

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

HÉRICA CHISTÉ

**QUALIDADE DE MUDAS DE *Coffea canephora*:
INFLUÊNCIA DO GENÓTIPO, AUXINA E ÉPOCAS DE
COLETA DE ESTACA**

São Mateus - ES

Agosto de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL

**QUALIDADE DE MUDAS DE *Coffea canephora*:
INFLUÊNCIA DO GENÓTIPO, AUXINA E ÉPOCAS DE
COLETA DE ESTACA**

HÉRICA CHISTÉ

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Profº. Drº. Edilson Romais Schmidt

São Mateus - ES

Agosto de 2021

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

C542q Chisté, Hérica, 1996-
Qualidade de mudas de coffea canephora: influência do genótipo, auxina e época de coleta de estacas / Hérica Chisté. - 2021.
41 f.

Orientador: Edilson Romais Schmildt.
Coorientadora: Sara Dousseau Arantes.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Café. 2. Verão. 3. Inverno. 4. Mudas. I. Romais Schmildt, Edilson. II. Dousseau Arantes, Sara. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 63

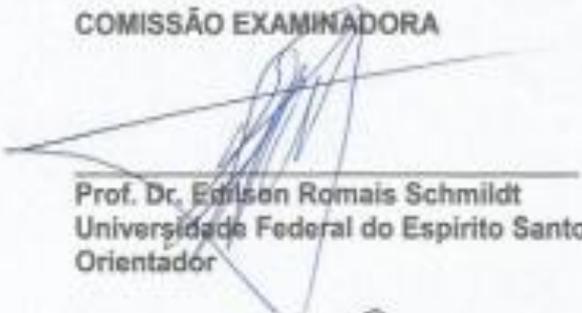
HÉRICA CHISTÉ

**QUALIDADE DE MUDAS DE *Coffea canephora*:
INFLUÊNCIA DO GENÓTIPO, AUXINA E ÉPOCAS DE
COLETA DE ESTACA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 20 de agosto de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA



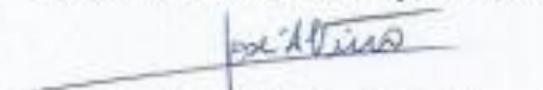
Prof. Dr. Edilson Romais Schmidt
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof(a). Dr(a). Sara Dousseau Arantes
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof(a). Dr(a). Andreia Barcelos Passos
Lima Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. José Altino Machado Filho
Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, por sempre me dar força e direção.

Aos meus pais Zilma Florêncio Chisté e Alceu Pedro Chisté, pelo incentivo e, principalmente por sua contribuição na formação de princípios, sendo meus exemplos de pessoa, de trabalho e de luta.

A minha irmã, Loren Chisté, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado.

Aos demais familiares que torceram por mim durante a caminhada.

Aos meus tios Cassia e César por me ajudarem quando eu muito precisei e por me apoiarem nesta trajetória.

Ao meu orientador Dr^o Edilson Romais Schmildt, pela orientação, compreensão e ensinamento.

A minha coorientadora Dr^a Sara Dousseau Arantes, que me auxiliou na escrita deste trabalho, me acolheu no Incaper e fez eu ter a melhor experiência de trabalho em equipe e crescimento profissional.

A toda equipe do laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica Extensão Rural (INCAPER), pelo auxílio nas avaliações de campo e de laboratório.

À Valéria, que ajudou e dividiu comigo a responsabilidade estatística, e que tornou a caminhada muito mais leve.

Às meninas do alojamento feminino, pela amizade construída durante o mestrado e por tantos momentos compartilhados.

A Universidade Federal do Espírito Santo, o Centro Universitário Norte do Espírito Santo e o Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical pela formação proporcionada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Muito obrigada!

Sumário

RESUMO.....	iv
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	4
2.1 Caracterização das plantas matrizes e da coleta das estacas.....	4
2.2 Preparo das estacas	5
2.3 Tratamento com o ácido indol-3-butirico (AIB).....	6
2.4 Desenvolvimento das mudas	6
2.5 Análise biométrica.....	8
2.6 Análises estatísticas	9
3. RESULTADOS.....	10
4. DISCUSSÕES.....	20
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS.....	27

RESUMO

CHISTÉ, Hérica; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Agosto de 2021; **Qualidade de mudas de *coffea canephora*: influência do genótipo, auxina e épocas de coleta de estacas**; Orientador: Edilson Romais Schmidt; Co-orientadora: Sara Dousseau Arantes.

A variabilidade genética entre clones, a estação do ano em que as estacas são coletadas e a baixa concentração de auxina endógena, são fatores determinantes para o enraizamento e a qualidade das mudas de café conilon. Neste contexto, objetivou-se avaliar a interação entre diferentes concentrações de auxina na qualidade de mudas de cinco genótipos do cafeeiro conilon coletados no verão e no inverno. O experimento foi realizado em viveiro, localizado na Fazenda Experimental de Linhares - ES, entre os meses de junho a novembro e dezembro a maio, inverno e verão respectivamente. O experimento foi realizado em delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcela subdividida com quatro repetições de 27 plantas, com 14 plantas úteis na parcela, totalizando 108 mudas por tratamento. A parcela foi composta por cinco genótipos (A1, LB1, 143, 02 e 748) e concentrações de ácido indol-3-butírico (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L⁻¹) e a sub parcela constituídas por duas épocas de coleta de estacas (verão e inverno). No software R, foi realizada correlação pelo método de Pearson considerando o p-valor a nível de 0,05 de significância e a elaboração da matriz de correlação no pacote Corrplot. A análise de variância foi realizada pelo programa estatístico Sisvar, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. As análises quantitativas por regressão foram realizadas para a obtenção das equações de ajustes dos modelos matemáticos. A qualidade das mudas do cafeeiro conilon é influenciada pela época de coleta das estacas, pelo genótipo e pela dose de AIB. As estacas coletadas no inverno possuem menor capacidade de formação da parte aérea e o AIB promoveu melhora no desempenho dos genótipos menos vigorosos. A formação da parte aérea das mudas do genótipo 748 é inibida em 72% em estacas coletadas no inverno, e o no ponto de maior eficiência na dose de 726 mg L⁻¹ de AIB promove aumento de 29,40% no comprimento do caule. As mudas do genótipo 143 têm reduzido desenvolvimento da parte aérea genótipo e a época não exerce

influência, contudo, o AIB promoveu melhora no desempenho em estacas coletadas no verão com ponto de maior eficiência na dose 959 mg L^{-1} . Os genótipos A1, 02 e LB1 tiveram respostas bastante semelhantes tanto para a época de coleta das estacas quanto para as doses de AIB. Não foram detectadas diferenças no comprimento da maior raiz dos genótipos do cafeeiro conilon em função das doses de AIB aplicadas, com valores médios de 19,75 cm, concernente à MSR, as alterações em função das doses de AIB não foram suficientes para significância estatística. Conclui-se que o genótipo e a época de coleta das estacas são os fatores mais determinantes na qualidade das mudas do cafeeiro conilon. As estacas coletadas no inverno possuem menor capacidade de formação da parte aérea. O AIB promove melhora no crescimento dos genótipos menos vigorosos.

Palavras-Chaves: Café conilon, Ácido Indolbutírico, Clones, Propagação, Verão, Inverno.

ABSTRACT

CHISTÉ, Hérica; M.Sc.; Federal University of Espírito Santo; August 2021; **Quality of *coffea canephora* seedlings: influence of genotype, auxin and cuttings collection times**; Advisor: Edilson Romais Schmildt; Co-advisor: Sara Dousseau Arantes.

The genetic variability between clones, the season in which the cuttings are collected and the low concentration of endogenous auxin are determining factors for the rooting and quality of conilon coffee seedlings. In this context, the objective was to evaluate the interaction between different concentrations of auxin on the quality of seedlings of five genotypes of conilon coffee collected in summer and winter. The experiment was carried out in a nursery, located at the Experimental Farm of Linhares - ES, between the months of June to November and December to May, winter and summer respectively. The experiment was carried out in a randomized block design in a split plot scheme with four replications of 27 plants, with 14 useful plants in the plot, totaling 108 seedlings per treatment. The plot consisted of five genotypes (A1, LB1, 143, 02 and 748) and indole-3-butyric acid concentrations (0, 500, 1000, 1500 and 2000 mg L⁻¹) and the sub plot constituted by two seasons of cuttings collection (summer and winter). In the R software, correlation was performed using the Pearson method, considering the p-value at a significance level of 0.05 and the creation of the correlation matrix in the Corrplot package. Analysis of variance was performed using the Sisvar statistical program, and when significant, the means were compared using the Scott Knott test at 5% probability. Quantitative regression analyzes were performed to obtain the adjustment equations of the mathematical models. The quality of conilon coffee seedlings is influenced by the time of cuttings collection, by the genotype and by the dose of IBA. Cuttings collected in winter have a lower capacity for shoot formation and AIB promoted an improvement in the performance of less vigorous genotypes. The formation of the aerial part of seedlings of genotype 748 is inhibited by 72% in cuttings collected in winter, and at the point of greatest efficiency at the dose of 726 mg L⁻¹ of IBA promotes an increase of 29.40% in length. Of the stem. The seedlings of genotype 143 have reduced development of the shoot genotype and the season has no influence, however, the AIB promoted an improvement in the performance in cuttings collected in the summer with the highest efficiency point at the dose 959 mg

L⁻¹). The genotypes A1, 02 and LB1 had very similar responses for both the time of collection of cuttings and the doses of IBA. No differences were detected in the length of the longest root of the conilon coffee genotypes as a function of IBA doses applied, with mean values of 19.75 cm, concerning MSR, the changes as a function of IBA doses were not sufficient for statistical significance. It is concluded that the genotype and the time of collection of the cuttings are the most determining factors in the quality of the seedlings of the conilon coffee tree. Cuttings collected in winter have a lower capacity for aerial part formation. AIB promotes improvement in the growth of less vigorous genotypes.

Keywords: Conilon coffee, Indolebutyric acid, Clones, Propagation, Summer, Winter.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café FAO, (2021) e o cultivo é concentrado na região Sudeste, onde são plantadas duas espécies, o café arábica e o conilon, que predominam no estado de Minas Gerais e no Espírito Santo, respectivamente (IBGE, 2021). O cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) está presente em 85% dos municípios capixabas e a produtividade é superior à média nacional e equivalente aos maiores do mundo, em torno de 50 sacas por ha, porém, a média dos municípios produtores oscila de 5 a 10 t ha⁻¹ (IBGE, 2021), indicando que o potencial está reprimido.

A variabilidade genética entre os clones do cafeeiro conilon tem sido documentada em campo e os estudos sugerem que um sistema radicular mais vigoroso possibilita uma maior produtividade (SILVA *et al.*, 2020). A propagação do cafeeiro conilon no Brasil é realizada principalmente por meio da estaquia, técnica preconizada em meados da década de 80 por (PAULINO *et al.*, 1985). Diversos estudos têm sido conduzidos desde então, para melhorar a qualidade das mudas ajustando-se os procedimentos de estaquia (VERDIN FILHO *et al.*, 2020).

O genótipo regula a capacidade de enraizamento e a qualidade das mudas clonais do conilon Priyono *et al.*, (2010), porém, estratégias para otimizar o desempenho de clones pouco vigorosos ainda precisam ser desenvolvidas. A

estação do ano e as condições climáticas em que as estacas são coletadas também são determinantes para o enraizamento e a qualidade das mudas, principalmente quando as estacas não são coletadas de jardins clonais devidamente manejados.

O período de produção das mudas do cafeeiro conilon varia de quatro ou cinco meses e a época de retirada das estacas é definida em função da época do plantio. O plantio na época das chuvas (setembro a dezembro) é a preferida pelos agricultores capixabas por antecipar a colheita em até 6 meses (FONSECA *et al.*, 2017). Portanto, para o plantio na época chuvosa, as estacas devem ser coletadas entre os meses de abril a agosto.

A recomendação técnica é que a retirada das estacas seja feita de plantas matrizes cultivadas em jardins clonais, mas, muitos agricultores e viveiristas aproveitam a própria lavoura comercial e as práticas de desbrota para a obtenção de material propagativo. Com isso, o estaqueamento é feito no período reprodutivo, ao final frutificação e até mesmo com ramos induzidos à floração, culminando em estacas esgotadas fisiologicamente. Embora, agricultores e viveiristas evidenciem reduções superiores a 30% no enraizamento e elevada incidência de florescimento nas estacas coletadas no inverno, nenhum estudo foi encontrado caracterizando esse efeito.

A variabilidade entre clones e as dificuldades sazonais, podem ser causadas pela baixa concentração e/ou sensibilidade as auxinas, classe hormonal decisiva na rizogênese adventícia (RASMUSSEN *et al.*, 2015). Neste contexto, a aplicação de reguladores de crescimento como as auxinas pode proporcionar melhora no desenvolvimento da muda na época do inverno, momento de maior demanda de estacas no Espírito Santo.

O ácido indolbutírico (AIB) é o principal regulador de crescimento da classe das auxinas utilizado para estimular o enraizamento adventício em estacas de várias espécies Frick e Strader, (2018), contudo, seu efeito em estacas do cafeeiro conilon ainda é pouco conhecido, principalmente como a dose interage com o genótipo e o ambiente. A dose recomendada é alta para outras espécies do gênero como *Coffea Liberica* W. Bull Ex., Hier Erdiansyah *et al.*, (2016) e *Coffea arabica* Carvalho *et al.*, (2008), respectivamente, 4500 e 2000 mg L⁻¹. Estudos recentes realizados na Indonésia fornecem indicativos que para o cafeeiro conilon, a dose de AIB aplicada nas estacas deve ser menor, encontrando valores ideais de 100 ppm para a parte aérea e 150 ppm para a raiz Pujaningrum e Simanjuntak, (2020), contudo, os genótipos brasileiros não foram caracterizados.

Neste contexto, a dose ideal de auxina dependerá do genótipo e poderá proporcionar um melhor desenvolvimento da muda na época do inverno, momento de maior demanda de estacas no Espírito Santo. Porém, como não se conhece o efeito

do AIB nos genótipos do cafeeiro conilon cultivados no Brasil, as recomendações técnicas para os agricultores capixabas são inexistentes. Ainda não se conhece como a qualidade das mudas dos genótipos do cafeeiro conilon cultivados no Brasil, varia em função da época do ano e da dose de AIB. Com isto, objetivou-se avaliar a interação entre diferentes concentrações de auxina na qualidade de mudas de cinco genótipos do cafeeiro conilon coletados no verão e no inverno.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização das plantas matrizes e da coleta das estacas

Foram selecionados cinco genótipos de *C. canephora* do programa de melhoramento genético do INCAPER (02, A1, LB1, 748 e 143), escolhidos por apresentarem características distintas quanto ao potencial de rizogênese (observações empíricas). As estacas foram coletadas de plantas matrizes do jardim clonal de Café Conilon do INCAPER, mantido na Fazenda Experimental de Marilândia (FEM), situada na região Noroeste do Estado do Espírito Santo, no município de Marilândia (19°24'25, 20 de latitude sul e 40°32'40 de longitude oeste). As plantas matrizes foram implantadas em 2010, solo do tipo latossolo vermelho-amarelos Distróficos – LVA, relevo suave ondulado, precipitação média anual de 1164 mm e temperatura média anual de 24,2°C, no espaçamento de 3,0 m x 1,0 m, sendo conduzidos com irrigação suplementar em períodos de elevado déficit hídrico. Foi realizado controle fitossanitário seguindo as recomendações de manejo do cultivo de jardim clonal de conilon no Estado do Espírito Santo, de acordo com a necessidade e com a atual recomendação para a cultura (FERRÃO *et al.*, 2019; PREZOTTI *et al.*, 2007).

Como material propagativo utilizaram-se ramos ortotrópicos, coletados da porção basal de plantas matrizes em duas épocas, no inverno (junho de 2016) e no verão (dezembro de 2017). As estacas de inverno foram retiradas de ramos ortotrópicos desenvolvidos na base das plantas em estágio reprodutivo e coletados

logo após a quinta colheita dos frutos. Imediatamente após a coleta das estacas de inverno, as plantas foram submetidas a poda programada do ciclo, que consiste na recepa dos ramos ortotrópicos, deixando-se apenas um ramo (pulmão). Os ramos ortotrópicos formados foram coletados após 6 meses e corresponderam as estacas de verão.

Após a coleta dos ramos ortotrópicos, procedeu-se a retirada dos ramos plagiotrópicos e retirou-se o nó apical e o basal, obtendo-se ramos ortotrópicos com cerca de 6 nós. Em ambas as épocas, a coleta e o preparo das estacas ocorreram em um dia nublado/chuvoso, a partir das 8:00 h, estendendo-se até as 16:00 h. Nestes dias as temperaturas médias de 21,1 e 25,9 °C, umidade 85,5 e 86,0 (%) e precipitação 0,8 e 23,4 mm, para inverno e verão respectivamente. Os ramos ortotrópicos foram acondicionados em sacos de estopa umedecido, transportados para a Fazenda Experimental de Linhares (INCAPER), mantidos em viveiro com irrigação por nebulização até a manhã seguinte, quando foram seccionados para a obtenção das estacas.

2.2. Preparo das estacas

O ramo ortotrópico foi seccionado e estacas de nó inteiro foram individualizadas e preparadas conforme Fonseca *et al.* (2017), porém, com corte reto na base conforme adaptado por Verdin Filho *et al.* (2014). Durante o preparo, as estacas foram mantidas em água dentro de baldes de 10 L e posteriormente imersas em solução fungicida (Carbomax® 500 SC) durante 5 minutos. Após o escoamento do excesso da solução fungicida, as estacas foram submetidas ao tratamento com o regulador de crescimento ácido indol-3-butírico (AIB).

2.3. Tratamento com o ácido indol-3-butírico (AIB)

O AIB ($\geq 99\%$ (T) Sigma-Aldrich) foi solubilizado em NaOH 0,5 M e as bases das estacas imersas meio centímetro por 3 horas em 10 mL da solução de AIB contendo cinco concentrações (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg.dm⁻³), utilizando recipientes plásticos de 50 mL, que continha de 10 a 12 estacas.

2.4. Desenvolvimento das mudas

Após o tratamento com o AIB, as estacas foram levadas ao viveiro de produção das mudas, localizado na Fazenda Experimental de Linhares (19°25'00,1 S e 40°04'35,3 W), região Norte do estado do Espírito Santo. O clima é classificado como Aw tropical úmido com inverno seco (Köppen) e a temperatura média anual é de 23,8°C. Quanto à sua zona natural é classificado como terras quentes, planas e transição chuvosa/seca (Zona 8), sendo as temperaturas máximas e mínimas médias para o mês mais quente e frio, respectivamente, de 34°C e 18°C; com 6 meses secos (ALVARES *et al.*, 2013).

A produção das mudas foi efetuada por 154 dias nas duas épocas, que compreendeu aos períodos de inverno (junho a novembro de 2016) e de verão (dezembro de 2016 a maio de 2017). O ambiente da produção das mudas foi caracterizado na Figura 1 a partir dos dados mensais de temperatura (mínima, máxima e média) em °C, precipitação (mm) e umidade relativa (%) coletados pela Estação Meteorológica automática de Linhares/ES e fornecidos pelo Departamento de Operações Técnicas - Meteorologia / Climatologia do INCAPER (INCAPER, 2017).

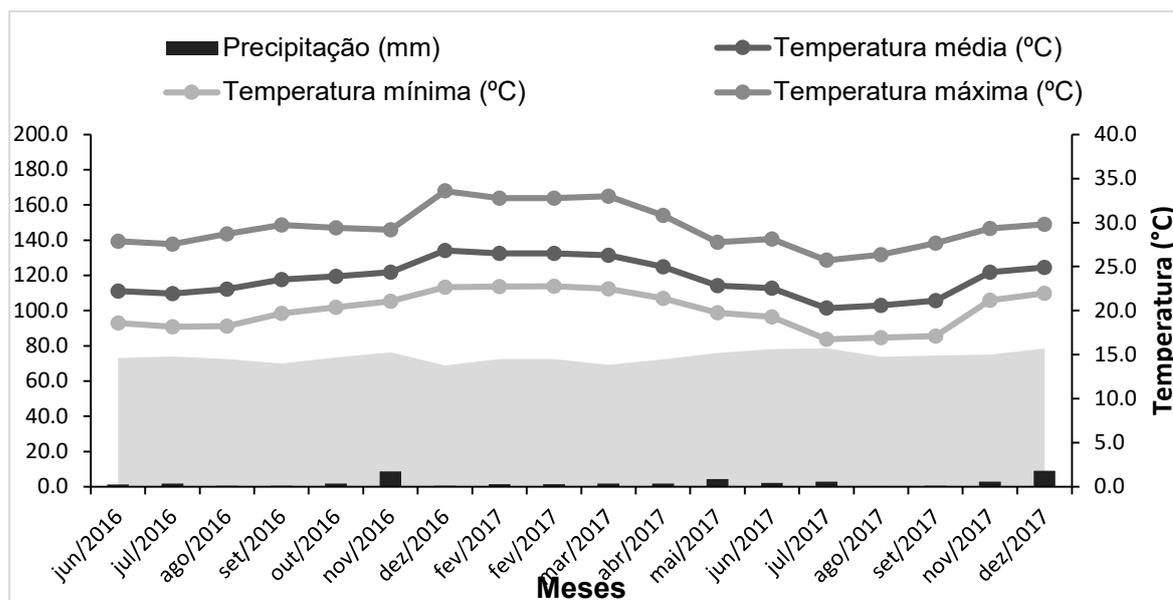


Figura 1. Precipitação total, evapotranspiração total e valores médios da umidade relativa e das temperaturas máxima, média e mínima do ar registrados na estação meteorológica de Linhares-ES, no período de junho de 2016 a dezembro de 2017. Fonte: estação meteorológica do INCAPER.

O ensaio foi realizado em delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcela subdividida com quatro repetições de 27 plantas, com 14 plantas úteis na parcela, totalizando 108 mudas por tratamento. A parcela foi composta por cinco genótipos (A1, LB1, 143, 02 e 748) e concentrações de ácido indol-3-butírico (0,500, 1000, 1500 e 2000 ppm) e a sub parcela constituídas por duas épocas de coleta de estacas (verão e inverno).

As estacas foram plantadas em tubetes de polipropileno de 5 cm de diâmetro superior, 19 cm de altura e 280 cm³ de volume, com oito estrias internas, contendo substrato comercial Bioplant® para produção de mudas, acrescidos 2 g de Osmocote® e 20 % de palha de casca de café. As mudas foram mantidas em viveiro coberto com sombrite (50%), contendo irrigação por micro aspersão automática durante o período de enraizamento (90 dias), durante 5 segundos a cada 5 minutos. Após este período, a irrigação foi prolongada para 5 segundos a cada 6 minutos.

2.5. Análise biométrica

A avaliação do desenvolvimento vegetativo foi realizada aos 154 dias por meio de medidas biométricas e o índice SPAD mediante a uma leitura com clorofilômetro, modelo Minolta SPAD-502. O desenvolvimento da parte aérea foi medido através do comprimento e diâmetro do caule (CC) e (DC), número de folhas de estaca e do broto (NFES) e (NF), área foliar total (AF). Para a determinação do comprimento do caule foi utilizada régua graduada, medindo-se o caule desde a inserção com a estaca até o ápice, expresso em cm. O diâmetro do caule foi medido no segundo entrenó do ramo ortotrópico, de baixo para cima, utilizando um paquímetro digital 150 mm Zaas, expresso em mm. A área foliar foi obtida através do medidor LI - COR 3100. O desenvolvimento do sistema radicular foi realizado através do comprimento de raiz (CR), utilizando uma régua graduada.

Após as medições biométricas, as mudas foram fracionadas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C durante 15 dias. O material foi pesado em balança analítica modelo QUINTIX3102-10BR com precisão de 0,01 g e o valor expresso em gramas de massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF), massa seca da estaca (MSE) e massa seca da folha da estaca (MFES).

De posse dos resultados de massa seca, foram calculadas a massa seca da parte aérea (MSPA), obtida pela soma da MSF com a MSC e a massa seca total (MST) através da soma da MSPA e MSR. O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi determinado através da aplicação dos dados de crescimento, desenvolvimento e biomassa seca na equação de Dickson, sendo $IQD = MST / [(CC/DC) + (MSPA/MSR)]$ (DICKSON *et al.*, 1960). Também foram avaliados a relação raiz parte aérea (CR/CC) e a relação parte aérea e sistema radicular (MSPA/MSR).

2.6. Análises estatísticas

Para analisar a correlação linear entre as 19 variáveis de qualidade de mudas foi utilizado o método de Pearson no software R *core team* (2021), e a elaboração da matriz de correlação foi construída no pacote *Corrplot* (WEI *et al.*, 2021). A análise de variância foi realizada programa estatístico *Sisvar* versão 5.6, Ferreira, (2019), e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade. As análises quantitativas por regressão foram realizadas para a obtenção das equações de ajustes dos modelos polinomiais das características de crescimentos das mudas de café e determinação do efeito do AIB em épocas diferentes (Inverno e verão).

3. RESULTADOS

As análises de correlação foram expressas através do correlograma na Figura 2, possibilitando uma visão geral do grau de relação entre o conjunto de variáveis fitotécnicas de mudas dos cinco genótipos de *Coffea canephora* (143, 02, 748, A1 e LB1) submetidos às cinco concentrações de AIB (0, 500, 1000, 1500 e 2000 ppm) em duas épocas do ano (verão e inverno). A correlação linear positiva foi observada para maioria das características. O comprimento do caule teve elevada correlação positiva com as variáveis da parte aérea (DC, MSC, NF, AF, MSF e MSPA) e com o acúmulo de massa seca na muda (MST). Dentre as variáveis de raiz, a MSR foi a que apresentou a correlação mais elevada com o IQD, AF, DC e MST. O IQD apresentou elevada correlação com MSR e mediana para MST, enquanto o SPAD se correlacionou positivamente com quase todas as variáveis de desenvolvimento da raiz e da parte aérea, porém, mais fracamente.

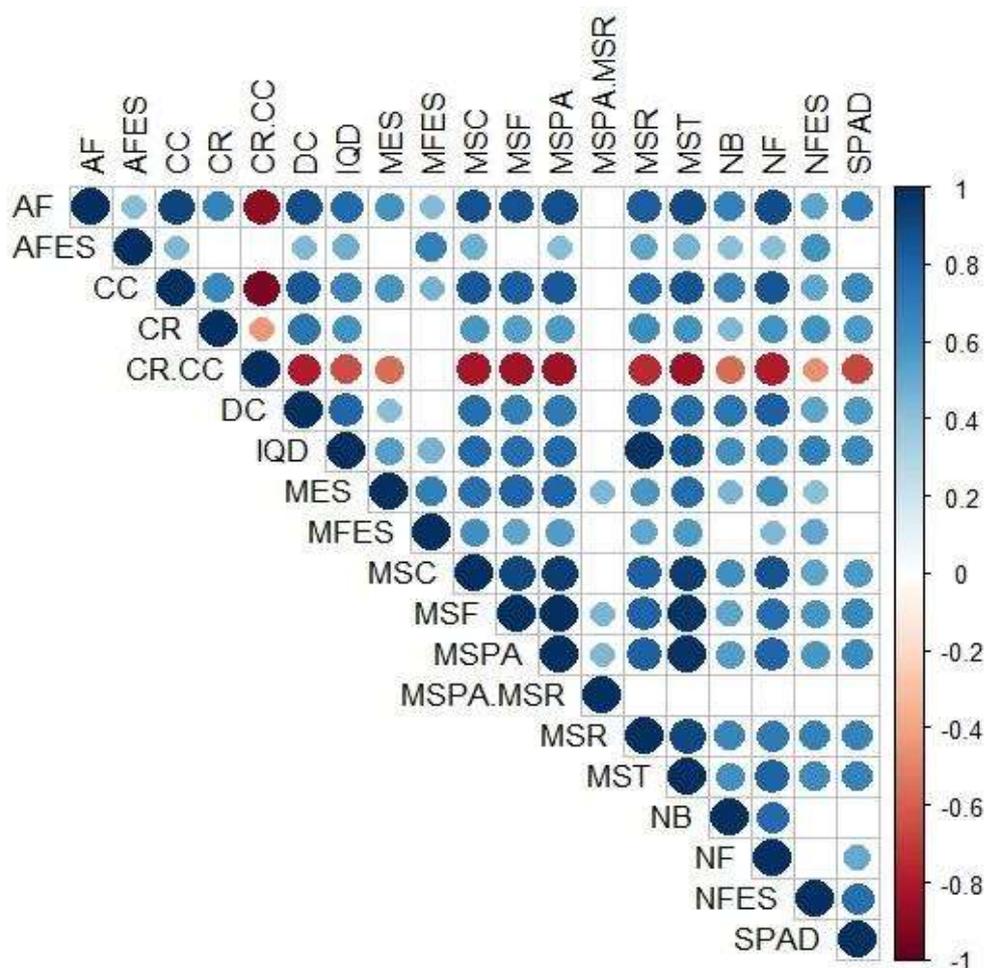


Figura 2. Correlograma entre as variáveis analisadas de mudas de diferentes genótipos de Café Conilon sob doses crescentes de AIB e conduzidas em épocas distintas. As correlações podem ser positivas e negativas, estando sempre dentro do intervalo $-1 \leq r \leq 1$. A intensidade de cor e o tamanho dos círculos são proporcionais aos coeficientes de correlação, as correlações positivas são exibidas em azul, e as correlações negativas em vermelho, quanto mais próximo de 1 maior a intensidade da cor azul e maior o tamanho do círculo, apresentando alta relação entre as variáveis, mostrando que uma variável influencia na outra. Já quanto mais próximo de -1 maior a intensidade da cor vermelha e maior é o tamanho do círculo, mostrando que as variáveis tiveram baixa relação, ou seja, uma variável não influencia a outra. Legenda: AF- área foliar total. AFES- área foliar da folha mantida da estaca. CC- comprimento do caule. CR- comprimento da raiz. CR/CC- relação raiz parte aérea. DC- diâmetro do caule. IQD- Índice de Qualidade de Dickson. MSE- massa seca da estaca. MFES- massa seca da folha da estaca. MSC- massa seca do caule. MSF- massa seca das folhas dos brotos. MSPA- massa seca da parte aérea. MSPA. MSR- relação parte aérea e sistema radicular. MSR- massa seca da raiz. MST- massa seca total. NB- número de brotos. NF - número de folhas dos brotos. NFES – número de folhas das estacas.

No que se refere a análise de variância, as doses de AIB influenciaram significativamente nestas mesmas variáveis, exceto índice SPAD e CR. A época de coleta das estacas interagiu com o AIB apenas para o índice SPAD e CR. O DC foi

influenciado apenas pelo efeito isolado do genótipo e da época de coleta das estacas. A tabela de Análise de Variância está apresentada no Apêndice A.

O comprimento do caule foi a variável biométrica da parte aérea que melhor se correlacionou com a maior parte das variáveis analisadas (Figura 2) e as doses de AIB influenciam de maneira distinta entre os genótipos nas épocas de coleta das estacas (Figura 3). No inverno o incremento de AIB promoveu efeito quadrático no desenvolvimento do caule das mudas do genótipo 748, apresentando aumento de 29,40% em comparação com a dose de 0 mg L⁻¹, no ponto de maior eficiência na dose de 726 mg L⁻¹ de AIB com comprimento de 6,70 cm. Nesta época de coleta das estacas os genótipos 02, A1 e LB1, apresentaram queda linear do comprimento do caule com o aumento das doses de AIB. O genótipo 143 não foi significativo estatisticamente para o ajuste polinomial.

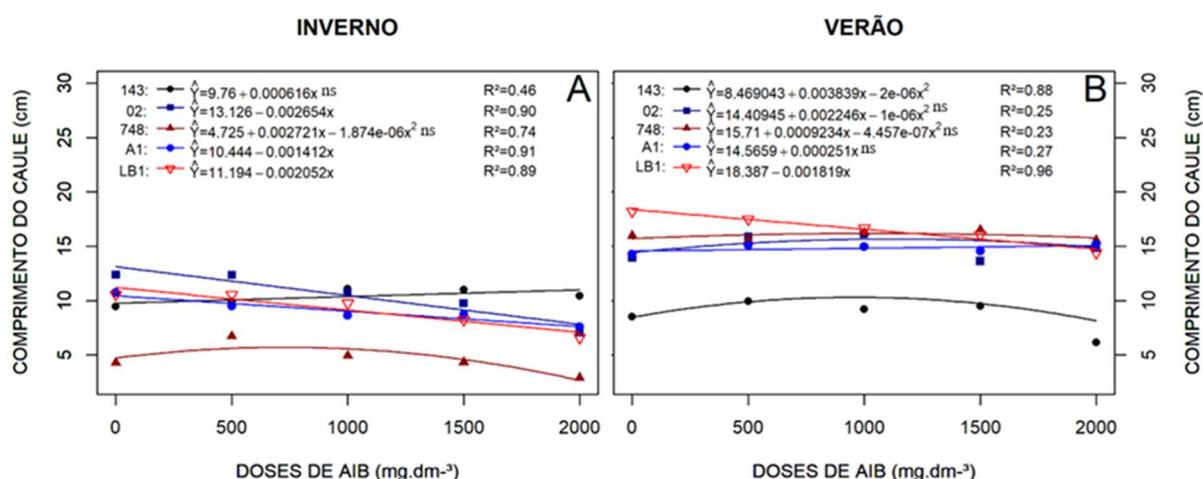


Figura 3. Efeito das doses crescentes de AIB no comprimento do caule de mudas de diferentes genótipos do cafeeiro conilon (143, 02, 748, A1 e LB1), produzidas no inverno (A) e no verão (B); (ns: coeficiente não significativo a $p \leq 0,05$ de probabilidade).

No verão apenas os genótipos 143 e LB1 apresentaram ajuste polinomial significativo (Figura 3). O comprimento do caule do genótipo 143 exibiu comportamento quadrático e ponto de máxima eficiência em 959 mg L⁻¹ de AIB com comprimento de 10,31 cm, isso corresponde a 17,85% em relação a dose de 0 mg L⁻¹. Já o modelo linear de ajuste encontrado para o genótipo LB1 indica ocorrência de inibição do comprimento do caule com a adição do AIB. Para o genótipo A1, não houve ajuste de nenhum modelo de regressão, estatisticamente significativo.

O aumento das doses de AIB promoveu decréscimo linear na maioria das variáveis biométricas que expressam o desenvolvimento da parte aérea (NF, AF, MSF, MSC e MSPA) e da muda (MST) (Figura 4). O IQD também foi influenciado pelo AIB, porém, o coeficiente de determinação da equação linear foi inferior a 50% (não apresentado graficamente).

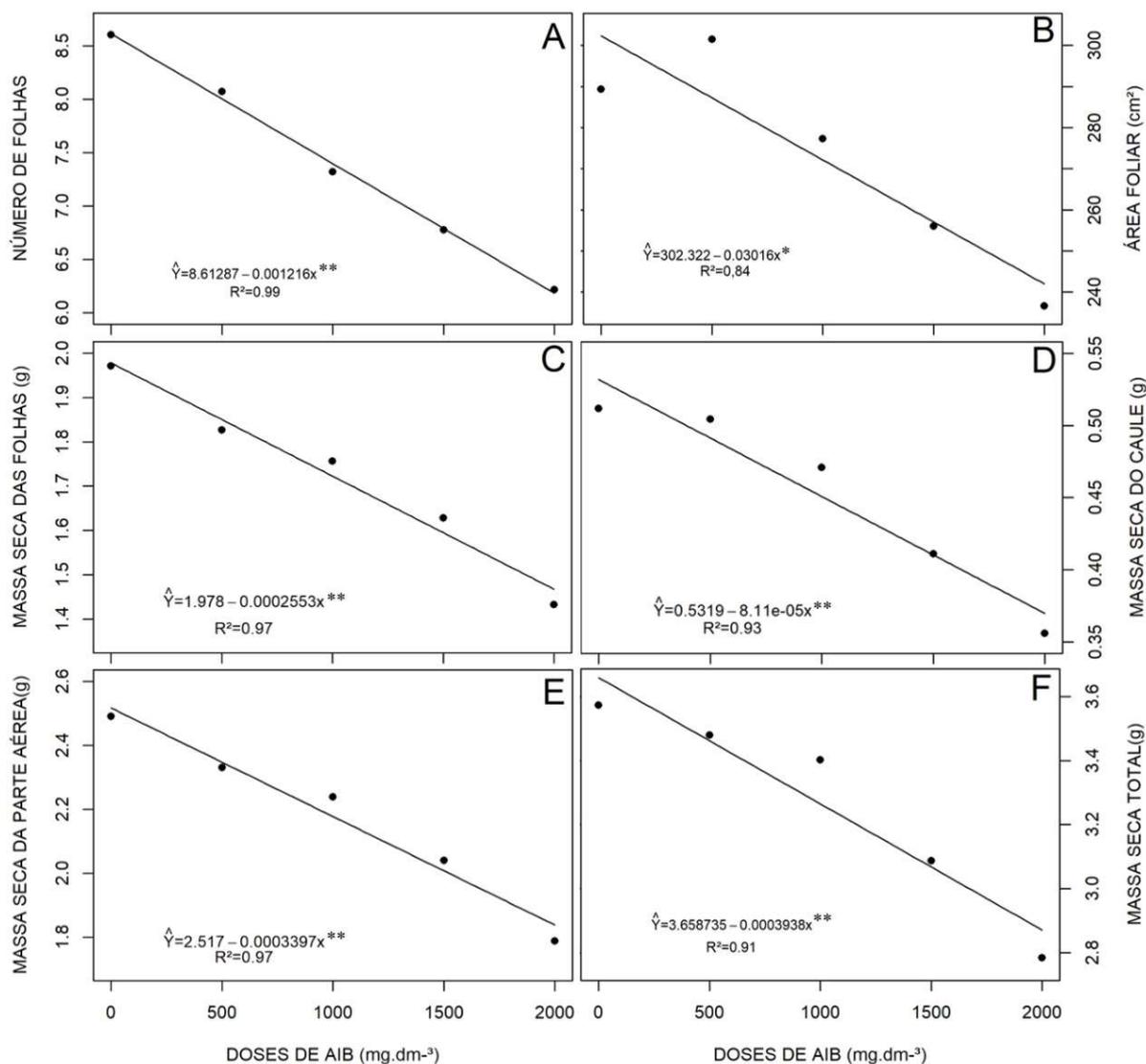


Figura 4. Efeito isolado das doses de AIB nas variáveis biométricas que expressam o desenvolvimento da muda do cafeeiro conilon de diferentes genótipos (143, 02, 748, A1 e LB1), produzidas no inverno e verão. A - número de folhas, B - área foliar, C - massa seca foliar, D - massa seca do caule, E - massa da parte aérea, F - massa seca total (** coeficiente significativo a $p \leq 0,05$ de probabilidade).

Não foi ajustado nenhum modelo de regressão polinomial para o comprimento do sistema radicular dos genótipos do cafeeiro conilon em função das doses de AIB aplicadas (não apresentado graficamente), sendo que o comprimento médio das

raízes foi de 19,75 cm. Concernente à MSR, as alterações em função das doses de AIB não foram suficientes para significância estatística (Figura 5).

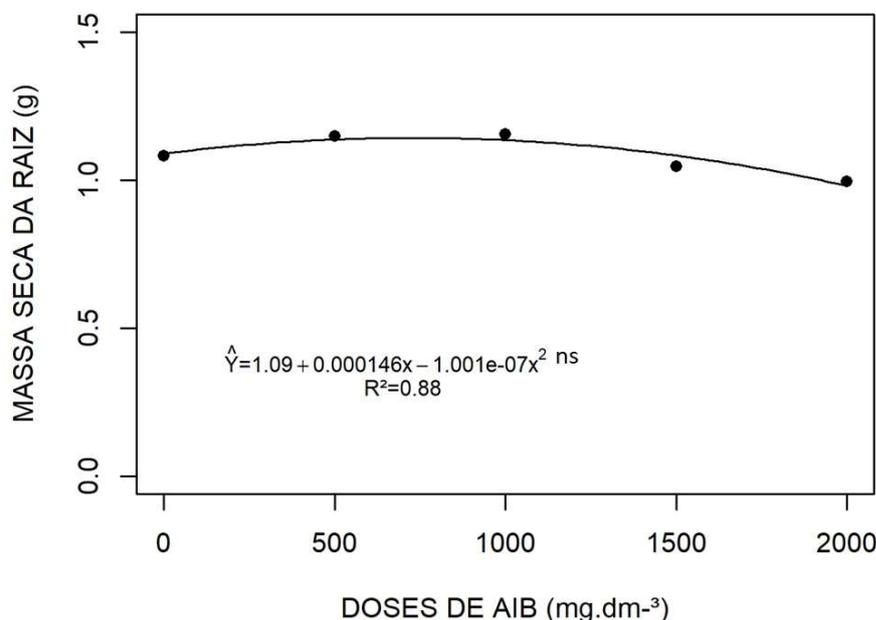


Figura 5. Efeito isolado das doses de AIB no acúmulo de massa seca no sistema radicular das mudas do cafeeiro conilon de diferentes genótipos (143, 02, 748, A1 e LB1), produzidas no inverno e verão. (ns: coeficiente não significativo a $p \leq 0,05$ de probabilidade).

O aumento na MSR promoveu incremento linear nas variáveis biométricas da parte aérea (AF e DC) e no desenvolvimento da muda, representado pelo IQD e MST (Figura 2). A correlação entre estas variáveis e o acúmulo de MSR induzido pela aplicação de AIB (Figura 5), refletiu na alteração da relação raiz parte aérea, no entanto, apenas as relações MSPA/MSR e CC/CR foram influenciadas pela interação tripla (Figura 6).

A aplicação de AIB nas estacas dos genótipos 02, A1 e LB1 coletadas de ramos que se desenvolveram no inverno tiveram decréscimo linear na proporção entre o comprimento do caule e o da raiz, porém, no verão, apenas o LB1 manteve a inibição (Figura 6). O 143 não apresentou comportamento ajustado ao modelo polinomial testado na época do inverno, porém, no verão, a dose estimada do ponto de máximo (770 mg L^{-1}), promoveu uma relação CC/CR de 0,47, correspondendo a 12,77% de aumento em relação à dose de 0 mg L^{-1} . O 748 teve aumento linear na época de

verão, enquanto no inverno, a dose de 540 mg L⁻¹, promove uma relação CC/CR de 0,76, correspondendo a aumento de 59,21% em relação à dose de 0 mg L⁻¹.

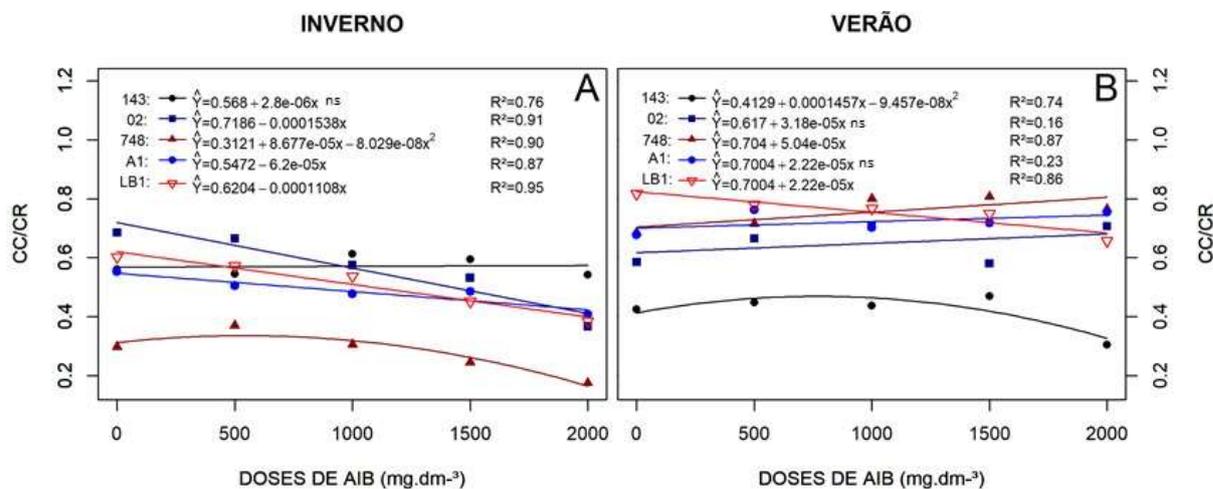


Figura 6. Efeito das doses crescentes de AIB na relação entre a massa seca da parte aérea e radicular de mudas de diferentes genótipos do cafeeiro conilon (143, 02, 748, A1 e LB1), produzidas no inverno (A) e no verão (B). (ns: coeficiente não significativo a $p \leq 0,05$ de probabilidade).

A época de coleta das estacas influenciou no desenvolvimento da parte aérea da muda, porém o efeito variou entre os genótipos e interagiu com a dose de AIB apenas para CC (Tabela 1). O comprimento do caule do genótipo 143 não sofreu influência da época de coleta das estacas, assim como o genótipo 02, contudo, este, apenas na ausência da auxina. Os genótipos 748, A1 e LB1 tiveram redução significativa no comprimento do caule no inverno, independente da concentração de auxina. No entanto, no genótipo 748, as reduções no comprimento do caule no inverno foram mais intensas cerca de 72% comparada na dose 0 mg L⁻¹, 56% na dose de 500 mg L⁻¹, 69% na dose de 1000 mg L⁻¹, 73% na dose de 1500 mg L⁻¹ e 81% na dose de 2000 mg L⁻¹, em comparação com o verão.

No verão, é possível diferenciar os genótipos em três tipos de comportamento: o primeiro, representado pelo genótipo 143 exibiu o menor comprimento do caule, independente da dose de AIB, o LB1 constitui o genótipo que tem crescimento otimizado e os demais genótipos (02, 748 e A1), manifestam resposta intermediária entre os dois primeiros. Já a exposição a concentrações de 500, 1000 e 2000 mg L⁻¹ de AIB, fez com que o 143 novamente apresentasse o pior desempenho de crescimento, enquanto os demais demonstram atuação similar. Por fim, na dose de 1500 mg L⁻¹ de AIB os genótipos diferenciam-se novamente, com maiores medidas

para o material genético 748 e LB1, seguido pelo A1 e O2 intermediários e o 143, o menor.

Tabela 1. Comprimento de caule de mudas de genótipos do café conilon (143, O2, 748, A1 e LB1) obtidas a partir de estacas coletadas no inverno (INV) e verão (VER) e tratadas com doses crescentes de ácido indol-3-butírico (AIB)

GEN	INV.	VER.								
	0		500		1000		1500		2000	
143	9,5 aA	8,5 aC	9,9 aA	9,9 aB	11,1 aA	9,2 aB	11,0 aA	9,5 aC	10,4 aA	6,2 aB
2	12,4 aA	13,9 aB	12,4 bA	15,9 aA	10,8 bA	16,1 aA	9,7 bA	13,6 aB	7,1 bB	14,8 aA
748	4,3 bB	15,9 aB	6,7 bB	15,5 aA	4,9 bB	16,3 aA	4,3 bB	16,5 aA	2,9 bC	15,5 aA
A1	10,7 bA	14,3 aB	9,5 bA	15,1 aA	8,6 bA	14,9 aA	8,7 bA	14,6 aB	7,6 bB	15,2 aA
LB1	10,6 bA	18,2 aA	10,5 bA	17,5 aA	9,8 bA	16,7 aA	8,2 bA	16,1 aA	6,6 bB	14,4 aA
CV 1	14,05									
CV 2	14,14									

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam as épocas e maiúsculas comparam os genótipos, ambas dentro de cada concentração de AIB.

A interação entre a época e o genótipo foi significativa para as variáveis que expressam o desenvolvimento da parte aérea (MSC, MSE, NF, AF, MSF, NB, MSPA índice SPAD), da raiz (CR, MSR) e da muda inteira (MST e IQD). O efeito desta interação no desenvolvimento da parte aérea foi semelhante entre os clones (Tabela 2).

Tabela 2. Desenvolvimento da parte aérea de genótipos do café conilon (143, O2, 748, A1 e LB1) obtidas a partir de estacas coletadas no inverno (INV) e verão (VER) e tratadas com doses crescentes de ácido indol-3-butírico (AIB), expresso pelo número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA)

GENÓTIPO	NF		AF (cm ²)		MSPA (g)	
	INV.	VER.	INV.	VER.	INV.	VER.
143	7,06 aB	6,61 aD	226,91 aA	237,35 aC	1,68 aB	1,89 aC
2	7,07 bB	8,17 aB	235,29 bA	333,39 aB	1,95 bA	2,85 aB
748	4,53 bD	8,36 aB	89,71 bC	379,50 aB	0,70 bC	3,12 aA
A1	8,39 bA	10,82 aA	246,97 bA	438,98 aA	1,69 bB	3,22 aA
LB1	5,58 bC	7,34 aC	177,16 bB	356,32 aB	1,43 bB	3,20 aA
CV1	13,26		20,56		18,21	
CV2	13,72		21,53		18,92	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam as épocas (linha) e maiúsculas comparam os genótipos (coluna).

As mudas obtidas a partir de estacas coletadas no inverno possuem menor desenvolvimento da parte aérea para todos os genótipos, exceto o 143, que foi indiferente, (Tabela 2). No verão e no inverno, os genótipos formaram quatro grupos

para o NF e três para a AF e MSPA, porém, o *ranking* variou entre as épocas de coleta da estaca. O genótipo A1 teve o maior NF e AF, em ambas as épocas, enquanto o 748, apenas no inverno teve os menores valores entre os genótipos.

No inverno, o A1 destacou-se por ser constituído pelo maior número de folhas e área foliar, seguido dos genótipos 143 e 02, seguido pelo LB1 e pelo 748 que são significativamente distintos. A AF de todos os genótipos expandiu durante a época do verão sendo o inverso durante o inverno, com ocorrência de adições significativas sobretudo nas mudas do genótipo 748, aproximadamente 323%, seguido do LB1 com 101%, A1 com 77%, 02 com 41% e o 143 com 4%.

No verão, o genótipo 748 sobressai em termos de incremento no NF em relação aos demais materiais genéticos, aumentando em 84%, seguido pelo LB1 com 31%, A1 com 28%, 02 com 15% onde para esta variável houve aumento do NF no verão e queda no inverno, com exceção do genótipo 143 que teve aumento de 6% no inverno e queda no verão.

Na época de inverno o genótipo 02 teve maior acúmulo de MSPA, seguido pelos genótipos intermediário (143, A1 e LB1) e o de menor acúmulo representado pelo 748 e o. No verão, o maior acúmulo de MSPA foi observado nos genótipos 748, A1 e LB1, o menor no 143 e valores intermediários no 02.

A época do ano em que as estacas são coletas influenciaram no comprimento e no acúmulo de massa seca da raiz (Tabela 3). As mudas produzidas no verão apresentaram maior CR, em relação ao inverno em todos os genótipos. Os genótipos apontam a identificação de dois tipos de comportamento para o crescimento radicular durante o inverno, um onde nota-se as menores medidas (748) e outro em que o crescimento é vigoroso. Entretanto, no verão, o genótipo 02 se destaca em termos de comprimento de raiz, seguido pelo LB1, enquanto os genótipos A1, 143 e 748 possuem métricas similares.

O 748 teve maior incremento no comprimento da raiz no verão, cerca de 28%, quase o triplo de crescimento que o A1, que aumentou apenas 10% de seu sistema radicular. O LB1 e 02 tiveram incrementos radicular de 22 e 23% respectivamente, onde para esta variável houve aumento do comprimento da raiz no verão e uma queda no comprimento da raiz no inverno, para ambos os genótipos.

Tabela 3. Desenvolvimento das raízes de genótipos do café conilon (143, 02, 748, A1 e LB1) obtidas a partir de estacas coletadas no inverno (INV) e verão (VER) e tratadas com doses crescentes de ácido indol-3-butírico (AIB), expresso pelo comprimento de raiz (CR) e massa seca total das raízes (MSR)

GENÓTIPO	CR (cm)		MSR (g)	
	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO
143	18,15 bA	20,70 aC	1,68 aB	1,89 aC
2	18,59 bA	23,03 aA	1,95 bA	2,85 aB
748	16,62 bB	21,30 aC	0,70 bC	3,12 aA
A1	18,68 bA	20,55 aC	1,69 bB	3,22 aA
LB1	17,88 bA	21,95 aB	1,43 bB	3,20 aA
CV1	8,30		18,27	
CV2	7,60		17,79	

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam as épocas e letras maiúsculas comparam os genótipos.

O acúmulo de MSR foi superior no verão em comparação ao inverno para todos os genótipos, exceto o 143, que não diferiu entre as épocas (Tabela 3). No inverno o genótipo 02 teve o maior acúmulo de MSR, seguido pelos genótipos intermediários (A1, LB1 e 143) e pelo 748, com o menor valor. No verão, o maior acúmulo de MSR foi observado nos genótipos A1, LB1 e 748, seguido pelo 02 e pelo 143, com o menor valor.

O acúmulo de MST na muda, o índice SPAD e IQD variaram em função do genótipo e da época de coleta das estacas (Tabela 4). Os genótipos formaram três grupos tanto no verão quanto no inverno, porém, no verão o acúmulo de massa seca na muda (MST) foi superior para todos os genótipos, exceto o 143, que não diferiu entre as épocas. No inverno, o maior acúmulo de MST foi observado no genótipo 02, seguido pelos intermediários (143, A1 e LB1) e pelo 748, com menor acúmulo. No verão, o maior acúmulo de MSPA e MST foi observado nos genótipos 748, A1 e LB1, o menor no 143 e valores intermediários no 02.

Das variáveis relacionadas com a qualidade da muda, o índice SPAD foi mais eficiente em discriminar o vigor dos genótipos no inverno que o acúmulo de MST e o IQD (Tabela 4). O aumento da MSPA na época do verão e queda da área na época do inverno foi mais pronunciado no 748, com ganho de 345%, seguido do LB1 com 123%, A1 com 90%, 02 com 46% e o 143 com 12%. O aumento da MSR também foi mais significativo no 748, com ganho de 278%, seguido do LB1 com 140%, A1 com 92%, 02 com 75% e o 143 com 9%. O aumento da MST mais visível no 748, com

ganho de 320%, seguido do LB1 com 128%, A1 com 92%, 02 com 53% e o 143 com 11,5%.

Tabela 4. Desenvolvimento das mudas de genótipos do café conilon (143, 02, 748, A1 e LB1) obtidas a partir de estacas coletadas no inverno (INV) e verão (VER) e tratadas com doses crescentes de ácido indol-3-butírico (AIB), expresso pela massa seca total (MST), SPAD e índice de qualidade de Dickson (IQD)

GENÓTIPO	MST (g)		SPAD		IQD	
	INV.	VER.	INV.	VER.	INV.	VER.
143	2,53 aA	2,82 aC	45,12 aB	35,49 bB	0,523 bA	0,636 aB
2	2,79 bA	4,29 aB	48,25 aA	36,17 bB	0,597 bA	0,771 aA
748	1,12 bB	4,71 aA	39,21 aC	36,00 bB	0,349 bB	0,805 aA
A1	2,42 bA	4,75 aA	49,50 aA	36,97 bB	0,520 bA	0,906 aA
LB1	2,19 bA	5,00 aA	50,77 aA	41,17 bA	0,585 bA	0,879 aA
CV1	17,25		9,36		21,14	
CV2	17,46		8,50		21,26	

* Médias seguidas de letra minúsculas comparam as épocas e letras maiúsculas comparam os genótipos. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

O comprimento da parte aérea expressa melhor a qualidade das mudas dos clones do cafeeiro conilon produzidas sob a influência da época de coleta e das doses de AIB (Figura 2). Verificamos que o genótipo e a época de coleta das estacas são os fatores mais determinantes na qualidade das mudas. Paulino *et al.* (1985) já haviam observado que existe variabilidade na capacidade de enraizamento entre as variedades de conilon, com valores entre 51% e 99%. No entanto, apenas estratégias como o preparo da estaca e o uso de recipientes e substratos mais adequados foram desenvolvidas para aumentar a rizogênese e melhorar a qualidade das mudas (VERDIN FILHO *et al.*, 2020; AQUINO *et al.*, 2017).

A variabilidade no desenvolvimento dos genótipos do cafeeiro conilon tem sido evidenciada em mudas Covre *et al.*, (2016) e em plantas adultas em campo (SILVA *et al.*, 2020). Segundo Rodrigues *et al.* (2017) o desenvolvimento da parte aérea do *C. canephora* é um bom parâmetro para caracterizar a variabilidade dos clones e a seleção deve buscar genótipos de crescimento mais lento. Para Silva *et al.* (2020) o desenvolvimento da parte aérea do cafeeiro conilon está mais sob o controle dos fatores ambientais, como temperatura e precipitação, enquanto o sistema radicular correlaciona-se melhor com a produtividade.

As estacas coletadas no inverno possuem menor capacidade de formação da parte aérea (menores CC, NF, AF e massa seca) e a intensidade da redução depende do genótipo (Figura 3). O genótipo 748 teve a menor redução no comprimento do caule nas estacas coletadas no inverno, chegando a reduzir em 72% em relação ao verão, enquanto o 143 teve vigor reduzido e foi indiferente à época

(Tabela 1). As baixas temperaturas registradas no período (Figura 1) provavelmente contribuíram para a redução no desenvolvimento dessas mudas. Estudos conduzidos em campo por Martins *et al.* (2020) evidenciaram que temperaturas abaixo de 13 °C reduzem o crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos do cafeeiro conilon, porém, a intensidade depende do genótipo.

O estágio de desenvolvimento da planta matriz do cafeeiro conilon também pode ter sido um fator que contribuiu para a redução no vigor das mudas obtidas a partir de estacas no inverno. Nesta época os frutos já haviam sido colhidos e as estacas não tinham flores visíveis, porém, os ramos ortotrópicos coletados no inverno estavam no fim do estágio vegetativo adulto e até mesmo algumas floresceram no viveiro, as quais foram descartadas. Porém, mesmo assim, os sinais indutivos da floração já estavam sendo transmitidos nos ramos das plantas em campo e o vigor vegetativo declina.

Não foram encontrados estudos sobre o enraizamento de estacas do cafeeiro conilon com idades fisiológicas diferentes, contudo, evidências sustentam o efeito da idade cronológica. No trabalho de Giuriatto Júnior *et al.* (2020) foram avaliadas curvas de crescimento das mudas do café 'Robusta' oriundas de estacas com diferentes idades cronológicas obtidas de hastes ortotrópicas com 150 dias de idade e verificaram que a porção mediana (3º e 4º nó) foram mais vigorosas. Contudo, nos estudos de Simanjuntak e Wardani *et al.* (2021), realizados na Indonésia, as estacas do segundo nó desenvolvem melhor a raiz e a parte aérea. A divergência dos resultados não pode ser explicada meramente pela cronologia da estaca, cujo efeito inibitório na porção basal e apical da estaca é atribuído ao grau de lignificação e perda de turgidez, respectivamente. Neste caso, genótipo e estágio fenológico das plantas matrizes são decisivos.

A redução na capacidade de enraizamento em estacas na fase reprodutiva é atribuída a alterações na homeostase da auxina que reduz significativamente o *pool* de ácido indol-3-acético (AIA) na base da estaca (RASMUSSEN *et al.*, 2015). A formação de raízes adventícias é um processo que envolve uma rede integrada de fitohormônios em coordenação com o ambiente, mas o AIA, principal auxina produzida pelas plantas, exibe papel central (LAKEHAL e BELLINI, 2019).

A manutenção de um gradiente de concentração de AIA é necessária para a resposta e um complexo mecanismo de regulação garante a homeostase hormonal mediante ajustes no transporte inter e intracelular, biossíntese, conjugação e

degradação do fitohormônio (CASANOVA-SÁEZ *et al.*, 2021). A aplicação de reguladores da classe das auxinas promove a formação das raízes adventícias em diferentes espécies, porém, não restaura a capacidade de rizogenese em estacas com meristema floral e com o avanço da floração, a perda da sensibilidade na região basal é completa (RASMUSSEN *et al.*, 2015).

O ácido indolbutírico (AIB) é o principal regulador de crescimento da classe das auxinas utilizado para estimular o enraizamento adventício por causa de sua estabilidade e eficácia (LAKEHAL e BELLINI, 2019), contudo, a dose recomendada depende do genótipo e do ambiente. O AIB é também um hormônio produzido pelas plantas, mas como não é capaz de se ligar ao receptor de auxina, sua ação ocorre após a conversão enzimática para AIA, etapa que parece limitar a resposta dependendo da espécie e do genótipo (FRICK e STRADER, 2018; DAMODARAN e STRADER, 2019)

A formação da parte aérea foi inibida e as mudas tiveram decréscimo linear no número de folhas, área foliar e no acúmulo de massa seca do caule e folhas (Figura 4). O efeito do AIB nos genótipos brasileiros ainda é desconhecido, no entanto, estudos realizados na Indonésia por Pujaningrum e Simanjuntak (2020) indicaram a dose de 100 ppm para o desenvolvimento da parte aérea e 150 ppm para a raiz.

A resposta ao AIB no comprimento da parte aérea depende de cada genótipo (Figura 3, Tabela 1) e essa indução diferencial refletiu na relação da raiz/parte aérea (Figura 6). Os genótipos mais vigorosos foram inibidos enquanto os de pior desempenho foram otimizados, portanto, sugerimos que o vigor vegetativo está relacionado à sensibilidade ao AIB. Além disso, os genótipos possuem período de maturação distintos, o que está relacionado com o programa genético de desenvolvimento, afetando, portanto, a fenologia e a resposta ao AIB.

A parte aérea dos genótipos mais vigorosos (A1, 02 e LB1) foi fortemente inibida com o aumento da concentração do AIB nas estacas coletadas no inverno, no entanto, apenas o LB1 manteve a inibição no verão, inclusive, foi o mais vigoroso nesta época. Evidenciamos que o AIB não foi capaz de reduzir os efeitos deletérios da coleta das estacas no inverno dos clones vigorosos e sugerimos que a condição de inverno possibilita aumento da sensibilidade ao AIB nestes genótipos.

Os genótipos A1 e 02 tiveram menor resposta às doses de AIB quando as estacas foram coletadas no verão, indicando redução na sensibilidade ao regulador de crescimento. O ajuste ao modelo de regressão foi baixo, porém, o genótipo 02

aparenta aumento no comprimento do caule com 1123 mg L^{-1} , enquanto no A1, o incremento foi linear. Esses genótipos possuem maturação precoce e foram registrados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

O genótipo 02 pertence a variedade clonal EMCAPA 8111 de ciclo de maturação precoce e a maturação completa dos frutos no município de Marilândia/ES ocorre em maio Bragança *et al.*, (2001), mesma região do presente estudo. O A1 e o 02, fazem parte do conjunto de clones que compõe a variedade clonal Diamante INCAPER 8112, recebendo a denominação de 108 e 105, respectivamente. O 02 também está presente nas variedades Vitória INCAPER 8142 e Marilândia ES 8143, sendo denominados, respectivamente, 12V e 402. As variedades Vitória INCAPER 8142 (FONSECA *et al.*, 2004) e Marilândia ES 8143 Ferrão *et al.*, (2018) foram lançadas com recomendação para o cultivo no Espírito Santo, com indicação para qualidade de bebida e tolerância a seca, respectivamente.

O genótipo LB1 possui maturação intermediária e foi registrada pelo INCAPER como 201 na variedade clonal Jequitibá e como 404 na Marilândia ES 8143. A variedade Jequitibá INCAPER 8122 tem a colheita recomendada em junho e produz frutos com qualidade de bebida (FERRÃO *et al.*, 2013). Este genótipo também foi registrado na cultivar Monte Pascoal, indicada para o Sul da Bahia, em altitude inferior a 500 metros (PARTELLI *et al.*, 2020).

A aplicação de AIB possibilita melhora no desempenho dos genótipos menos vigorosos (genótipo 143) e/ou muito sensíveis a temperatura baixa (genótipo 748), porém, a sensibilidade varia conforme a época. A formação da parte aérea das mudas do genótipo 748 é inibida em 72% em estacas coletadas no inverno e a dose de 726 mg L^{-1} de AIB promoveu aumento de 29,40% no comprimento do caule (Figura 3). No verão o 748 é vigoroso e a sensibilidade ao AIB diminuiu, com baixo ajuste a equação quadrática e aumento aparente no comprimento do caule na dose de 1035 mg L^{-1} . O 748 é um genótipo que não foi incluso em variedades clonais ainda por ter sido evidenciado dificuldades na formação da muda (VOLPI, 2021, informação pessoal¹).

O genótipo 143 teve o menor desenvolvimento vegetativo e foi indiferente a época de coleta das estacas, porém, identificamos que a dose de 959 mg L^{-1} promove aumento no comprimento do caule no verão, no entanto, no inverno, o aumento foi

crescente e o ajuste foi baixo, demonstrando menor sensibilidade nesta época. O genótipo 143 pertence a variedade clonal EMCAPA 8131 de ciclo de maturação tardio com a maturação completa dos frutos em julho/agosto (BRAGANÇA *et al.*, 2001).

Verificamos que as estacas dos genótipos de maturação precoce (02 e A1) e intermediária (LB1 e 748) tem maior sensibilidade ao AIB no inverno, enquanto o inverso ocorre para o tardio (143).

A menor qualidade das mudas oriundas das estacas coletadas no inverno e a diferença no potencial de enraizamento de clones pertencentes a cultivares recomendadas, levanta três importantes questões. A primeira é a escolha da cultivar mais adaptada para cada região e manejo, decisão essencial para o planejamento de todo sistema produtivo agrícola. No entanto, muitos agricultores do Espírito Santo fazem exatamente o contrário e a escolha da cultivar baseia-se mais em observações empíricas de lavouras de terceiros, do que da busca pelos materiais registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Assim, anos de pesquisa são ignorados e muitos clones sem validação científica são cultivados, aumentando a vulnerabilidade do sistema produtivo. Neste sentido, destaca-se a importância da implementação de ações fomentadas pelo poder público.

A segunda constatação é que a coleta das estacas na época do inverno não deve ser feita de plantas juvenil adultas e muito menos nos estádios da floração ou frutificação de lavouras produtivas. O planejamento do plantio deve ser efetuado com antecedência, de modo que as plantas possam ser manejadas para a coleta das estacas. A escolha de algumas plantas matrizes da própria lavoura para efetuar a poda drástica, próximo a base, para a obtenção de ramos mais jovens fisiologicamente é uma estratégia interessante.

Outra estratégia é a manutenção de jardins clonais devidamente manejados para a obtenção de estacas no estágio vegetativo no momento que o agricultor necessitar efetuar o plantio. Volpi *et al.* (2017) traz uma importante contribuição para a obtenção de mudas de qualidade ao adaptar para o cafeeiro a técnica de jardim clonal superadensado, preconizada para o eucalipto para o cafeeiro conilon. Nesta técnica 31.250 plantas ha⁻¹ são conduzidas e após 90 dias efetua-se o vergamento e 45 dias depois efetua-se a desbrota selecionando 4 ramos vigorosos. Após 7 meses do plantio retira-se 400.000 estacas ha⁻¹, efetua-se nova desbrota e seleciona-se 8 brotos, estabilizando-se após a quinta retirada em quase 1 milhão e meio de estacas por ha.

Provamos que o uso de AIB é uma importante estratégia para o envigoroamento de clones de baixo desempenho. Evidenciamos a perda da responsividade ao AIB em função da época de coleta das estacas e a resposta dependente do genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta matriz, demonstrando a importância da manutenção de jardins clonais. Mas o efeito inibitório da parte aérea dos clones do cafeeiro conilon precisa ser melhor investigado, assim como avaliar outras estratégias de manipulação hormonal, como a inibição das estrigolactonas, emergente repressor da rizogênese adventícia. Além disso, devemos ampliar a compressão sobre como o ciclo fenológico afeta a rizogênese do cafeeiro conilon para desenvolver técnicas de propagação mais eficientes.

5. CONCLUSÃO

O genótipo e a época de coleta das estacas são os fatores mais determinantes na qualidade das mudas do cafeeiro conilon. As estacas coletadas no inverno possuem menor capacidade de formação da parte aérea. O AIB promove melhora no crescimento dos genótipos menos vigorosos.

6. REFERÊNCIAS

AQUINO, L. P.; SCHMIDT, R.; DUBBERSTEIN, D.; DIAS, J. R. M. Seedlings formation of coffee clonal influenced by cuts basal and substrate. **Coffee Science**, v. 12, n.1, p. 9-16, 2017. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1182>> Acesso em: 23 março de 2021.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. Disponível em: <[http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares etal Koppen climate classificationBrazil MeteoZei 2014.pdf](http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares%20etal%20Koppen%20climate%20classification%20map%20for%20Brazil%20MeteoZei%202014.pdf)> em: 23 março de 2021.

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**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/YBKwRj4HzzXQcm7Fnf84pMR/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 19 de abril de 2020.

CARVALHO, M.; JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; GOMES, C. Nick; SOARES, A. M. Field performance of vegetative and seed propagated plants of coffee (*Coffea arabica* L.), v. 3, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/81/164>>. Acesso em: 15 de abril de 2020.

CASANOVA-SÁEZ, R.; MATEO-BONMATÍ, E.; LJUNG, K. Auxin Metabolism in Plants. **Cold Spring Harb. Perspect. Biol.**, v. 13, p. a039867. 2021. Disponível em: <<https://cshperspectives.cshlp.org/content/13/3/a039867.short>>. Acesso em: 26 Julho de 2021.

COVRE, A. M.; CANAL, L; PARTELLI, F. L.; ALEXANDRE, R. S.; FERREIRA, A.; VIEIRA, H. D. Development of clonal seedlings of promising Conilon coffee (*Coffea canephora*) genotypes. **AJCS**, v. 10, n. 3, p. 385-392, 2016. Disponível

em: <<https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.089436706264957>>.

Acesso em: 02 Agosto de 2020

DAMODARAN, S.; STRADER, L. Indole 3-Butyric Acid Metabolism and Transport in Arabidopsis thaliana. **Front Plant Sci.**, v. 10, n. 851, p. 1-9, 2019. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00851/full>>. Acesso em:

02 de Agosto de 2020.

DICKSON, A., LEAF, A. L., HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

ERDIANSYAH, N. P.; ROKHANI, I. P.; WALUYO, S. Cutting Wood Origin and Indole Butyric Acid Influence Success of Liberica Coffee Cuttings (Coffea Liberica W. Bull Ex. Hier). **Pelita Perkebunan**, v. 32, n. 3, p. 193 - 198, 2016. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/273e/a8cd1f616da42a0ebe88493adc3624b9e44f.pdf>> Acesso em: 02 de Agosto de 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The agricultural production**. 2019. Disponível em:

<<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>. Acessado em: 11 de março de 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics.**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. Disponível em: <<https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>> em acessado em: 12 maio 2022.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; VERDIN FILHO, A. C.; LANI, J. A.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAVIM, A, J. B.; MORELI, A. P. '**Jequitibá Incaper 8122**': nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2013. (Incaper. Documentos, 220). Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/28>>. Acesso em: 11 de março de 2021.

FERRÃO, R. G.; VOLPI, P. S.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA; A. F. A.; FERRÃO, L. M. V.; FERRÃO, L. F. V. Melhoramento genético para obtenção da cultivar Marilândia ES 8143, variedade clonal de café conilon tolerante a seca. **Multi-Science Research**, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3282/1/1-1-2-PB.pdf>>. Acesso em: 11 de março de 2021.

FONSECA, A, F, A.; FILHO, A, C, V.; 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. (Org.). **Café Conilon**. 2 ed. Atual. e ampl. 2ª reimpressão – Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 275-301, cap.11.

FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. Conilon Vitória - Incaper 8142: improved *Coffea canephora* var. kouillou clone cultivar for the state of Espírito Santo. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 4, n. 4, p. 503-505, 2004. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/446/1/2004-trabalho4-MaAmelia-Vitoria-AYMBIRE.pdf>> Acesso em: 11 de março de 2021.

FONSECA, A. F. M. et al. Jardins Clonais, Produção de Sementes e Mudanças de Café Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al (ed.). Café conilon. ed. atual. e ampl. 2a reimpressão - Vitória, ES: Incaper, 2017. Cap 10, p. 243-268.

FRICK, E. M.; STRADER, L. C. Roles for IBA-derived auxin in plant development. **Journal of Experimental Botany**, v. 69, n. 2, p. 169-177, 2018.

GIURIATTO JÚNIOR, Jurandyr José Ton; ESPINDULA, Marcelo Curitiba; ARAÚJO, Larissa Fatarelli Bento de; VASCONCELOS, Jaqueline Martins; CAMPANHARO, Marcela. Growth and physiological quality in clonal seedlings of Robusta coffee. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 4, 2020. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/6920>> . Acesso em: 01 Junho 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acessado em 11 de março de 2021.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Departamento de Operações Técnicas - Meteorologia / Climatologia do INCAPER. Estação Meteorológica automática de Linhares/ES. 2017.

LAKEHAL, A.; BELLINI, C. Control of adventitious root formation: insights into synergistic and antagonistic hormonal interactions. **Physiol Plant.**, v. 165, n. 1, p. 90-100, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ppl.12823>>. Acesso em: 10 Junho de 2021.

MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; GOLYNSKI, A.; PIMENTEL, N. S.; FERREIRA, A.; RORIGUES, W. P.; RAMALHO, J. C. Vegetative growth of 28 genotypes of *Coffea canephora* at 850 meters of altitude. **AJCS**, v. 14, n. 10, p. 1616-1622, 2020. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/21338/1/REP-LEAF-martins2392_14_10_2020_1616_1622.pdf>. Acesso em: 10 Junho de 2021.

PARTELLI, F. Luiz et al. Monte Pascoal: Primeira Cultivar para Bahia. In: PARTELLI, Fábio Luiz et al (org.). CAFÉ CONILON: Desafios e Oportunidades, p. 15-22, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11670/1/9.%20LIVRO%20Simp%C3%B3sio%202020.%20Digital.pdf>>. Acesso em: 10 Junho de 2020.

PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E. **Produção de mudas de café conilon por estacas**. Rio de Janeiro, RJ: MIC/IBC/GERCA, p.12, 1985. (IBC/GERCA. Instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil, 18).

PRIYONO, B. F.; RIGOREAU, M.; DUCOS, J. P.; SUMIRAT, U.; MAWARDI, S.; LAMBOT, C.; BROUN, P.; PE'TIARD, V.; WAHYUDI, T.; CROUZILLAT, D. Somatic embryogenesis and vegetative cutting capacity are under distinct genetic control in *Coffea canephora* Pierre. **Plant Cell Rep** v. 29, p.343–357, 2010.

PUJANINGRUM, R. D.; SIMANJUNTAK; B. H. Pertumbuhan akar dan tunas stek batang kopi robusta (*Coffea canephora*) sebagai respon dari penggunaan indole-3-butyric acid (IBA). **AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian**, v. 8, n. 2, p. 120-128, 2020. Disponível em: <<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland/article/view/3093>>. Acesso em: 01 Junho 2021.

RASMUSSEN, A.; HOSSEINI, S. A.; HAJIREZAEI, M. - R.; DRUEGE, U.; GEELLEN, D. Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 5, p. 1437-1452, 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article/66/5/1437/583998>>. Acesso em: 01 Junho 2021

RASMUSSEN, A.; HOSSEINI, S. A.; HAJIREZAEI, M. - R.; DRUEGE, U.; GEELLEN, D. Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 5, p. 1437-1452, 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article/66/5/1437/583998>>. Acesso em: 01 Junho 2021

RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; BRINATE, S. V. B.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A. Genetic Variability for Sprout Growth among Genotypes of *Coffea canephora* Led by Bending of Orthotropic Stems. **Genet. Mol. Res.**, v. 16, n. 4, p. gmr16039813, 2017. Disponível em: <<https://www.geneticsmr.org/articles/genetic-variability-for-sprout-growth-among-genotypes-of-coffee-canephora-led-by-bending-of-orthotropic-stems-7484.html>>. Acesso em: 02 Junho 2021.

RONCHI, C.P.; FERREIRA, J. S. J.; FONSECA, A. F. A. Maturação de Frutos em Clones de Café Conilon Submetidos ou não ao Sombreamento com Seringueira. 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/308/1/simposio-pesquisa-cafes-brasil-2007-2.pdf>>. Acesso em: 02 Junho 2021.

SILVA, L. O. E.; SCHMIDT, R.; VALANI, G. P.; FERREIRA, A.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; PARTELLI, F. L. Root Trait Variability in *Coffea canephora* Genotypes and Its Relation to Plant Height and Crop Yield. **Agronomy**, v. 10, n. 9, p. 1394, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/10/9/1394#cite>>. Acesso em: 03 Julho 2021.

SIMANJUNTAK, B. H.; WARDANI, D. K. The effect of stem segment cuttings of robusta coffee (*Coffea canephora*) on growth of root and leaf sprout. **Asian Journal of Agriculture and Rural Development**, v. 11, n. 1, p. 28-34, 2021. Disponível em: <[http://www.aessweb.com/pdf-files/AJARD202111\(1\)28-34.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/AJARD202111(1)28-34.pdf)>. Acesso em: 03 Julho 2021.

VERDIN FILHO, A. C.; MAURI, A. L.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; RODRIGUES, W. N.; ANDRADE JÚNIOR, S.; COLODETTI, T. V. 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. 05, p. 2148-2153, 2014.

VERDIN FILHO, A.C.; FREITAS, S. J; COMÉRIO, M.; VOLPI, P.S.; COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; FONSECA, A. F. A.; POSSE, S. C. P.; FONTES, A. G.; CHRISTO, B. F.; VIEIRA, L. J. D. Implications of the cut type and apex length of stem cuttings used for the production of plantlets of Conilon coffee. **Coffee Science**, 15:e151770, 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/4173/1/cupconilon-coffe.pdf>>. Acesso em: 03 Julho 2021.

VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; COMÉRIO, M.; KAULZ, M.; ANDRADE JÚNIOR, S. de; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; VIANA, A. Jardim clonal superadensado de café conilon: nova técnica para a multiplicação rápida de cultivares clonais melhoradas. Vitória, ES: Incaper, 2017. (Incaper. Documentos, 250).

WEI, T.; SIMKO, V.; LEVY, M.; XIE, Y.; JIN, Y.; ZEMLA, J.; FREIDANK, M.; CAI, J.; PROTIVINSKY, T. Package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix. (Version 0.92), 2021. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/corrplot/corrplot.pdf>> acessado em: 12/05/2022.

APENDICE A – Resumo da análise de variância das características avaliadas

Fator de variação	GL	Quadrado médio									
		CC	CR	CC/CR	CR/CC	NF	AF	MSF	MSC	MSPA	MSR
Bloco	3	17,012**	3,192ns	0,054**	0,977**	4,755**	8983,1*	0,095 ns	0,022ns	0,195 ns	0,015 ns
Genótipo	4	87,632**	19,068**	0,150**	7,061**	70,22**	82054,9**	1,958 **	0,307**	3,718**	0,864 **
AIB	4	29,685**	3,065ns	0,060**	3,679**	37,06**	27027,4**	1,667 **	0,176**	2,968**	0,181 **
Gen x AIB	16	3,846 ns	1,546 ns	0,009*	0,482**	1,099ns	3631,8 ns	0,111 ns	0,012ns	0,209ns	0,036 ns
erro a	48	2,591	2,69	0,0047	0,145	0,962	3132,4	0,102	0,009	0,157	0,0393
Época	1	1482,8 **	620,21**	1,576**	28,30**	150,38**	1184181,0**	53,64 **	5,673**	93,101**	27,59 **
Época x Gen	4	227,49**	7,243*	0,538**	15,132**	25,089**	110617,0**	4,183**	0,413**	42,286**	48,787**
Época x AIB	4	3,934 ns	15,299**	0,0387**	1,938**	0,930ns	3003,0 ns	0,060 ns	0,006ns	0,088 ns	0,052ns
Época x Gen x AIB	16	5,230*	3,756 ns	0,0149**	0,940**	1,439 ns	4219,2 ns	0,108 ns	0,0122ns	0,167 ns	0,040 ns
erro b	99	2,626	2,253	0,0061	0,18	1,029	3433,23	0,105	0,01	0,169	0,0373

Fator de variação	GL	Quadrado médio								
		MSPA/MSR	MSR/MSPA	MES	MFES	NFES	SPAD	AFES	NB	IQD
Bloco	3	0,3226**	0,0134*	0,012ns	0,026*	0,0141ns	36,78ns	13,995ns	0,171ns	0,004ns
Genótipo	4	1,532**	0,136**	0,185**	0,047**	0,724**	394,0**	256,51**	11,741**	0,216**
AIB	4	1,954**	0,135**	0,052*	0,014ns	1,2107**	21,98ns	85,726**	1,535**	0,072**
Gen x AIB	16	0,082 ns	0,013**	0,011ns	0,03*	0,091*	17,828ns	19,146ns	0,170**	0,072**
erro a	48	0,07	0,003	0,015	0,006	0,044	15,351	12,646	0,13	0,013ns
Época	1	0,156ns	0,006ns	4,399**	0,426**	1,576**	4425,1**	1150,31**	0,731*	0,019
Época x Gen	4	0,725**	0,075**	0,284**	0,0286*	0,269**	138,10**	263,35**	0,464*	4,055**
Época x AIB	4	0,443**	0,040**	0,0197ns	0,004ns	0,041ns	38,89*	24,664*	0,316ns	0,202**
Época x Gen x AIB	16	0,188*	0,017**	0,011ns	0,007ns	0,070*	14,444ns	27,887**	0,148ns	0,035ns
erro b	99	0,097	0,005	0,019	0,011	0,035	12,658	8,557	0,133	0,0195

* significativo a $p \leq 0,05$; ** significativo a $p \leq 0,01$; ns: não significativo a $p \leq 0,05$