

PROPORÇÃO DE CORTE NAS FOLHAS DE ESTACAS DE CAFÉ CONILON E SEUS EFEITOS NA FORMAÇÃO E NA QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS

ABRAÃO CARLOS VERDIN FILHO¹, GABRIEL FORNACIARI², EDINEI JOSÉ ARMANI BORGHÍ³, SILVIO DE JESUS FREITAS⁴, TAFAREL VICTOR COLODETTI⁵, WAGNER NUNES RODRIGUES⁶, MARCONE COMÉRIO⁷, ROMÁRIO GAVA FERRÃO⁸, MARCELO CURITIBA ESPINDULA⁹, SAUL DE ANDRADE JÚNIOR¹⁰, PAULO SÉRGIO VOLPI¹¹, SHEILA CRISTINA PRUCOLI POSSE¹²,

1 Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). verdin@incaper.es.gov.br

2 Mestrando em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). gabrielfornaciari10@gmail.com

3 Mestrando em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). edinei.armani@gmail.com

4 Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). silvio@uenf.br

5 Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq/FAPES. tafarelcolodetti@hotmail.com

6 Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), professor do Centro Universitário UNIFACIG, colaborador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br

7 Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). marcone.comerio@incaper.es.gov.br

8 Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). romario@incaper.es.gov.br

9 Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Rondônia), Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). marcelo.espindula@embrapa.br

10 Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), colaborador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). saul_agronomo@hotmail.com

11 Agente de pesquisa e inovação em desenvolvimento rural do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). paulovolpi@incaper.es.gov.br

12 Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pesquisadora do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). sheilaposse@incaper.es.gov.

RESUMO

A produção de mudas clonais de cafeeiro conilon por meio da estaquia consiste na utilização de brotações que serão seccionadas para a obtenção de estacas. A alteração da proporção de área foliar remanescente nessas estacas pode modificar seu padrão de crescimento. Assim, objetivou-se avaliar a influência da proporção de corte nas folhas de estacas de cafeeiro conilon no crescimento, produção de biomassa e qualidade de mudas clonais. O experimento foi conduzido em viveiro de produção de mudas na Fazenda Experimental de Marilândia-ES (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper). O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com quinze repetições, e quatro tratamentos, correspondentes ao corte de 90%, 70%, 50% e 30% da dimensão longitudinal do limbo das folhas. Características de crescimento, produção de biomassa e qualidade das mudas foram avaliadas aos 120 dias após a estaquia. Verificou-se que a proporção do corte nas folhas influenciou o crescimento, o enfolhamento, o desenvolvimento do sistema radicular, a produção de biomassa e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro conilon. Foi possível notar perdas com o emprego de cortes menos intensos ou com cortes muito severos, especialmente para níveis próximos a 90%, que limitaram sobretudo a produção de biomassa seca, o crescimento da parte aérea, das raízes e das folhas das mudas. O crescimento, o enfolhamento, o acúmulo de biomassa e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro conilon foram favorecidos pelo uso de proporções de corte na faixa de 40% e 59% da dimensão longitudinal das folhas.

Palavras-chave: Área foliar; Biomassa; *Coffea canephora*; Propagação.

REMOVAL PROPORTION IN LEAVES OF CONILON COFFEE CUTTINGS AND ITS EFFECTS ON THE FORMATION AND QUALITY OF CLONAL PLANTLETS

ABSTRACT

The production of clonal plantlets of conilon coffee through cuttings consists of using shoots that will be sectioned to obtain stem cuttings. Changing the proportion of remaining leaf area in these cuttings can modify their growth pattern. Thus, this study aimed to evaluate the influence of the proportion of cuttings on leaves of conilon coffee over the growth, biomass production and quality of clonal plantlets. The experiment was conducted in nursery at the Experimental Farm of Marilândia-ES (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper). The experiment followed a completely randomized design, with fifteen replications, and four treatments, corresponding to the cut of 90%, 70%, 50% and 30% of the longitudinal dimension of the leaves. Growth characteristics, biomass production and seedling quality were evaluated 120 days after cutting. It was verified that the proportion of cutting in the leaves influenced the growth, the foliage, the development of the root system, the production of biomass and the quality of the clonal plantlets of conilon coffee. It was possible to notice losses with the use of less intense cuts or with very severe cuts, especially for levels close to 90%, which greatly limited the production of dry biomass, the growth of the aerial part, roots and leaves of the plantlets. Growth, foliage, biomass accumulation and quality of clonal plantlets of conilon coffee were promoted by the use of cutting proportions in the range of 40% and 59% of the longitudinal dimension of the leaves.

Key-words: Leaf area; Biomass; *Coffea canephora*; Propagation.

1 INTRODUÇÃO

A propagação do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex. Froehner) pode ser feita por via sexuada (sementes) e por via assexuada (clonagem). Como a espécie é alógama por autoincompatibilidade gametofítica (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980), a propagação seminífera promove a formação de lavouras com maior heterogeneidade entre plantas, enquanto a propagação vegetativa favorece a formação de lavouras com maior homogeneidade e com características semelhantes às plantas matrizes (BRAGANÇA *et al.*, 2001; FONSECA *et al.*, 2019). No Brasil, a propagação assexuada por estaquia foi responsável por 90% das mudas de cafeeiro conilon produzidas em 2013 (MAURI *et al.*, 2015).

A produção de mudas clonais de cafeeiro conilon por meio da estaquia consiste na utilização de brotações que serão seccionadas para a obtenção de estacas. O correto dimensionamento das estacas clonais para a produção de mudas é um importante objeto de estudo. Em relação ao corte das folhas, atualmente é recomendado a permanência de um par de folhas e o seccionamento de um terço de seu comprimento total, evitando o sombreamento excessivo no viveiro (FERRÃO *et al.*, 2019). Contudo, há necessidade de estudos científicos

que permitam evoluir o conhecimento para aprimorar a técnica em função da evolução das tecnologias de condução de mudas viveiro e do comportamento de novos genótipos.

Na propagação por estaquia de espécies vegetais, a presença de folhas, ou de pelo menos parte delas, nas estacas exerce estímulo ao enraizamento, principalmente devido à translocação de carboidratos e auxinas das folhas para a região de crescimento radicular (HARTMANN *et al.*, 2011). Além disso, existem relatos para outras culturas que a alteração da proporção de área foliar remanescente nas estacas pode modificar o padrão de crescimento das mudas formadas (SANTANA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2013).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência da proporção de corte nas folhas de estacas de cafeeiro conilon sobre o crescimento, produção de biomassa e qualidade de mudas clonais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM), base de pesquisa agropecuária administrada pelo Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), localizado no município de Marilândia, na Região Noroeste do estado do Espírito Santo, com coordenadas geográficas 19°24'26,09"S e 40°32'26,83"W, e altitude de 89 m.

Utilizou-se a técnica de estaquia para a multiplicação clonal e apenas as secções medianas das brotações de plantas matrizes, descartando-se a seção mais tenra do ápice dos brotos e a seção mais lignificada próxima à base. Foram utilizadas plantas matrizes padronizadas (idade, aspectos nutricionais e fitossanidade) de genótipos do banco ativo de germoplasma do Incaper (extraídos das cultivares clonais Diamante ES8112, Jequitibá ES8122 e Centenária ES8132), que tiveram seus ramos ortotrópicos vergados para estimular o desenvolvimento de brotações, conforme descrito por Fonseca *et al.* (2019).

As mudas foram produzidas em tubos plásticos individuais (tubetes) com volume de 280 cm³, previamente preenchidos com uma mistura de 70% de substrato comercial e 30% de palha de café obtida na colheita do ano anterior (VERDIN FILHO *et al.*, 2018). Após o preenchimento dos tubetes, os mesmos foram alocados em viveiro de produção de mudas de café, permanecendo em repouso por um período de 30 dias sob irrigação (FONSECA *et al.*, 2019). O viveiro apresentava cobertura por tela de polietileno preto para promoção de 50% de sombra e sistema de irrigação por microaspersão.

Para a formação das estacas foi empregado corte em bisel no ápice e corte reto na base (VERDIN FILHO *et al.*, 2014), de modo a formar estacas com 4 cm de comprimento da

inserção do (único) par de folhas até a extremidade basal e 1 cm até a extremidade apical. O corte dos ramos plagiotrópicos remanescentes foi feito de modo a deixar apenas 1 cm de comprimento total. A proporção de corte nas folhas foi modulada para a formação de quatro tratamentos, de modo a corresponder ao corte de 90%, 70%, 50% e 30% da dimensão longitudinal total do limbo das folhas (Figura 1). As estacas foram inseridas no substrato até a região próxima à inserção do par de folhas.

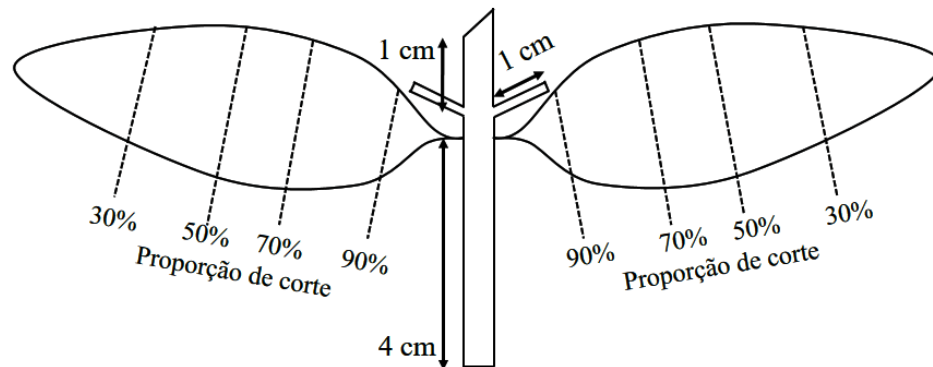


Figura 1 – Esquema ilustrativo das dimensões das estacas clonais e representação das proporções do corte nas folhas, tendo como base o comprimento das folhas (dimensão longitudinal do limbo).

O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 15 repetições, de modo a garantir uma amostragem mais ampla dentre os diferentes materiais genéticos multiplicados em viveiro. Cada parcela experimental foi composta por um conjunto de mudas (16 unidades) dispostas em bandeja (4 x 4 mudas), com amostragens das quatro centrais de cada parcela, considerando as adjacentes como bordaduras.

As mudas foram cultivadas durante 120 dias e o manejo da nutrição, irrigação e controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações para a produção de mudas de café conilon (FERRÃO *et al.*, 2012; FONSECA *et al.*, 2019).

Ao final desse período, as mudas foram avaliadas quanto a variáveis de crescimento, acúmulo total de biomassa seca, qualidade e trocas gasosas. A altura da planta (ALT; cm) foi medida com uso de régua graduada. O diâmetro do caule (DC; mm) foi obtido com uso de paquímetro digital, a altura de 1 cm acima da base da primeira brotação. A área foliar unitária (AFU; cm²) e a área foliar da planta (AFP; cm²) foram obtidas pelo método não destrutivo de mensuração das dimensões lineares, conforme descrito por Barros *et al.* (1973), com acurácia comprovada para o uso em genótipos mais recentes de cafeeiro conilon (BRINATE *et al.*, 2015), onde a AFP foi calculada por meio da multiplicação do número de folhas da muda pela AFU.

Após essas análises, as plantas foram coletadas e separadas em caules, folhas e raízes. Com as raízes lavadas, quantificou-se o número de raízes primárias emitidas por muda (NR; unidades), por meio de contagem direta. Logo após, mensurou-se o volume do sistema radicular (VR; cm³) através do método de deslocamento de água em proveta. Posteriormente, todos os materiais foram devidamente identificados e destinados para secagem em estufa de circulação forçada de ar (65 °C ± 2 °C). Após a obtenção de massa constante, as massas secas de caules (MSC; g), folhas (MSF; g) e raízes (MSR; g) foram determinadas em balança eletrônica de precisão (0,0001 g). A produção de massa seca total das plantas (MST; g) foi obtida pelo somatório da MSC, MSF e MSR. Por meio da relação entre a AFP e MST, calculou-se a razão de área foliar (RAF; cm² g⁻¹).

A qualidade das mudas foi estimada através do índice proposto por Dickson *et al.* (1960), através da expressão matemática: $IQD = MST / \{ (ALT/DC) + [(MSF+MSC)/MSR] \}$, que leva em consideração o acúmulo (MST) e a partição de biomassa (MSF, MSC, MSR), assim como a relação entre a altura da muda (ALT) e seu diâmetro de caule (DC). Esse parâmetro tem sido usado com sucesso para quantificação da qualidade de mudas de café (SANTOS *et al.*, 2019; VERDIN FILHO *et al.*, 2014; 2018; 2021).

Para o estudo dos efeitos das diferentes proporções de corte nas folhas das estacas clonais de cafeeiro conilon, submeteram-se os dados à análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade) e, na presença de efeito significativo dos tratamentos, foi empregada a análise de regressão (5% de probabilidade). O modelo de regressão foi escolhido com base na significância dos coeficientes angulares e nos valores dos coeficientes de determinação (R²). Os dados foram analisados utilizando o programa de análise estatística “SISVAR” (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS

Os resultados da análise de variância mostraram efeito significativo das diferentes proporções de corte das folhas da estaca clonal sobre todas as variáveis analisadas (ALT, DC, AFU, AFP, NR, VR, MSR, MSC, MSF, MST, RAF e IQD).

Ao analisar a ALT, DC, AFU, AFP e VR, notou-se ajuste quadrático com ponto de máximo ao nível de corte de, aproximadamente, 50%, 40%, 54%, 53% e 50% da dimensão longitudinal do limbo foliar, respectivamente (Figura 2A, 2B, 2C, 2D e 2F). Para o NR, notou-se ajuste linear decrescente com o aumento da proporção do corte, demonstrando que a maior

intensidade de corte das folhas resultou na diminuição da emissão de raízes primárias (Figura 2E).

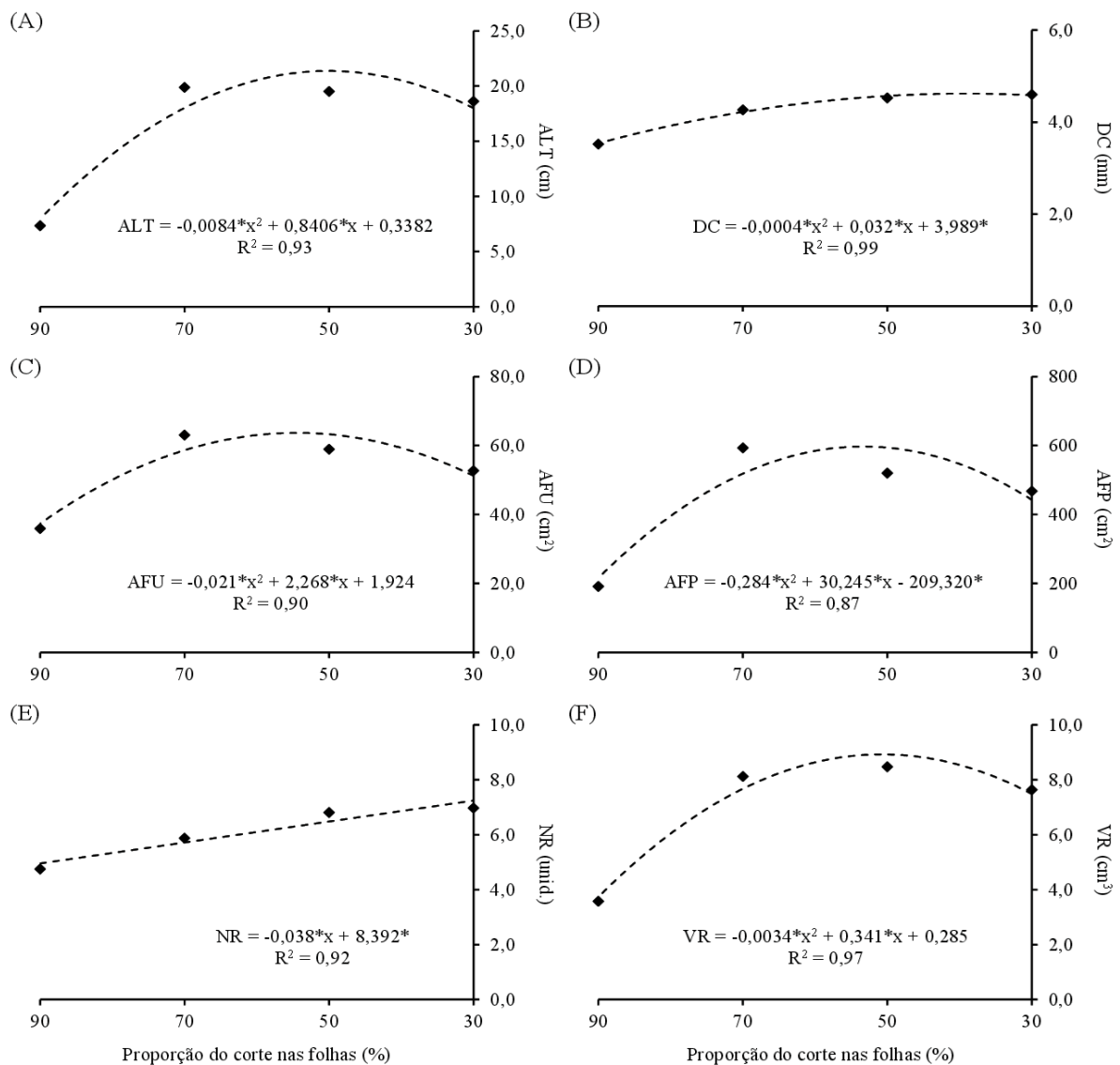


Figura 2 – Análise de regressão para a altura da planta (A), diâmetro do caule (B), área foliar unitária (C), área foliar total (D), número de raízes primárias (E) e volume de raízes (F) de mudas de caféiro conilon, aos 120 dias após a estaquia, em função da proporção do corte nas folhas na estaca clonal (Marilândia-ES, 2018) (*coeficiente significativo a 5% de probabilidade).

A alocação e a relação de biomassa foram alteradas em função da proporção do corte nas folhas, apresentando ajuste quadrático ao modelo de regressão para MSR, MSC, MSF, MST e RAF, apresentando pontos de máximo em aproximadamente 56%, 59%, 58%, 54% e 53%, respectivamente (Figura 3A, 3B, 3C, 3D e 3E).

O IQD é considerado um bom indicador da qualidade de mudas, por considerar em seu cálculo a robustez e equilíbrio da distribuição da biomassa (DICKSON *et al.*, 1960). Ao

analisar o IQD, notou-se ajuste quadrático ao modelo de regressão, com ponto de máximo em 47% de proporção de corte nas folhas (Figura 3F).

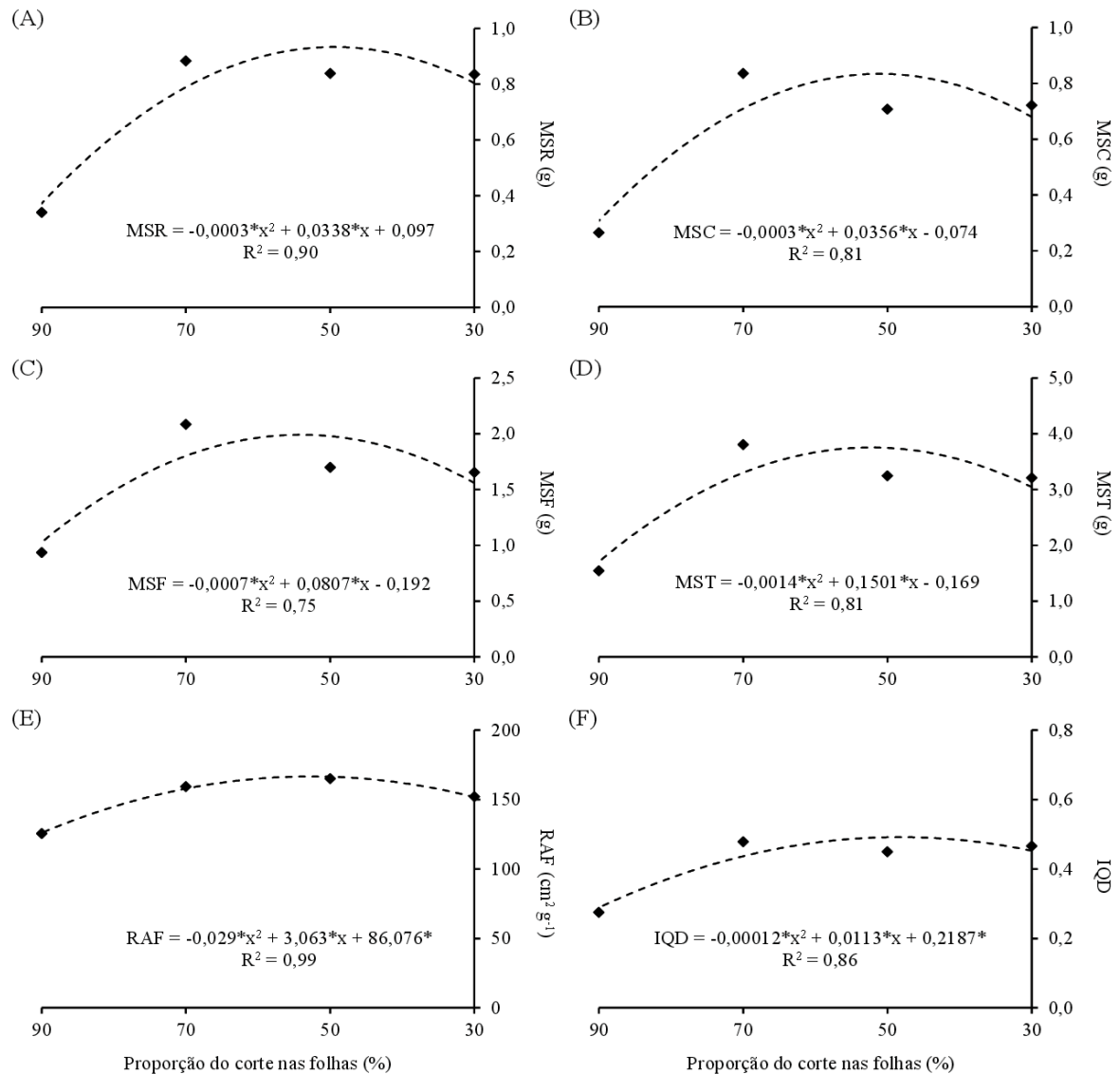


Figura 3 – Análise de regressão para produção de massa seca de raízes (A), massa seca de caule (B), massa seca de folhas (C), massa seca total (D), razão de área foliar (E) e índice de qualidade de Dickson (F) de mudas de cafeeiro conilon, aos 120 dias após a estaquia, em função da proporção do corte nas folhas na estaca clonal (Marilândia-ES, 2018) (*coeficiente significativo a 5% de probabilidade).

4 DISCUSSÃO

Mudas com maior diâmetro e massa caulinar contribuem para uma boa taxa de sobrevivência após o plantio no campo (ALMEIDA *et al.*, 2005). O aumento dessa característica pode estar relacionado com um estímulo à atividade cambial (TAIZ *et al.*, 2017),

que pode ser responsável por outros efeitos benéficos, tal como a aceleração do crescimento vertical, do enfolhamento e do desenvolvimento radicular das mudas.

Tanto a área foliar desenvolvida pelas mudas quanto o acúmulo de biomassa nas folhas, até os 120 dias, foram limitados pelo uso de cortes muito severos (especialmente próximo ao nível de 90%). O crescimento em área foliar e o acúmulo de biomassa nas folhas são importantes parâmetros para avaliação do desenvolvimento de plantas jovens de café conilon (COLODETTI *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2013a), um adequado enfolhamento pode garantir maior superfície de absorção luminosa, resultando em ganho de fixação de carbono pelas mudas, ou seja, maior capacidade de produzir e armazenar fotoassimilados (TAIZ *et al.*, 2017).

O uso de proporções de corte muito intensas também causou a limitação do volume e da biomassa de raízes das mudas, demonstrando uma desaceleração do crescimento radicular. A produção de mudas de cafeeiro conilon com sistema radicular bem desenvolvido é um fator determinante para o pegamento e desenvolvimento inicial das plantas no campo, pois um sistema radicular vigoroso favorece a eficiência na absorção de água e nutrientes do solo (COLODETTI *et al.*, 2014; HARMAND *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2013b), que pode tornar as plantas mais capacitadas para suportar os possíveis estresses ambientais (FREITAS *et al.*, 2005).

O comportamento observado para a relação de biomassa e área foliar (RAF) e dos parâmetros de crescimento de parte aérea e raízes demonstraram uma similaridade de efeitos, o que resulta em uma possível proporcionalidade entre o crescimento foliar (*e.g.*, AFP e MSF), radicular (*e.g.*, MSR) e total (*e.g.*, MST) das mudas. Esse fato indica que a alteração da proporção de corte nas folhas teve efeito sobre o crescimento da muda como um todo, acelerando ou desacelerando o desenvolvimento inicial, sem comprometer a relação de distribuição do crescimento entre os órgãos vegetais.

O comportamento quadrático observado para a maioria das variáveis é explicado pelo efeito negativo causado pelo corte com proporções extremas. O corte excessivo do limbo (*e.g.*, 90%) pode limitar ou atrasar o desenvolvimento inicial das mudas, pela menor disponibilidade de área fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados (HARTMANN *et al.*, 2011; TAIZ *et al.*, 2017). Menores níveis de cortes (*e.g.*, 30%) também podem ser prejudiciais, onde a sobreposição de limbos é favorecida pela maior área remanescente da folha nas estacas, o que prejudica a interceptação de luz e a chegada de água ao substrato, favorecendo o escoamento da água sobre as folhas (ALFENAS *et al.*, 2009).

De modo geral, a maioria das características de crescimento, enfolhamento e produção de biomassa foram favorecidas por proporções de cortes foliares entre 40% e 59%. Estes resultados demonstram a existência de uma faixa de proporção do limbo foliar das estacas clonais que deve ser mantida para favorecer a formação das mudas. Esse fato ainda demonstra que o emprego de cortes sem uma padronização pode causar prejuízos no crescimento inicial das mudas. Por consequência, a qualidade das mudas produzidas foi favorecida por essa faixa de proporção de corte das folhas, como observado pelo estudo do índice de qualidade de Dickson, que leva em consideração um equilíbrio entre a distribuição de biomassa e características morfológicas das mudas, que resulta em um bom indicador da qualidade para mudas de café, conforme descrito em outros trabalhos envolvendo essa espécie (SANTOS *et al.*, 2019; VERDIN FILHO *et al.*, 2014; 2018; 2021).

Um dos pontos chave para o sucesso na cafeicultura refere-se ao plantio de mudas com alto padrão de qualidade, pois contribuem para o desenvolvimento mais rápido e vigoroso das lavouras (FONSECA *et al.*, 2019). Assim, estudos que permitam o melhor entendimento dos fatores relacionados com a produção de mudas podem embasar a adaptação ou evolução das recomendações atuais, visto que, com o avanço tecnológico do cultivo do cafeeiro conilon pode acarretar na necessidade de melhorias das técnicas até então utilizadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proporção do corte nas folhas da estaca clonal influencia o crescimento, o enfolhamento, o desenvolvimento do sistema radicular, a produção de biomassa e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro conilon. É possível notar perdas com o emprego de cortes menos intensos ou com cortes muito severos, especialmente para níveis próximos a 90%, que limitam sobretudo a produção de biomassa seca, o crescimento da parte aérea, das raízes e das folhas das mudas.

O crescimento, o enfolhamento, o acúmulo de biomassa e a qualidade das mudas clonais de cafeeiro conilon são favorecidos pelo uso de proporções de corte na faixa de 40% e 59% da dimensão longitudinal total do limbo das folhas das estacas.

6 AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Café), ao Consórcio Pesquisa Café e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) pela concessão de auxílio financeiro para o desenvolvimento dos trabalhos.

7 REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2009. 500p.
- ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ÂNGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determination of leaf area of coffee (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, v. 20, n. 107, p. 44-52, 1973.
- BERTHAUD, J. L. Incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et déterminis megénétique. **Café, Cacao, Thé**, v. 24, n. 1, p. 167-174, 1980.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. 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, n. 5, p. 765-770, 2001.
- BRINATE, S. V. B.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; COLODETTI, T. V.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. Applicability of the method of linear dimensions to estimate leaf area in improved genotypes of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 5, p. 651-658, 2015.
- COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; VERDIN FILHO, A. C. Nitrogen availability modulating the growth of improved genotypes of *Coffea canephora*. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 3150-3156, 2015.
- 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. 1648-1657, 2014.
- CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; autoincompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, v. 20, n. 4, p. 787-804, 1961.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; DeMUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4.ed. Vitória: Incaper, 2012. 74p.
- FERRÃO, M. A. G.; SOUZA, E. M. R.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Self-incompatibility and sustainable production 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.203-221.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; ARANTES, S. D.; POSSE, S. C. P. Clonal gardens, seed production and conilon coffee seedling. *In*: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DeMUNER, L. H. **Conilon coffee**. 3.ed. Vitória: Incaper, 2019. p.289-325.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, G. D.; CARNEIRO, A. G. J.; PENCHEL, M. R.; LAMÔNICA, R. K.; FERREIRA A. D. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

HARMAND, J. M.; NJITI, C. F.; REVERSAT, F. B.; PUING, H. Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v. 188, n. 1, p. 249-265, 2004.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8.ed. Londres: Person, 2011. 922p.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; BRAGANÇA, S. M.; RODRIGUES, W. N.; REIS, E. F. Nutritional efficiency in clones of conilon coffee for phosphorus. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, p. 130-140, 2013b.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; CHRISTO, L. F.; RODRIGUES, W. N.; 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, 2013a.

MAURI, A. L.; ARANTES, S. D.; FONSECA, A. F. A.; ESPINDULA, M. C.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; PARTELLI, F. L. Produção de mudas: clones e sementes. *In*: FONSECA, A. F. A.; SAKIYAMA, N. S.; BORÉM, A. **Café conilon: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p.50-69.

SANTANA, R. C.; DUTRA, T. R.; NETO, J. P. C.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010.

SANTOS, R. X.; COLODETTI, T. V.; QUINTINO, R. G.; RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A. Caracterização do crescimento e qualidade de mudas de genótipos melhorados de *Coffea canephora*. *In*: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 23., 2019, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: UNIVAP, 2019. p. 1-6.

SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C.; LEITE, H. G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill X *E. urophylla* ST Black. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 67-77, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRAO, R. G.; FERRAO, M. A. G.; RODRIGUES, W. N.; ANDRADE JÚNIOR, S.; COLODETTI, T. V. Growth and quality of clonal plantlets of conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) influenced by types of cuttings. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 14, p. 2148-2153, 2014.

VERDIN FILHO, A. C.; RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; MAURI, A. L.; CHRISTO, B. F.; FERRÃO, R. G.; TOMAZ, M. A.; COMÉRIO, M.; ANDRADE JÚNIOR, S.; POSSE, S. C. P.; MARTINS, L. D.; BRINATE, S. V. B. Quality of clonal plantlets of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner produced using coffee husk in the substrate. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 50, p. 2826-2835, 2018.

VERDIN FILHO, A. C.; BORGHI, E. J. A.; FORNACIARI, G.; COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; COMÉRIO, M.; POSSE, S. C. P. Limitações causadas pelas dimensões de tubetes sobre o crescimento e qualidade de mudas clonais de cafeeiro conilon. **Pens@R Acadêmico**, v. 19, p. 281-296, 2021.
n, 2015.