comprometer o desenvolvimento e produtividade, entretanto, a intensidade da remoção de ramos ortotrópicos influencia as características do sistema radicular, ocasionando mudanças na distribuição espacial da biomassa, de forma que enquanto o emprego da menor intensidade da poda ocasiona a localização mais concentrada e heterogênea, e o aumento da intensidade promove a uniformidade da distribuição da biomassa das raízes.