

FOTOSSÍNTESE, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CLONES DE *Coffea canephora* EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PERÍODOS DE MATURAÇÃO DE FRUTOS E ÉPOCAS DE PODA

Leandro E. Morais², Paulo C. Cavatte², Eduardo F. Medina², Paulo E. M. Silva², Samuel C. V. Martins², Saul de Andrade Junior³, Paulo S. Volpi⁴, José Altino Machado Filho⁴, Cláudio P. Ronchi⁵, Fábio M. DaMatta⁶

¹ Trabalho Financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do café – Consórcio Pesquisa Café

² Pós-graduando em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG

³ Pós-graduando em Agricultura Tropical-UFES.

⁴ Pesquisador INCAPER

⁵ Professor Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba-MG

⁶ Professor Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa-MG

RESUMO – Embora a poda em lavouras de *Coffea canephora* seja uma prática necessária, pouco se sabe, em bases científicas, a respeito da época ideal para a sua realização. Todavia, as recomendações de épocas de poda em lavouras de café conilon têm sido feitas em bases completamente empíricas. Procurou-se investigar, os efeitos de podas realizadas em diferentes épocas entre a colheita e a florada, em clones de café robusta, com distintos períodos de maturação de frutos (precoce, intermediário e tardio), avaliando-se, o crescimento, a fotossíntese e a produtividade. Clones de maturação precoce (clones 03 e 67) foram podados em quatro diferentes épocas: 0, 30, 60 e 90 dias após a colheita (DAC); nos clones intermediários (120 e 16), a poda foi realizada aos 0, 30 e 60 DAC; nos tardios (19 e 76), aos 0 e 30 DAC. A taxa de crescimento de ramos, as trocas gasosas (taxa de fotossíntese líquida e a condutância estomática) e a produtividade não foram afetadas pelos tratamentos de poda, independentemente do clone estudado. Em suma, demonstrou-se que é indiferente proceder-se à poda imediatamente após a colheita, conforme usualmente recomendado, ou posteriormente, antes da florada.

Palavras -Chave: *Coffea canephora*, poda, fisiologia do cafeeiro.

PHOTOSYNTHESIS, GROWTH AND PRODUCTION OF CLONES *Coffea canephora* ACCORDING TO DIFFERENT MATURATION PERIODS OF FRUITS AND PERIODS OF PRUNING

ABSTRACT - Although pruning in conilon coffee plantations is a fundamental practice, little is known on a scientific basis about the ideal timing for its completion. So that, the recommendations of pruning times have been based on empirical observations. In this study, the effects of pruning at different times between harvest and flowering in clones of robusta coffee, with different stages of fruit maturation (early, intermediate and late), we investigated by evaluation to evaluate the growth, photosynthesis, and productivity. Early clones (clones 03 and 67) were pruned at four times: 0, 30, 60 and 90 days after harvest (DAH); intermediate clones (120 and 16), at 0, 30 and 60 DAH; and late clones (19 and 76), were pruned at 0 and 30 DAH. The shoot growth rate, gas exchange (net photosynthesis and stomatal conductance) and yield were not affected by the pruning treatments, regardless of the clone studied. Thus, it is proposed that it is indifferent to proceed to the pruning immediately after harvest, as usually recommended, or after, before flowering.

Keywords: *Coffea canephora*, pruning, coffee tree physiology

INTRODUÇÃO

O sucesso de produção de café robusta deve-se largamente a progressos de tratamentos culturais adequados, como o arranjo da lavoura em fileiras, cada fileira correspondendo a um clone com período distinto de maturação do fruto. Nos clones de maturação precoce, os frutos se expandem e maturam em menor tempo (34 semanas, em média), quando comparados com clones de maturação intermediária (41 semanas, em média) ou tardia (45 semanas, em média) (DaMatta e Ronchi, 2007). Em função disso, a colheita em clones precoces antecede à dos intermediários, e a destes, por sua vez, antecede a colheita dos clones tardios, concentrando a oferta de frutos maduros em diferentes épocas dentro de uma lavoura. Isso possibilita o escalonamento e programação da colheita, a otimização da mão-de-obra e melhor uso da infra-estrutura física para secagem e beneficiamento dos frutos, podendo também contribuir para melhoria na qualidade final do produto e seu preço, uma vez que os frutos colhidos se encontram com maior uniformidade de maturação (Bragança et al., 2001).

O porte alto e o elevado número de hastes de café robusta, quando a lavoura é conduzida livremente, pode provocar rápido “fechamento” do cafezal, dificultando acesso para execução dos tratamentos culturais à lavoura. Esse “fechamento” leva a um maior grau de auto-sombreamento, reduzindo a penetração da radiação fotossinteticamente ativa ao longo da copa, concorrendo sobremodo para limitar a assimilação líquida de carbono pelas folhas mais internas. Ademais, o sistema de livre condução do cafezal pode levar ao envelhecimento da lavoura, associado ao desequilíbrio entre a redução da área foliar (associada à fotossíntese) e o aumento da massa seca total da planta, que passa a ser constituída

basicamente pelo excesso de ramos ortotrópicos. Isso leva a uma maior demanda por fotoassimilados, que não são adequadamente supridos pela pequena área foliar, acarretando a perda de vigor da lavoura, por conseguinte, declínio da produtividade (DaMatta e Ronchi, 2007). Consequentemente, impõe-se a necessidade de controlar-se o número de ramos via um eficiente sistema de poda, de modo a melhorar a arquitetura da copa, com vistas ao aumento de produtividade.

A poda é considerada uma das mais importantes práticas agrônômicas empregadas em lavouras de café robusta, permitindo a recuperação e renovação de lavouras improdutivas, aumentando a vida útil do cafeeiro, melhorando o arejamento e a penetração de luz no interior da copa, facilitando operações de colheita e outros tratamentos culturais e fitossanitários, além de outros benefícios. Ademais, os ramos eliminados contribuem para melhorar a composição física e química do solo, pela incorporação de matéria orgânica, além de reduzir a evaporação e a incidência de plantas daninhas (Fonseca et al, 2007).

A formação de ramos novos, após a poda, conduz a modificações especialmente nos estoques de carboidratos e de nitrogênio, sendo que a quantidade armazenada e capacidade de translocação desses governam, em grande parte, o sucesso da formação de novos ramos (Berninger et. al., 2000; Ourry et al., 1994). A poda pode também reduzir o número de raízes finas, comprometendo a absorção de água e nutrientes (Rena e DaMatta, 2002; Chesney e Vasquez, 2007). A eliminação de parte da folhagem pode acarretar aumentos na taxa de assimilação líquida de carbono na folhagem remanescente (Pinkard et al., 2004), em função da maior penetração de luz no interior da copa e também de um estímulo à condutância estomática (Elfadl et al., 2003), o que poderia compensar a redução da fotossíntese da planta inteira, associada à menor área foliar após a poda.

Apesar da necessidade da poda no manejo de plantações do café robusta, ela é uma atividade dispendiosa; de hábito, é realizada imediatamente após o período da colheita, quando a disponibilidade de mão-de-obra ainda é escassa e cara, onerando custos de produção. Caso fosse possível escalonar a poda entre a colheita e a primeira florada, num cenário de maior disponibilidade e menor custo de mão-de-obra, haveria uma otimização do uso da mão-de-obra e menores custos de produção. No entanto, pouco se sabe, em bases científicas, a respeito da época ideal para realizar a poda. Com efeito, algumas indagações devem ser respondidas, como: (i) até que período, após a colheita, poder-se-ia efetivar as operações de poda sem que isso interfira no crescimento e na produção? (ii) Quais as consequências sobre as trocas gasosas das plantas podadas em diferentes épocas? (iii) Quais as consequências, em termos de crescimento e produtividade, da poda feita em diferentes períodos, em clones com maturação diferenciada, *i.e.*, precoce, intermediária e tardia? Respostas a essas lacunas fornecerão subsídios para recomendações de épocas de poda em bases mais científicas e, em paralelo, permitindo a otimização da mão-de-obra, além de maior lucratividade e sustentabilidade da lavoura. Para responder às questões supracitadas, avaliaram-se, em clones de café conilon com distintos períodos de maturação, os efeitos de diferentes épocas de poda sobre o crescimento, a fotossíntese, a eficiência do uso da água, a longo prazo (estimada pela da composição isotópica de carbono, $\delta^{13}\text{C}$; Farquhar et al., 1989) e a produtividade do café conilon.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições de cultivo e tratamentos

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER), em Marilândia (19°407'S, 40°539W, 110 m de altitude), região noroeste do Espírito Santo, Brasil. O solo do local é Latossolo Vermelho distrófico forte ondulado. Este lugar recebeu uma média anual de chuvas de 1130 mm com uma marcada estação seca, que se estende de março/abril até setembro/outubro. A temperatura média anual é 24,3°C.

O cafezal foi implantado em 2000, com plantas de *C. canephora* Pierre var. *kouillou* dispostas em linhas de plantio no sentido norte-sul, sob espaçamento 2,5 x 1,0 m, com 16000 hastes produtivas ha⁻¹ ou 4 hastes planta⁻¹, sem irrigação, porém com tratamentos culturais usuais empregados em lavouras de café conilon. O experimento propriamente dito foi implantado em 2007, procedendo-se à poda anualmente, após a colheita, mantendo-se 12000 hastes produtivas ha⁻¹ ou 3 hastes planta⁻¹, a partir de 2007. A poda foi executada conforme descrito em Ronchi et al. (2007) e Ronchi (2009).

Foram testados 18 tratamentos dispostos em blocos incompletos, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por fileiras de café com 10 plantas, utilizando-se apenas as oito centrais como plantas úteis. Os tratamentos consistiram em diferentes épocas de poda, após a colheita, dependendo da época de maturação dos clones cultivados. Os clones de maturação precoce (clones 03 e 67) exibem menor tempo de formação de fruto; portanto, sua colheita foi realizada em 15 de maio e, como nesses clones o tempo de colheita é mais distante da florada, que é gregária e usualmente ocorre em setembro, foram realizadas podas em quatro diferentes épocas, expressas em dias após a colheita (DAC): aos 0 (15/maio), 30 (15/junho), 60 (15/julho) e 90 (15/agosto) DAC. Nos clones de maturação intermediária (clones 16 e 120), a colheita foi executada em 15 de junho e aplicaram-se três tratamentos de poda: 0 (15/junho), 30 (15/julho), 60 (15/agosto) DAC. Nos clones tardios (clones 19 e 76), os frutos levam maior tempo para atingirem a maturidade; a colheita foi realizada em 15 de julho e, portanto, a florada ocorre logo após a colheita, executando-se a poda, pois, em apenas duas épocas, 0 (15/julho) e 30 (15/agosto) DAC.

Crescimento e produtividade

O crescimento vegetativo foi avaliado no terço superior da copa da planta, com comprimento de cada ramo (seis ramos plagiotrópicos primários por repetição) medido com auxílio de uma fita métrica, desde junho de 2008 até abril de 2010. Em seguida, estimou-se a taxa de crescimento absoluto dos ramos (TCA).

Em 2008, 2009 e 2010, colheram-se os grãos nas plantas úteis das parcelas, em maio, junho e julho, respectivamente nos clones precoces, intermediários e tardios. Os frutos foram secos e pesados, conforme procedimentos usuais para o café. Os dados de produtividade, expressos em kilogramas de café beneficiado por hectare, referem-se à média das três safras.

Avaliações fisiológicas

As avaliações fisiológicas foram realizadas em duas épocas fenologicamente distintas: época 1 – antes da florada (27 a 29 de agosto de 2009); época 2 – pós-antese, fase “chumbinho” dos frutos (25 a 28 de setembro de 2009). Para cada tratamento, seis plantas foram utilizadas, avaliando-se três folhas na face leste e três na face oeste das fileiras do cafezal. Todas as medições e amostragens foliares foram realizadas em folhas do terceiro ou quarto par a partir do ápice de ramos plagiotrópicos do terço superior das plantas. Foram avaliadas a condutância estomática (g_s) e a taxa fotossintética líquida (A), utilizando-se um analisador portátil de gás a infravermelho (LI-6400, LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, EUA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR). As medições foram realizadas pela manhã, sob condições ambientes de concentração de CO_2 , temperatura e umidade, sob irradiância de $1000 \mu mol m^{-2} s^{-1}$.

A composição isotópica de carbono ($\delta^{13}C$) foi medida relativa ao padrão internacional PDB usando espectrometro de massa (Delta-S, Finnigan MAT, Bremen, Germany), como descrito por (DaMatta et al., 2002).

Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos incompletos, em esquema de parcela subdividida. Na parcela principal, foram distribuídos os seis clones (03, 16, 19, 67, 76 e 120) com diferentes épocas de maturação dos frutos (dois clones por época de maturação) e, dentro de cada clone, foram distribuídas as épocas da poda (0, 30, 60 e 90 DAC, dependendo do clone), formando a subparcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade, utilizando-se do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da UFV (SAEG-UFV, 5.0, 1993). Os resultados foram expressos como médias \pm SE.

RESULTADOS

Não se observou diferença significativa em TCA entre os tratamentos, durante o experimento, à exceção do clone 120, cuja média nas plantas podadas imediatamente após a colheita ($1,24 mm d^{-1}$) foi aproximadamente 25% e 20% maior do que a das plantas podadas aos 30 e 60 DAC, respectivamente (Fig. 1). A produtividade média também não foi alterada pelos tratamentos de poda (Fig. 1), variando de $2082 kg ha^{-1}$ (clone 19) a $3984 kg ha^{-1}$ (clone 76).

Em agosto de 2009, os valores médios de g_s diferiram somente no clone 76, sendo 54% maior nas plantas do tratamento podado imediatamente após a colheita em relação àquelas podadas aos 30 DAC (Fig. 2); em setembro, as épocas de poda não influenciaram g_s (Fig. 3), independentemente dos clones avaliados. A taxa de assimilação líquida de carbono (A) foi similar em todas as épocas de poda, em cada clone, em agosto e setembro (Figs. 2 e 3). Em agosto, houve algumas variações significativas em $\delta^{13}C$ nos clones 67 e 120, porém inconsistentes, entre os tratamentos aplicados (Fig. 2); em setembro, $\delta^{13}C$ não foi afetada pelos tratamentos de poda (Fig. 3).

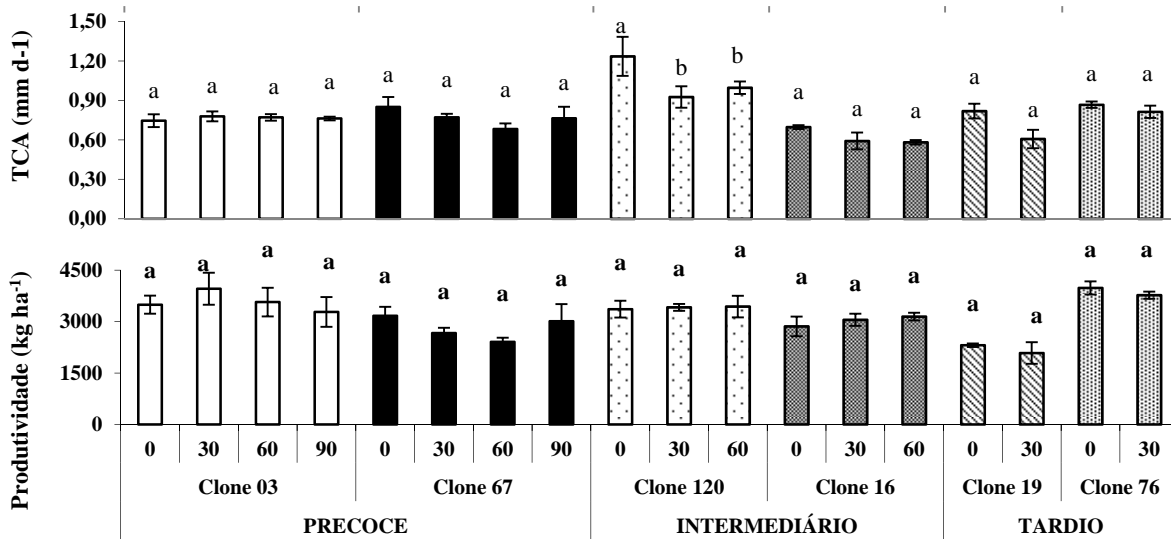


Figura 1- Efeito das épocas de poda (0, 30, 60 e 90 dias após a colheita) em clones de café conilon (03, 67, 120, 16, 19 e 76) sobre a taxa de crescimento absoluto de ramos (TCA) e a produtividade, em agosto 2009. Valores seguidos por mesma letra não diferem significativamente entre si, dentro de cada clone (Newman-Keuls, $P > 0,05$).

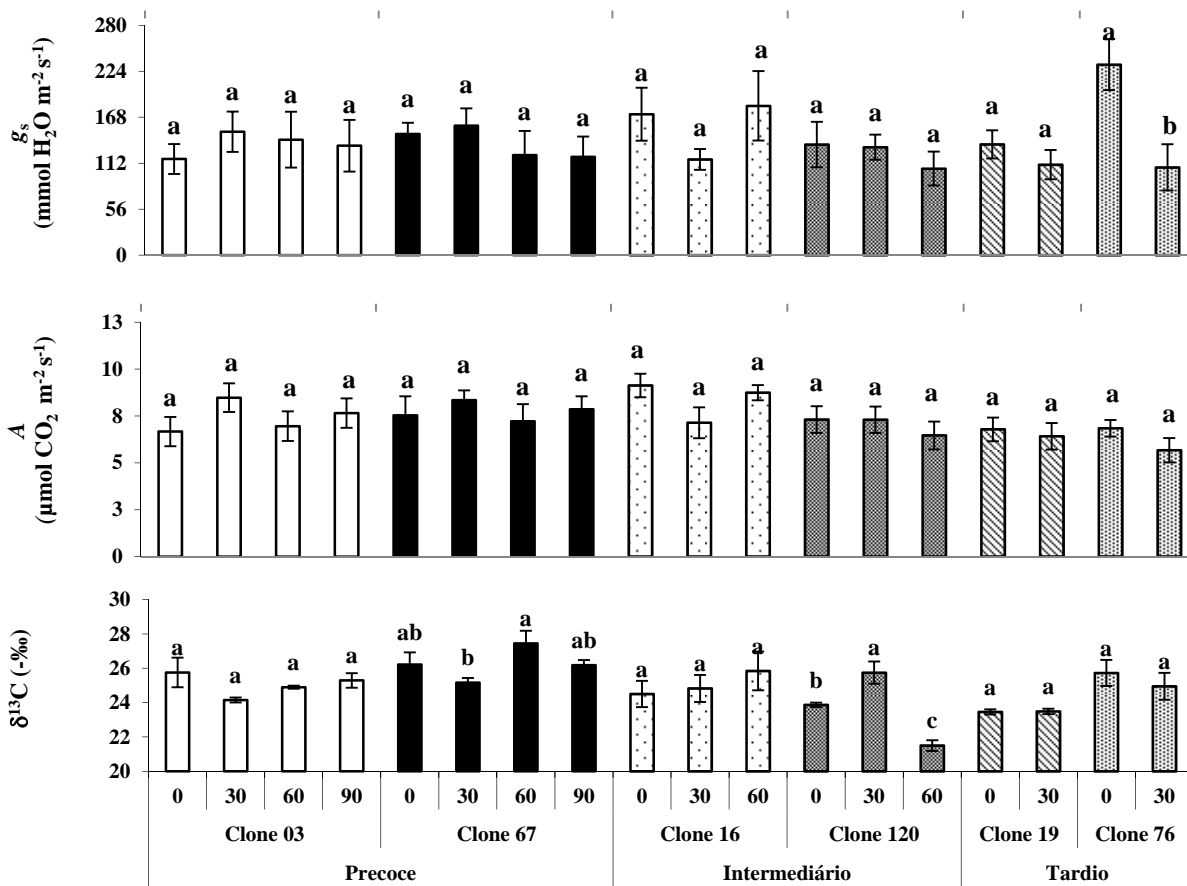


Figura 2 - Efeito das épocas de poda (0, 30, 60 e 90 dias após a colheita) em clones de café conilon (03, 67, 120, 16, 19 e 76) sobre a condutância estomática (g_s), taxa de assimilação líquida de carbono (A) e composição isotópica de carbono ($\delta^{13}C$), em agosto de 2009. Valores seguidos por mesma letra não diferem significativamente entre si, dentro de cada clone (Newman-Keuls, $P > 0,05$).

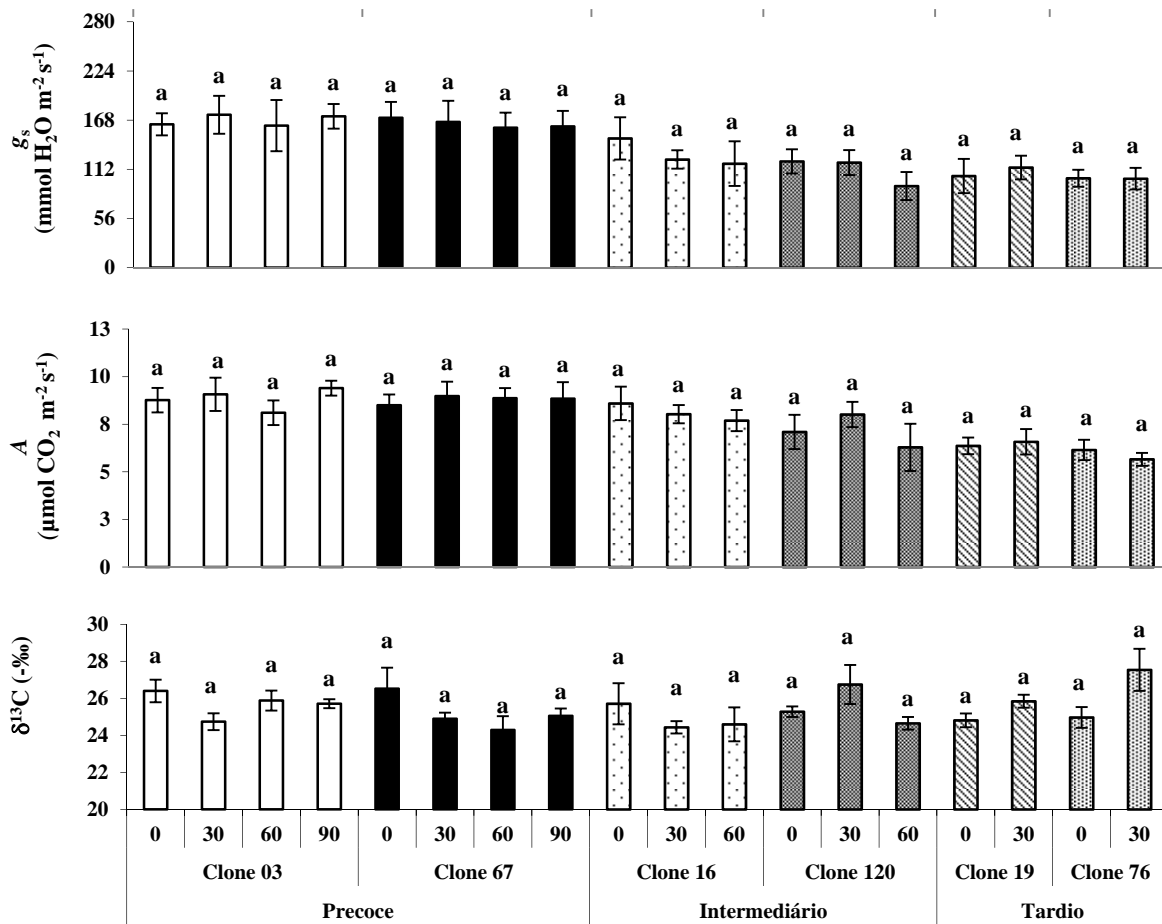


Figura 3 - Efeito das épocas de poda (0, 30, 60 e 90 dias após a colheita) em clones de café conilon (03, 67, 120, 16, 19 e 76) sobre a condutância estomática (g_s), taxa de assimilação líquida de carbono (A) e composição isotópica de carbono ($\delta^{13}\text{C}$), em setembro de 2009. Valores seguidos por mesma letra não diferem significativamente entre si, dentro de cada clone (Newman-Keuls, $P > 0,05$).

DISCUSSÃO

De modo geral, as taxas de crescimento dos ramos plagiotrópicos não foram afetadas pelos tratamentos de poda aplicados. Embora o número de nós não tenha sido quantificado, o comprimento médio de entrenós não foi afetado significativamente pelos tratamentos de poda (dados não amostrados). Isso sugere que o número de nós não foi também afetado e, conseqüentemente, o número de pontos produtivos não seria influenciado na estação de crescimento reprodutivo seguinte. Com efeito, a produção de frutos nos clones avaliados não foi influenciada pelos tratamentos de poda. Portanto, de um ponto de vista científico, é indiferente proceder-se à poda imediatamente após a colheita, como proposto por Fonseca et al. (2007), ou posteriormente, antes da florada. Estes resultados sugerem que se podem escalonar as operações de poda, entre a colheita e a florada, sem afetar negativamente a fisiologia do cafeeiro e a produção das plantas. Esse escalonamento permitiria, ainda, a otimização do uso da mão de obra, gerando menor custo de produção.

Essencialmente, os tratamentos de poda não afetaram a magnitude das trocas gasosas (g_s e A). Ademais, $\delta^{13}\text{C}$, que expressa a magnitude das trocas gasosas ao longo do tempo, em vez de se tratar de uma medida pontual (Farquhar et al., 1989), também pouco ou nada respondeu aos tratamentos, sugerindo que não houve compensações, no longo prazo, em termos de variação da taxa fotossintética e de eficiência do uso da água em resposta à poda realizada em diferentes épocas, dentro de cada clone. A magnitude das taxas fotossintéticas foi similar aos valores médios ($8,3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) observados em plantas de *C. canephora*, sob condições adequadas de cultivo, conforme revisado por DaMatta et al. (2010).

CONCLUSÃO

Em síntese, a poda realizada em diferentes épocas após a colheita, independentemente do padrão de maturação de frutos dos clones, pouco ou nada influencia as taxas de crescimento de ramos, a fotossíntese e a produtividade do café conilon. À luz dos dados apresentados, sugere-se que é indiferente realizar a poda imediatamente após a colheita, ou mais tardiamente, antes da florada, mesmo nos clones de maturação precoce. Portanto, visto que a produtividade da lavoura não é comprometida, é possível escalonarem-se as operações de poda, entre a colheita e a florada, de modo a otimizar o uso da mão de obra, com reflexos diretos nos custos de produção do café conilon.

AGRADECIMENTOS: Incaper e Consórcio Pesquisa Café

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BERNINGER, F.; NIKINMAA, E.; SIEVANEN, R.; NYGREN, P. Modelling of reserve carbohydrate dynamics, regrowth and nodulation in a N₂-fixing tree managed by periodic prunings. *Plant, Cell and Environment*, v.23, p.1025–1040. 2000.
- BRAGANÇA, S.; CARVALHO, H.S. FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, R.G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.765-770. 2001.
- CHESNEY, P.; VASQUEZ, N. Dynamics of non-structural reserves in pruned *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* trees. *Agroforestry System*, v.69, p.89-105. 2007
- DAMATTA, F.M.; LOOS, R.A.; SILVA, E.A.; LOUREIRO, M.E. Leaf photosynthetic characteristics of *Coffea canephora* as affected by nitrogen and water availability. *Journal of Plant Physiology*, v.159, p.975-981. 2002.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: Ferrão RG et al. (Eds.). *Café Conilon*. Incaper, Vitória. p.95-119. 2007.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Coffee: environment and crop physiology. In: DaMatta FM (Ed.). *Ecophysiology of Tropical Tree Crops*. Nova Science Publishers, Inc, New York, p.181-216. 2010.
- FARQUHAR, G.D.; EHLERINGER, J.R.; HUBIK, K.T. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.40, p.503-537. 1989.
- FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, R.G.; LANI, J.A.; FERRÃO, M.A.G.; VOLPI, P.S. Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. In: Ferrão RG et al. (Eds.). *Café Conilon*. Incaper, Vitória, p.257-277. 2007.
- OURRY, A.; KIM, T.H.; BOUCAUD, J. Nitrogen reserve mobilization during regrowth of *Medicago sativa*: Relationships between availability and regrowth Yield. *Plant Physiology*, v.105, p.831-837. 1994.
- PINKARD, EA.; MOHAMMED. C.; BEADLE. C.L.; HALL. M.F.; WORLEDGE, D.; MOLLON, A. Growth responses, physiology and decay associated with pruning plantation-grown *Eucalyptus globulus* Labill. and *E. nitens* (Deane and Maiden) Maiden. *Forest Ecology and Management*, v200, p.263–277. 2004
- RENA, A.B.; DAMATTA, F.M. O sistema radicular do cafeeiro: Morfologia e ecofisiologia. In: Zambolim L (Ed.). *O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p.11-92. 2002.
- RONCHI, C.P.; COSTA, J.M.; COMERIO, F.; VOLPI, P.S. 2007. Renovação do cafeeiro Conilon por meio do manejo adequado da poda: considerações fisiológicas. In: XXV Congresso Brasileiro de Agronomia, 2007, Guarapari, Brasil. Resumos. Vitória, ES: Incaper, v.25. 2007.
- RONCHI, C.P. 2009. Emprego adequado da poda para renovação do cafeeiro Conilon. In: VI Simpósio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2009, Vitória-ES. Anais do VI Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil [CD_Rom]. Brasília: Embrapa-Café, 2009. v.VI.
- Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG, versão 5.0, Fundação Arthur Bernardes, Viçosa. 1993.