



CLEITON GONÇALVES DOMINGUES

**PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE *Coffea canephora*
Pierre na AMAZÔNIA**

**LAVRAS-MG
2025**

CLEITON GONÇALVES DOMINGUES

PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE *Coffea canephora* Pierre na AMAZÔNIA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Dra. Dalyse Toledo Castanheira
Orientadora

Dr. Marcelo Curitiba Espindula
Coorientador

**LAVRAS-MG
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Domingues, Cleiton Gonçalves.

Produção de mudas clonais de *Coffea canephora* Pierre na
Amazônia / Cleiton Gonçalves Domingues. – 2024.

64 p. : il.

Orientadora: Dalysse Toledo Castanheira.

Coorientador: Marcelo Curitiba Espindula.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Crescimento de mudas. 2. Recipientes. 3. Caracterização de clones. I. Castanheira, Dalysse Toledo. II. Espindula, Marcelo Curitiba. III. Título.

CLEITON GONÇALVES DOMINGUES

PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE *Coffea canephora* Pierre na AMAZÔNIA

**PRODUCTION OF CLONAL SEEDLINGS OF *Coffea canephora* Pierre in the
AMAZON**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 06 de dezembro de 2024.

Dr. César Elias Botelho	EPAMIG
Profa. Dra. Danielle Pereira Baliza	IFSUDESTEMG
Prof. Dr. Rubens José Guimarães	UFLA
Prof. Dr. Tiago Teruel Rezende	UFLA

Profa. Dra. Dalysse Toledo Castanheira
Orientadora

Dr. Marcelo Curitiba Espindula
Coorientador

**LAVRAS-MG
2025**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde, por sempre me dar forças em toda a caminhada, sempre ouvindo minhas orações.

Aos meus pais, pelo apoio, incentivo, por terem me ensinado os valores da vida e por me mostrarem que, para conseguir os objetivos, é necessário muito trabalho.

À minha esposa Daiane que sempre esteve presente, apoiando-me, fortalecendo-me para alcançar os meus sonhos, com carinho, paciência e amor. Pelos meus filhos Deise Camila, Laura e Arthur por serem a minha motivação.

À Universidade federal de Lavras (UFLA), ao programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia e ao Setor de Cafeicultura, pela oportunidade de aperfeiçoamento concedida.

À agência de fomento Capes, pelo apoio por meio da bolsa de estudos.

Ao professor Rubens José Guimarães, pela orientação, confiança, paciência, atenção, comprometimento e exemplo de excelência profissional.

À professora Dalys Toledo Castanheira, por toda a orientação, atenção, dedicação e comprometimento.

À Universidade Federal de Rondônia pelo apoio, cedendo o laboratório e equipamentos para as avaliações.

À Embrapa Rondônia, pelo apoio, fornecendo os materiais genéticos (clones), cedendo a estrutura do viveiro, tubetes, laboratório e equipamentos de avaliação. Aos funcionários que ajudaram no preparo das estacas, condução do experimento e nas avaliações.

À professora Alana Mara Kolln do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), que me auxiliou nas avaliações, ensinando-me o uso de alguns equipamentos.

Ao professor e pesquisador, Marcelo Curitiba Espindula, por me ajudar na elaboração e execução do experimento, pelas orientações e dedicação.

Ao Professor Tiago Teruel Resende, pelo apoio com as análises estatísticas e orientações.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A produção de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner consiste na principal fase que antecede a implantação da lavoura. Nesse momento, a escolha do melhor material genético, com bom crescimento vegetativo e utilização de recipientes que promovam melhor desenvolvimento das mudas podem proporcionar mudas de qualidade superior e, conseqüentemente, contribuir para dar origem a uma lavoura vigorosa e produtiva. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de diferentes genótipos de *Coffea canephora* e desempenho de mudas clonais em diferentes recipientes. Os dois trabalhos foram conduzidos, na estação experimental da Embrapa Rondônia em Ouro Preto do Oeste, sendo o primeiro instalado com o delineamento experimental em blocos casualizados, avaliando 76 clones, aos 120 dias após o estaqueamento, sendo analisado: o comprimento do caule, diâmetro de caule, número de raiz, volume de raiz, massa seca das estacas, massa seca da parte aérea, massa seca total, área foliar e índice de qualidade de Dickson (IQD). Para análise estatística dos dados, foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA), com a análise de agrupamento hierárquico, utilizando a distância euclidiana e o método de agrupamento UPGMA e análise de componentes principais. O segundo experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos casualizados, divididos no tempo, com dois tratamentos (sacos+solo e tubetes+substrato) e dois tempos de avaliação após o estaqueamento (120 e 140 dias). Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: comprimento do caule, diâmetro do caule, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca das raízes e da estaca, volume de raízes e índice de qualidade de Dickson (IQD). Todos os procedimentos foram realizados por meio do software R. Concluiu-se que existe variabilidade fenotípica entre os 76 genótipos de *Coffea canephora*, visto que os genótipos BRS 3137 e LB 22 apresentaram maior dissimilaridade em relação aos demais, e os genótipos 244, 31-131, BRS 1216 e BRS 3137 estão altamente correlacionados, esses clones apresentam alta correlação entre o Índice de qualidade de Dickson e o volume das raízes. Para a produção de mudas de *Coffea canephora* Pierre, em viveiros, os melhores resultados de crescimento foram observados com o uso de tubetes de 280 cm³, sendo o tempo de formação de mudas de 140 dias após o estaqueamento. Feita a caracterização do crescimento dos clones, dados inéditos e originais, obtidos no presente trabalho, poderão ser utilizados no processo de seleção, regionalização e recomendação de novas variedades clonais para a região amazônica.

Palavras-chave: crescimento de mudas; recipientes; caracterização de clones.

ABSTRACT

The production of *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner seedlings is the primary phase that precedes the establishment of the crop. At this time, choosing the best genetic material with good vegetative growth and using containers that promote better seedling development can provide seedlings of superior quality and contribute to the origin of a vigorous and productive crop. Thus, this study aimed to evaluate the growth of different genotypes of *Coffea canephora* and the performance of clonal seedlings in different containers. The two studies were conducted at the Embrapa Rondônia experimental station in Ouro Preto do Oeste. The first was installed with a randomized block experimental design, evaluating 76 clones at 120 days after cutting, analyzing stem length, stem diameter, number of roots, root volume, dry mass of the cuttings, dry mass of the aerial part, total dry mass, leaf area, and Dickson quality index (DQI). For statistical data analysis, multivariate analysis of variance (MANOVA) was used with hierarchical cluster analysis using Euclidean distance and the UPGMA clustering method and principal component analysis. The second experiment was conducted in a randomized block experimental design divided in time with two treatments (bags + soil and tubes + substrate) and two evaluation times after cutting (120 and 140 days). The following response variables were evaluated: stem length, stem diameter, leaf area, fresh and dry mass of the aerial part, fresh and dry mass of the roots and cuttings, root volume, and Dickson quality index (DQI). All procedures were performed using the R software. In conclusion, there is phenotypic variability among the 76 genotypes of *Coffea canephora*, with the genotypes BRS 3137 and LB 22 showing greater dissimilarity in relation to the others, and the genotypes 244, 31-131, BRS 1216, and BRS 3137 being highly correlated. The clones correlate highly with the Dickson quality index and root volume. To produce *Coffea canephora* Pierre seedlings in nurseries, the best growth results were observed using 280 cm³ tubes, with the seedling formation time being 140 days after cutting. Once the clone growth is characterized, the original and unpublished data obtained in this study can be used to select, regionalize, and recommend new clonal varieties for the Amazon region.

Keywords: Seedling growth; containers; clone characterization.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar a produção de mudas de *Coffea canephora* na Amazônia, em uma população de 76 clones, e avaliar o desempenho das mudas em dois recipientes distintos. A cafeicultura tem um papel socioeconômico importante na região amazônica, especificamente, o estado de Rondônia é o maior produtor da região norte, e um dos principais produtores do país. A cultura faz parte da vida de milhares de produtores da região, sendo para muitos a principal fonte renda. Por outro lado, a cafeicultura em Rondônia tem passado por grandes transformações, uma delas é a expansão da cafeicultura clonal, com adição de novos genótipos, desenvolvidos por viveiristas, produtores e pela Embrapa-RO, que tem melhorado a produtividade das lavouras. No entanto, esses genótipos ainda são pouco estudados, principalmente na fase de produção de mudas. Assim o resultado desse trabalho contribuirá para melhoria do desenvolvimento das mudas clonais produzidas na região. Além disso a Embrapa-RO está avaliando esses clones para registro no (RNC) Registro nacional de cultivares, e o resultado desse trabalho vai compor as informações dos clones que vão ser caracterizados. Desta forma esse trabalho contribuirá para evolução da cadeia produtiva do café na Amazônia.

IMPACT INDICATORS

The main objective of this study was to analyze the production of *Coffea canephora* seedlings in the Amazon, in a population of 76 clones, and to evaluate the performance of the seedlings in two different containers. Coffee farming plays a socioeconomic role in the Amazon region, specifically, the state of Rondônia is the largest producer in the northern region, and one of the main producers in the country. The crop is part of the lives of thousands of producers in the region, being for many the main source of income. On the other hand, coffee farming in Rondônia has undergone major transformations, one of which is the expansion of clonal coffee farming, with the addition of new genotypes, developed by nurseries, producers and by Embrapa-RO, which has improved crop productivity. However, these genotypes are still little studied, especially in the seedling production phase. Thus, the result of this study will contribute to improving the development of clonal seedlings produced in the region. Furthermore, Embrapa-RO is evaluating these clones for registration in the National Register of Cultivars (RNC), where the results of this work will compose the information of these clones, which will be characterized. In this way, this work will contribute to the evolution of the coffee production chain in the Amazon.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

- Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre os 78 genótipos de *Coffea canephora*, obtido por meio do método de agrupamento (UPGMA), utilizando a distância euclidiana.....39
- Figura 2 - Dispersão gráfica de componentes principais das variáveis estudadas, número de raízes (NR), diâmetro do caule (DC), índice de qualidade de Dickson (IQD), volume de Raiz (VR), área foliar, (AF), comprimento do caule (CC), massa seca da raiz (MSR), massa seca foliar (MSF), massa seca total (MST).41
- Figura 3 - Dispersão gráfica dos componentes principais para os 78 genótipos estudados em função das variáveis, número de raízes (NR), diâmetro do caule (DC), índice de qualidade de Dickson (IQD), volume de Raiz (VR), área foliar, (AF), comprimento do caule (CC), massa seca da raiz (MSR), massa seca foliar (MSF), massa seca total (MST).43

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Variedades clonais de *Coffea canephora* do programa de melhoramento genético da Embrapa – RO, submetidas à análise de crescimento, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.34
- Tabela 2 - Análise de variância multivariada (MANOVA) para as variáveis analisadas.38

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Médias da biometria das mudas de *C. Canephora* produzidas em recipientes (tubete) e (sacola), Número de folha (NF), Área foliar (AF), Massa seca das raízes (MSR) Massa seca ds parte aérea (MSPA) Massa seca total (MST) Índice de qualidade de Dickson (IQD).58
- Tabela 2 - Médias da biometria, Diâmetro do caule (DC), Número de folha (NF), Área foliar (AF), Massa seca das raízes (MSR) de mudas clonais de *C. Canephora* em tempo de formação de (120) e (140) dias após o estaqueamento.60
- Tabela 3 - Médias da biometria, Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca total (MST), Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas clonais de *C. Canephora* em tempo de formação de (120) e (140) dias após o estaqueamento.61

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	12
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 A cafeicultura na região amazônica – Brasil	14
2.2 Produção de mudas de <i>Coffea canephora</i> Pierre	14
2.3 Dissimilaridade genética	17
2.4 Métodos de propagação	19
2.5 Cafeicultura em Rondônia	21
REFERÊNCIAS	24
SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	29
ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE <i>Coffea canephora</i> PIERRE NA AMAZÔNIA	29
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1 Delineamento experimental	34
2.2 Preparo e condução das mudas clonais	35
2.3 Avaliação das mudas	35
2.4 Análises Estatísticas.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47
ARTIGO 2 - PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE <i>Coffea canephora</i> PIERRE EM DIFERENTES RECIPIENTES NA AMAZÔNIA	49
1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1 Delineamento experimental	54
2.2 Preparo e condução das mudas clonais	54
2.3 Características avaliadas e análise estatística	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	63

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cafeicultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro. O Brasil ocupa o posto de maior produtor e exportador de café mundial (OIC, 2023), além de ser o segundo país que mais consome café no mundo. Na safra 2022/2023, a produção brasileira foi de 54,3 milhões de sacas de café (CONAB, 2023). O café é cultivado, em diversas regiões do Brasil e, comercialmente, são cultivadas as espécies: *Coffea arabica* L. e o *Coffea canephora* Pierre. Essas espécies são cultivadas, em regiões específicas, onde se têm as características climáticas mais adequadas a cada uma delas.

Na região Amazônica, o *C. canephora* é a espécie mais cultivada, por ter melhor adaptação morfofisiológica às condições do bioma (ROCHA et al., 2015). Dessa forma, o setor cafeeiro na Amazônia Ocidental tem suma importância nas economias regional e nacional, pois o cultivo da espécie tem sido uma das principais fontes de renda das pequenas propriedades, gerando empregos de forma direta e indireta (MARCOLAN et al., 2009).

A *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner tem sua origem no continente africano, em regiões de florestas tropicais, com baixa altitude, estendendo-se da costa Oeste até a região central. Portanto, em virtude de sua origem, essa espécie apresenta ampla adaptação a altas temperaturas e as condições climáticas das regiões tropicais das planícies (VERDIN FILHO et al., 2014). É uma espécie perene que possui porte arbustivo, caule lenhoso e que apresenta alogamia obrigatória (FERRÃO et al., 2007a). Por apresentar fecundação cruzada, seus descendentes possuem alta variação genética, o que acarreta lavouras heterogêneas e torna o manejo mais trabalhoso (ROCHA et al., 2015; RAMALHO et al., 2016). Em razão dessas características, as lavouras tradicionais de origem seminal vêm sendo renovadas e substituídas por lavouras produzidas, a partir de mudas propagadas vegetativamente (ESPINDULA et al., 2017; DALAZEN et al., 2019), possibilitando lavouras mais uniformes (clones), sendo necessária, porém uma combinação de clones numa mesma lavoura, a fim de possibilitar a fecundação das flores e a formação dos frutos.

O Estado de Rondônia destaca-se pela sua aptidão para o cultivo do *C. canephora* em regime de agricultura familiar, com cafezais de até 10 ha. Em geral, o nível de tecnologia nessas lavouras é baixo, visto que a maior parte do café, ainda, é comercializada com elevado percentual de frutos verdes. A seleção de plantas de maior potencial produtivo e melhor

uniformidade de maturação é considerada uma alternativa para aumento da produtividade sem aumento de custos adicionais.

Segundo Marcolan et al. (2009), o desafio da cafeicultura Rondoniense é a viabilização agronômica, econômica, social e ambiental da cafeicultura no estado, por meio de tecnologias desenvolvidas e ou adaptadas, nos diversos ambientes amazônicos (regiões de baixas altitudes, quentes, úmidas e com déficits hídricos), sendo fundamental a adaptabilidade e rusticidade dos clones ‘Conilon’ e ‘Robusta’.

A Embrapa tem envidado esforços, na região de Rondônia, buscando selecionar materiais genéticos mais adaptados, produtivos e resistentes a estresses bióticos e abióticos, inclusive com a participação de cafeicultores do estado. Na busca de variedades clonais de *Coffea canephora* o programa de melhoramento genético da Embrapa – RO tem trabalhado com 76 clones que têm se destacado e que precisam, portanto serem caracterizados.

Na produção comercial de mudas de café, geralmente, são utilizadas sacolas de polietileno ou tubetes de vários tamanhos e modelos. No entanto os tipos de recipientes e suas dimensões influenciam diretamente a qualidade e os custos da produção de mudas (MORGADO et al., 2000).

Dessa forma, objetivou-se estudar 76 genótipos de *C. canephora* por meio da estimativa de parâmetros genéticos, método de agrupamento UPGMA e análise de componentes principais, a partir das características biométricas na fase de mudas (tubetes e sacolas), que estão sendo selecionados em Rondônia, a fim de contribuir com dados inéditos e originais, para o processo de seleção, regionalização e recomendação em trabalhos que serão feitos a partir dos dados do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cafeicultura na região amazônica – Brasil

A produção mundial de café, para a safra 2024-2025, foi estimada em 176,2 milhões de sacas de 60kg, visto que o Brasil participa com 33,3% dessa previsão. Nesse contexto, a produção de café da espécie *Coffea arabica* L., foi estimada em 99,9 milhões de sacas de 60kg, e da espécie *Coffea canephora*, em 76,3 milhões de sacas de 60kg. Ou seja, a espécie *Coffea arabica* L. corresponderá aproximadamente a 56,7% e a espécie *C. canephora* corresponderá a 43,3% da safra mundial para 2024-2025 (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2024).

Com produção de 58,81 milhões de sacas, na safra 2024 (CONAB, 2024), o café é cultivado em diversas regiões do Brasil e, comercialmente, cultivam-se as espécies *Coffea arabica* e o *Coffea canephora*.

Na região Amazônica, o *C. canephora* é a espécie mais cultivada, por ter melhor adaptação às condições do bioma amazônico ((regiões de baixas altitudes, quentes, úmidas e com déficits hídricos)) (ROCHA et al., 2015). Assim, o setor cafeeiro na Amazônia Ocidental tem suma importância nas economias regional e nacional, pois o cultivo da espécie tem sido uma das principais fontes de renda nas pequenas propriedades, gerando empregos de forma direta e indireta (MARCOLAN et al., 2009).

Por apresentar fecundação cruzada, as lavouras oriundas de sementes possuem alta variação genética, o que acarreta lavouras heterogêneas e torna o manejo mais trabalhoso (ROCHA et al., 2015; RAMALHO et al., 2016). Em razão dessa característica, as lavouras tradicionais de origem seminal vêm sendo renovadas e substituídas por lavouras produzidas, a partir de mudas propagadas vegetativamente (ESPINDULA et al., 2017; DALAZEN et al., 2019), possibilitando lavouras mais uniformes (clones), sendo necessária, porém uma combinação de clones numa mesma lavoura a fim de possibilitar a fecundação e a formação dos frutos.

2.2 Produção de mudas de *Coffea canephora* Pierre

A espécie *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner é a segunda mais cultivada no Brasil e no mundo. O *C. canephora* (canéfora) é uma espécie alógama com incompatibilidade gametofítica, que não permite autofecundação. Assim sendo, é comum na espécie a propagação, por meio de estacas, a fim de se evitar novas lavouras com características desiguais (como,

porte, maturação, produtividade, entre outras), pela fecundação cruzada, resultando em plantas heterozigotas com grande variabilidade. A estaquia é, portanto o método de propagação da espécie mais utilizado nas principais regiões produtoras de *Coffea canephora* no Brasil (VERDIN FILHO et al., 2014).

O sucesso das lavouras de café depende diretamente da qualidade das mudas produzidas. Além de sobreviver às condições adversas encontradas no campo, devem desenvolver-se, formando plantas vigorosas, pois permanecem no campo, em média, 20 anos (CUNHA et., 2002; REIS E CUNHA, 2010; VALLONE et al., 2010). Portanto o sistema de produção de mudas clonais de *Coffea canephora* é uma etapa primordial para aumentar a produtividade do setor e a produção dessas mudas com qualidade é a base para o estabelecimento de uma lavoura vigorosa e produtiva (BRAUN et al., 2007).

No entanto, para se ter uma muda de qualidade, ela passa por alguns processos, um deles é a forma de propagação adotada. Com isso, para se produzir mudas de *Coffea canephora*, pode-se recorrer a sementes (forma sexuada) ou a estacas caulinares (forma assexuada), pois as plantas matrizes devem conter as características que se desejam como a alta produtividade, adaptabilidade, entre outras. Porém mudas produzidas por sementes não são compatíveis com o manejo moderno por serem desiguais e heterogêneas. Assim, a clonagem (propagação por estacas) é o método mais utilizado da espécie, nas principais regiões produtoras do Brasil (VERDIN FILHO et al., 2014), visando a ganhos genéticos mais rápidos, em relação a plantas de espécie propagadas somente de forma sexuada (FERRÃO et al, 2017) e proporciona uniformidade fenotípica das plantas no campo, o que facilita o manejo e colheita (MISTRO et al., 2019).

Dessa forma, na produção de mudas de propagação vegetativa por estaquia, por meio da clonagem, as plantas matrizes são cultivadas em um jardim clonal, também chamado de campo de plantas matrizes, o qual é composto por plantas que possuem características de interesse (ESPINDULA et al, 2015), como produtividade, resistência a doenças, déficit hídrico e, também, possibilita a produção de estacas durante todo o ano (CARVALHO e SILVA, 2012).

No processo de produção de mudas clonais, no estado de Rondônia, são utilizadas plantas matrizes que foram selecionadas pelos próprios agricultores do estado ou pela Embrapa. No caso das plantas selecionadas por agricultores, os genótipos são popularmente conhecidos como clones e, para a produção comercial de mudas desses clones, os viveiristas inscrevem seus jardins clonais como Campo de plantas fornecedoras de material de propagação sem origem genética comprovada, sem denominação de cultivares e/ou variedades, conforme prevê a Instrução Normativa nº 35, de 29 de novembro de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento (Mapa). Já, os materiais genéticos desenvolvidos pela Embrapa são denominados cultivares ou variedades, por serem registrados no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento).

Após a seleção das estacas, preparadas e prontas para o plantio, são, então, conduzidas ao viveiro, devendo ser plantadas nos recipientes com substrato (inseridas até a inserção das folhas), assim que destacadas das plantas matrizes. Em condições favoráveis, os “calos” aparecem entre 30 e 40 dias, após o plantio das estacas, e as primeiras raízes a partir de 50 dias, já que as mudas poderão estar prontas para o transplante em campo de 120 a 130 dias, incluindo o período de pelo menos 20 dias para aclimação (FERRÃO et al., 2017).

Alguns fatores podem influenciar na qualidade e nos custos de produção de mudas. Os recipientes e suas dimensões influenciam diretamente na disponibilidade de nutrientes e água e, conseqüentemente, no volume e arquitetura do sistema radicular, por estar relacionado com os volumes dos recipientes (SCHORN et al., 2019).

Geralmente, na produção de mudas de cafeeiro, são utilizados sacos de polietileno ou tubete como recipientes, contendo diversos tamanhos e modelos, sendo para mudas clonais de 11 a 20 cm de largura e 21 cm de comprimento, contendo também perfurações para facilitar a drenagem da água. Por outro lado, o tubete proporciona uma redução na mão de obra no viveiro, otimizando os tratamentos culturais, menores quantidades de substratos utilizadas e maior facilidade no transporte (FERRÃO et al., 2017). No entanto o tubete apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de maior investimento inicial, para a aquisição de tubetes, assim como estruturas de suporte para as bandejas. Além disso, as mudas produzidas em tubetes estão mais suscetíveis ao estresse hídrico pós-plantio, em função da baixa capacidade de retenção de água dos substratos orgânicos utilizados nesses recipientes. Porém as vantagens que os recipientes proporcionam podem justificar seu uso (JÚNIOR et al., 2016).

Verifica-se que é necessário que as mudas saiam do viveiro apresentando condições físicas, para assegurar o sucesso do desenvolvimento das mudas no campo, após o plantio, evitando o replante (CARNEIRO, 1995). Neste sentido, a produção de mudas é um processo importante, na formação da lavoura, visto que o uso de novas tecnologias, como o uso de recipientes na produção das mudas e a utilização de variedades clonais com características produtivas de interesse e com bom desenvolvimento em viveiro, são fatores que podem contribuir para o desenvolvimento da cafeicultura na Amazônia.

2.3 Dissimilaridade genética

O *Coffea canephora* é uma espécie alógama que necessita do cruzamento entre plantas geneticamente distintas, por autoincompatibilidade gametofítica (MORAES et al., 2018). Por causa dessa característica, não são recomendados cultivos formados com mudas seminais, que ocasionarão grande variabilidade genética, resultando em plantas com diferentes potenciais produtivos (RAMALHO et al., 2016, BERGO et al., 2020), diferentes arquiteturas (DALCOMO et al., 2017), plantas susceptíveis a doenças (TEIXEIRA et al., 2017), acarretando dificuldade no manejo e limitação quanto à produtividade da lavoura (ROCHA et al., 2015).

Por possuir autoincompatibilidade gametofítica do tipo monogênica em sua genética, o *C. canephora* pode produzir materiais genéticos distintos (CONAGIN e MENDES, 1961), confere à reprodução natural indivíduos altamente heterozigotos e populações com grande variabilidade genética (BRAGANÇA et al., 2001; FERRÃO et al., 2008; IVOGLO et al., 2008). Essa variabilidade pode diferir, quanto ao ciclo de maturação, produtividade, resistência a pragas e doenças, porte, arquitetura, tamanho e forma das sementes, frutos e folhas (BRAGANÇA et al., 2001; PARTELLI et al., 2006; 2014). Essa diversidade é altamente necessária em programas de melhoramento, favorecendo a seleção de genótipos superiores com as características desejadas (CHARRIER e BERTHAUD, 1985; DALCOMO et al., 2015).

Pela disponibilidade de materiais genéticos no campo, é importante ter uma avaliação e caracterização das plantas e a adoção de técnicas multivariadas que permitem a identificação e a seleção de genótipos promissores e/ou distintos (CRUZ, REGAZZI, CARNEIRO, 2012; CARMONA et al., 2015; DALCOMO et al., 2015), para compor novas cultivares ou serem mantidas em bancos de germoplasma, para eventuais programas de melhoramento da cultura. Logo esforços em estudos nesse sentido podem colaborar para a manutenção e avanço da atividade cafeeira na Amazônia.

O conhecimento sobre a diversidade genética e o nível de diferenciação genética entre populações das espécies auxilia na definição dos estoques genéticos e no estabelecimento de estratégias de uso e manejo desses recursos (CRUZ, 2005). No caso de *C. canephora*, os estudos de diversidade podem facilitar a orientação dos programas de melhoramento na escolha de genitores para cruzamentos ou de genótipos para composição de variedades clonais (SOUZA et al., 2003). Ademais, esses estudos podem minimizar o risco de erosão genética causada pelo desenvolvimento de cultivares superiores, de base genética estreita como é o caso dos clones. Além disso, o conhecimento da diversidade genética poderá auxiliar, no manejo do banco de

germoplasma, oferecendo parâmetros, para o estabelecimento de tamanho de populações a serem conservadas e eliminação de duplicatas, entre outras aplicações (CRUZ, 2005).

Dessa forma, o conhecimento sobre a diversidade genética entre os genótipos auxilia nas estratégias de uso do recurso genético e na sua conservação, em um programa de melhoramento. Assim, a diversidade genética entre um grupo de progenitores tem por objetivo identificar as combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose (CRUZ et al. 2014).

Borém e Miranda (2009) definem a heterose ou vigor híbrido, como o aumento do vigor decorrente do cruzamento entre genótipos contrastantes, com a possibilidade de reunir, na mesma planta, as melhores características de cada um dos genitores.

Nos programas de melhoramento de *C. canephora*, os estudos de diversidade genética podem orientar na escolha de genitores para a composição de variedades clonais (MARCOLAN e ESPÍNDULA., 2015). Segundo IVOGLO et al. (2008), bons genitores são aqueles que possuem bom comportamento “*per se*” e que apresentem médias elevadas das características avaliadas, como alta adaptabilidade e estabilidade de comportamentos.

A propagação vegetativa tem sido uma alternativa para obter plantios comerciais mais homogêneos, produtivos e resistentes. O método da propagação vegetativa é uma forma de propagação que garante as características genéticas da planta-matriz. Essa técnica é conhecida como clonagem, são propágulos retirados por meio de estacas do ramo ortotrópico, mantendo e repassando para os seus descendentes (ANDRADE JUNIOR et al., 2013; RAMALHO et al., 2016). A propagação pode ser realizada, por meio de enxertia (ANDRADE JÚNIOR et al., 2013), cultivo *in vitro* (SANTOS; SILVA, 2020) ou estaquia (VERDIN FILHO et al., 2014; VERDIN FILHO et al., 2018). No entanto, apesar das demais formas possíveis de multiplicação, para *C. canephora* a estaquia é a principal técnica de reprodução assexuada utilizada na produção de mudas (FERRÃO et al., 2007; VERDIN FILHO et al., 2014), por sua multiplicação rápida e em larga escala (OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo Ferrão et al (2007), nas espécies que utilizam propagação vegetativa, o método principal é a seleção clonal, principalmente na espécie *Coffea canephora*. Inicialmente, é feito com a seleção de plantas individuais, praticadas de forma sequencial, as quais possuem características de interesse, que são clonadas e avaliadas em delineamento e experimental apropriado. Assim, o método é uma estratégia importante em programas de melhoramento do *C. Canephora*.

Em razão da seleção natural, ocorrida pelos cruzamentos de genótipos da variedade conilon e robusta, tem-se originado, no campo materiais híbridos, a partir da seleção,

multiplicação e exploração empírica dos próprios cafeicultores. Estudos científicos, por meio da avaliação de características agronômicas, permitem estimar diversos parâmetros genéticos e identificar genótipos promissores e/ou distintos para compor uma nova cultivar com auxílio de técnicas multivariadas (CRUZ et al., 2012; CARMONA et al., 2015; DALCOMO et al., 2015; BIKILA e SAKIYAMA, 2017; GILES et al., 2018, 2019). Portanto a seleção genótipos promissores é de suma importância para o desenvolvimento da cafeicultura na região norte e no Brasil.

A análise da dissimilaridade genética entre 130 acessos de *C. canephora* oriundos das coleções da Embrapa Rondônia, IAC, Incaper e UFV/Epamig, por meio de marcadores microsatélites e métodos de análise multivariada, identificaram alto polimorfismo e concentração de dois grandes grupos, constituídos pelos genótipos de conilon do Espírito Santo (Incaper) e genótipos coletados em Rondônia e pelos genótipos robusta do IAC e UFV/Epamig. Porém, apesar do grande polimorfismo encontrado nas lavouras brasileiras, há necessidade de se incrementar essa diversidade (FERRÃO et al., 2017).

2.4 Métodos de propagação

O *Coffea canephora* é uma planta diploide ($2n=22$ cromossomos), apresentando autoincompatibilidade gametofítica, sendo, então, autoestéril e alógama (CARVALHO & FAZUOLI, 1993; CONAGIN & MENDES, 1961). Com isso, as plantas dessa espécie, quando propagadas por sementes, podem apresentar dissimilaridade nas características genéticas desejáveis da planta matriz, podendo ocorrer variações, quanto à arquitetura da planta, produtividade, resistência a doenças e pragas, época de maturação do fruto, tamanho e forma das sementes, dos frutos e das folhas. Diferentemente, a propagação vegetativa mantém as características genéticas da planta matriz, utilizando-se de técnicas de propagação vegetativa por meio de estacas para essa espécie (BRAGANÇA et al., 1995; PAULINO et al., 1987).

De acordo com ROCHA et al., 2015, na produção de mudas de *C. canephora*, a metodologia mais utilizada é a propagação vegetativa por estaquia, pois, para o *C. canephora*, a alogamia e a consequente segregação genética originam descendentes heterogêneos que dificultam o manejo da lavoura (ROCHA et al., 2015). Por isso, a utilização de propagação vegetativa tem sido fundamental para ganhos de produção e para o sucesso das lavouras (PARTELLI et al., 2014). Isso ocorre, porque lavouras formadas, a partir de mudas originadas, por meio da propagação vegetativa, apresentam características de uniformidade e precocidade na formação e produção (ANDRADE JUNIOR et al., 2013; RAMALHO et al., 2016).

As lavouras oriundas da propagação vegetativa apresentam características de uniformidade e precocidade, na formação e produção (FONSECA et al., 2017), o que resulta em incremento na produção e renda nessas áreas (PARTELLI et al., 2014). Com o uso das técnicas de reprodução assexuada, as características genéticas da planta matriz são mantidas em seus descendentes (PARTELLI et al., 2006; ANDRADE JUNIOR et al., 2013; RAMALHO et al., 2016). E, entre eles a propagação vegetativa sendo a estaquia a principal forma utilizada para o *C. canephora* (PARTELLI et al., 2006; FERRÃO et al., 2007b, VERDIN FILHO et al., 2014). Nesta técnica, o propágulo vegetativo, ou seja, a estaca, é seccionada de hastes ortotrópicas retiradas de plantas matrizes e cultivadas, em recipientes de polietileno rígido ou flexíveis, contendo substrato para a regeneração de uma nova, popularmente conhecida como clone (ESPINDULA et al., 2018).

A cafeicultura de Rondônia passou por um processo de intensa transformação, fundamentada na utilização de mudas propagadas vegetativamente, por meio de estaquia (clonagem), a partir de plantas matrizes de *Coffea canephora* selecionadas nas lavouras comerciais de origem seminíferas. Essa fase, intensificada, a partir da década de 2010, é caracterizada pela substituição de lavouras de origem seminíferas por lavouras clonais. Por essa peculiaridade na forma de propagação, a fase atual da cafeicultura do estado de Rondônia ficou popularmente conhecida como cafeicultura clonal.

O processo de clonagem, em Rondônia, iniciou-se, na década de 1990, com a Embrapa Rondônia, selecionando matrizes e instalando campo de competições de clones (RAMALHO, 2014). Paralelamente a isso, houve a introdução de outros clones trazidos por produtores vindos do Espírito Santo. Porém, mesmo com a produção comercial de mudas tendo iniciado nos anos 2000, a intensificação da produção só ocorreu, a partir de 2010, quando os resultados de desempenho agrônomo dos genótipos puderam ser percebidos pelos agricultores (ESPINDULA et al., 2017). Nesse processo, as mudas dos clones selecionados pelos agricultores foram comercializadas, em viveiros do estado, tendo se consolidado no mercado, a partir dessa época e, por isso, constituem a principal base genética dos clones cultivados. (ESPINDULA et al., 2017, ESPINDULA et al., 2020).

Dessa forma, muitos clones foram selecionados no estado, entretanto, nessa seleção, ocorreram alguns equívocos, em relação à identificação dos clones. Assim, para verificar as características desses materiais, a Embrapa, em parceria com a Emater, Universidade federal de Rondônia e engenheiros-agrônomo autônomos propuseram um estudo de prospecção, cujo principal objetivo é identificar os principais clones, sem registro no RNC, que são cultivados em Rondônia.

As mudas, ao saírem do viveiro, precisam apresentar condições físicas para assegurar o sucesso do desempenho das mudas, após o plantio no campo, evitando o replantio (CARNEIRO, 1995). Portanto essa caracterização de clones é importante, em todas as fases fenológicas da planta, sendo no viveiro o ponto inicial do desenvolvimento das plantas antes de serem plantadas. Com isso, as avaliações de crescimento de clones em viveiro são de fundamental importância para o aprimoramento do nível tecnológico da cafeicultura na Amazônia e no Brasil.

2.5 Cafeicultura em Rondônia

O estado de Rondônia se destaca como o maior produtor de café da região Norte e o quinto maior produtor do Brasil, visto que a estimativa de produção para 2024 é de 2.732.600 sacas beneficiadas e produtividade de 50,8 sacas por hectare. Essa produtividade está relacionada principalmente com a utilização de novos clones mais produtivos, além do aprimoramento no manejo e a utilização de irrigação. A produtividade, estimada em 50,8 scs/ha, é a segunda maior do país, com potencial maior, mas pelas condições climáticas não tão favoráveis, principalmente, em agosto e setembro de 2023, seguida de chuvas de forma isoladas e acompanhadas de altas temperaturas, reduziram o potencial (CONAB, 2024).

Nos últimos anos, a cafeicultura de Rondônia tem passado por várias transformações, trazendo resultados para o homem do campo. A principal mudança está relacionada com a utilização de mudas propagadas vegetativamente, por meio de estaquia (clonagem), a partir de plantas matrizes de *Coffea canephora* selecionadas nas lavouras comerciais de origem seminíferas (ESPINDULA et al., 2022). Esse processo teve sua intensificação, na década de 2010, é caracterizada pela substituição de lavouras de origem seminíferas por lavouras clonais. Por isso, com essa nova forma de propagação, atualmente, a cafeicultura rondoniense é popularmente conhecida como cafeicultura clonal.

Dessa forma, no processo de produção de mudas clonais, no estado de Rondônia, são utilizadas plantas matrizes que foram selecionadas pelos próprios agricultores do estado ou pela Embrapa. No caso das plantas selecionadas por agricultores, os genótipos são popularmente conhecidos como clones e, para a produção comercial de mudas desses clones, os viveiristas inscrevem seus jardins clonais como Campo de plantas fornecedoras de material de propagação, sem origem genética comprovada, sem denominação de cultivares e/ou variedades, conforme prevê a Instrução Normativa nº 35, de 29 de novembro de 2012 do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA). Já, os materiais genéticos, desenvolvidos pela Embrapa, são denominados cultivares ou variedades, por serem registrados no RNC do MAPA. (ESPINDULA et al., 2022)

Embora o processo de clonagem tenha sido iniciado ainda na década de 1990 e a produção comercial de mudas tenha se iniciado, nos anos 2000, a intensificação da produção só ocorreu, a partir de 2010, quando os resultados de desempenho agrônomo dos genótipos puderam ser percebidos pelos agricultores (ESPINDULA et al., 2017). Portanto, durante esse período, as mudas dos clones selecionados pelos agricultores foram comercializadas, em viveiros do estado, tendo se consolidado no mercado e, por isso, hoje constituem a principal base genética dos clones cultivados.

Assim, os híbridos selecionados se destacam por apresentarem características positivas de ambas as variedades botânicas. As plantas geralmente apresentam porte menor que as plantas de robustas, porém mais vigorosas que as conilon; as hastes são menos flexíveis, portanto menos sujeitas ao tombamento das hastes que as conilon e muitas delas apresentam tolerância à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro, doença comum na variedade botânica Conilon, mas pouco expressiva em Robustas (ESPINDULA et al., 2022).

Além dos clones selecionados pelos agricultores, a Embrapa disponibilizou, em 2013, uma cultivar formada por um agrupamento de 15 clones com características de Conilon, denominada de Conilon – BRS Ouro Preto (RAMALHO et al., 2014). Em um novo contexto de caracterização individualizada dos clones, em 2019, a Embrapa registrou no MAPA um conjunto de clones, porém, com o formato de cultivar monoclonal, no qual cada clone se constitui em uma cultivar (ESPINDULA et al., 2019). Nesse formato, foram disponibilizados oito novos genótipos e dois antigos, oriundos de seleção dentro da cultivar Conilon – BRS Ouro Preto.

Os clones selecionados pelos agricultores, juntamente com as cultivares registradas pela Embrapa, formam hoje o conjunto de materiais genéticos disponíveis, para plantio em Rondônia que, atualmente, dispõe de 90 viveiros registrados na Agência de Defesa Sanitária Agrosilvo pastoril do Estado de Rondônia (IDARON), para a produção de mudas clonais de café (IDARON, 2022). Segundo a Idaro, entre os anos de 2017 e 2021, período em que a agência passou a controlar a produção de mudas, por meio da Certificação Fitossanitária de Origem, a produção oficial de mudas clonais em Rondônia foi de 71 milhões.

A partir de então, no início do ano de 2021, foi criada a Rede de Avaliação de Clones do Estado de Rondônia, que prevê o estabelecimento de parcerias público-privadas, para estudar

e caracterizar os clones selecionados pelos agricultores, que já estão sendo cultivados, bem como para selecionar novos clones junto aos cafeicultores de Rondônia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, S. et al. Comparasion between grafting and cutting as vegetative propagation methods for conilon coffee plants. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 4, p. 461-469, 2013.
- BENICASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.
- BERGO, C. L. L., et al. Estimation of genetic parameters andmsselection of *Coffea canephora* progenies evaluated in Brazilian Western Amazon. **Coffee Science**, v.15, 2020.
- BIKILA, B.A.; SAKIYAMA, N.S. Estimation of Genetic Parameters in Coffea canephora Var. Robusta. *Advances in Crop Science and Technology*. v. 5, n. 5, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8863.1000310>.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. Melhoramento de plantas. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p.
- BRAGANÇA, S. M.; FONSECA, A. F. A.; SARAIVA, J. S. T.; PEREIRA, J. O.; ROCHA, A. C.; PELISSARI, S. A.; BREGONCI, I. S. Formação de mudas. In: Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo. Vitória: Secretaria de Estado de Agricultura, 1995. p. 19-28
- BRAGANÇA, S.M.; CARVALHO, C.H.S. de; FONSECA, A.F.A. da; FERRÃO, R.G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.765-770, 2001.
- BRAUN, H. et al. Produção de mudas de café ‘conilon’ propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. **Idesia**, Arica, v. 25, n. 3, p. 85-91, sept./dic. 2007.
- BRIGGS, G. E.; KIDD, F. A & WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. Part I *Ann. Appl. Biol.*, 7: 202-23, 1920.
- CARMONA, P.A.O.; PEIXOTO, J.R.; AMARO, G.B.; MENDONÇA, M.A. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 2, p. 241-250, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000200017>.
- CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451p.
- CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. O melhoramento de plantas no instituto agrônômico. Campinas: Instituto Agrônômico, 1993. v. 1, p. 29-76.
- CHARRIER, A; BERTHAUD, J. Principies and methods 01coffee plant breeding: Coffea canephora. In: CLARCK, RJ.; MACRAE, R (Ed.). *Coffee: Agronomy*. London, Elsevier Applied Science, 1985. p. 167-198.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café, Brasília, DF, v.11, n. 2 segundo levantamento, maio 2024.

CONAGIN, C.H.T.M.; MENDES, A.J.T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. *Bragantia*, v.20, p.787-804, 1961.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. Produção mundial de café foi estimada em 176,2 milhões de sacas de 60kg para a safra 2024–2025. EMBRAPA CAFÉ.
<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/1236-2024-07-17-15-56-00> . Acesso em 17/07/2024.

CRUZ C.D.; REGAZZI AJ; CARNEIRO P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3ed, Viçosa: Editora UFV, Viçosa, 2014, 560p.

CRUZ C. D. Princípios de genética quantitativa. Viçosa, MG: UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 514p.

CUNHA, R.L; SOUZA, C.A.S; NETO, A.A; MELO, B. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v.26, n.1, p.7-12, jan./fev., 2002.

DALAZEN, J. R.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; DALAZEN, J. R.; ALVES, E. A. Base genética da cafeicultura e caracterização dos principais clones cultivados no estado de Rondônia. In: PARTELLI, F.L.; ESPINDULA, M. C. (Org.). **Café conilon: Gestão e Manejo com Sustentabilidade**. 1ed. Alegre: CAUFES, v. 1, p. 165-177. 2019.

DALCOMO, J.M.; VIEIRA, H.D.; FERREIRA, A.; LIMA, W.L.; FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M.A.G.; PARTELLI, F.L. Evaluation of genetic divergence among clones of conilon coffee after scheduled cycle pruning. *Genetics and Molecular Research*, v. 14, n. 4, p. 15417-15426, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/2015>.

ESPINDULA, M. C. et al. Produção de mudas. In: MARCOLAN, A.; ESPINDULA, M. C. *Café na Amazônia*. Brasília: Embrapa, 2015. cap. 6, p. 129-154.

ESPINDULA, M. C. <http://lattes.cnpq.br/3845652334941182>; DIAS, J. R. M. ; ROCHA, R. B. ; DALAZEN, J. R. ; ARAUJO, L. V. . *Café em Rondônia*. In: PARTELLI, F. L.; GONTIJO, I. (Org.). **Café conilon: Gestão e Manejo com Sustentabilidade**. 1ed.Alegre: CAUFES, v. 1, p. 83-102. 2017.

ESPINDULA, M. C. et al. Different volumes of tubes for clonal propagation of *Coffea canephora* from seedlings. *Coffee Science*, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2018.

ESPINDULA, M.C.; TEIXEIRA, A.L.; ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; VIEIRA JUNIOR, J.R.; ALVES, E.A.; DIOCLECIANO, J.M.; LUNZ, A.M.P.; SOUZA, F. de F.; COSTA, J.N.M.; FERNANDES, C. de F. Novas cultivares de cafeeiros *Coffea canephora* para a Amazônia Ocidental brasileira: principais características. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2019. 36p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 413).

ESPINDULA, M.C.; ARAÚJO, L.F.B. de; SCHMIDT, R.; DIAS, J.R.M.; ROCHA, R.B. Early induction of orthotropic shoots in *Coffea canephora*. *Revista Ceres*, v.67, p.281-287, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067040005>.

ESPINDULA, M.C.; ARAÚJO, L.F.B. de; DIOCLECIANO, J.M.; ROCHA, R.B.; DIAS, J.R.M.; VERDIN FILHO, A.C. New model of clonal garden for the production of robusta coffee plantlets. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.57, e02942, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02942>.

FERRÃO, R. G., et al. Cultivars of conilon coffee. In: FERRÃO, R.G., et al. *Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2007. p.203-225.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; VERDIN-FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO R. G., FONSECA A. F. A.; BRAGANÇA S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Ed.) *Café conilon*. Vitória: Incaper, 2007. p. 203-225.

FERRÃO, R.G.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, A.; CECON, P.R.; FERRÃO, M.A.G.; FONSECA, A.F.A.; CARNEIRO, P.C.S.; SILVA, M.F. Parâmetros genéticos em café Conilon. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 43, p. 61-69, 2008.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; TÓFFANO, J. L.; TRAGINO, P. H.; BRAGANÇA, S. M. . Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. F.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. *Café Conilon – 2 ed. atual. e ampl. 2a reimpressão - Vitória, ES : Incaper*, p. 219-241. 2017. 784p. : il. Color.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. F.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. *Café Conilon – 2 ed. atual. e ampl. 2a reimpressão - Vitória, ES : Incaper*, 2017. 784p.: il. Color.

GILES, J.A.D.; PARTELLI, F.L.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, J.P.; OLIOSI, G.; LIMA, F.H. Genetic diversity of promising conilon coffee clones based on morpho-agronomic variables. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 2, p. 2437-2446, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820170523>.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Registro Nacional De Sementes E Mudas – RENASEM. Disponível em: Acesso em: 20 ago. 2024.

IVOGLO, M. G.; FAZUOLI, L. L. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; BRAGHINI, M.T. Divergência genética entre progênies de café robusta. *Bragantia*, v. 67, n. 4, p. 823-831, 2008.

FERREIRA, A.; LOPES, C. J.; FERREIRA, M. F. S.; SOARES, T. C. B. Tópicos especiais em produção vegetal. In: JÚNIOR, S. A.; VENANCIO, F. C. D.; AMARAL, J. F. T.; ESPINDULA, M. C.; VERDIN FILHO, A. C. *Recipientes e substratos para produção de mudas de Coffea SP*. Alegre, ES: CAUFES, 2016. V. 1, P.316 – 341.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V. L.; CIONE, J.; Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 17(9): 1323-9, set. 1982.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo, EPU, 1985. V.1, p.363 - 50.

MARCOLAN, A.L.; ESPINDULA, M.C. Café na Amazônia. Brasília: Embrapa, 2015. 474p.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. de F.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. de M. FERNANDES, S. R.; VENEZIANO, W. Cultivo dos cafeeiros Conilon e Robusta para Rondônia. 3. ed. rev. atual. Porto Velho: Embrapa Rondônia, **Sistema de Produção**, n. 33, 2009. 67 p.

MORAES, M. S., et al. Characterization of gametophytic selfincompatibility of superior clones of *Coffea canephora*. **Genetics and Molecular Research**, v.17, p.1-10, 2018.

OLIVEIRA, T. P. D. F. D., et al. Nutritional requirement and productivity in clonal minijardim of Toona ciliata var. australis. *Forest Science*, v.29, n.3, p.1154-1167, 2019.

Available from:

<<https://doi.org/10.5902/1980509821276>>. Accessed: Oct. 22, 2020. doi: 10.5902/1980509821276.

PARTELLI, F. L. et al. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas [cuttings]. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.

PARTELLI, F. L. et al. Distribuição do sistema radicular e produtividade do café ‘Conilon’ propagado por sementes ou estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(5):349-355, 2014.

PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, A. E.; BRAGANÇA, J. B. Cultura do café conillon: instruções técnicas sobre a cultura do café no Brasil. Rio de Janeiro: MIC-IBC-DIPRO, 1987. 43 p.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P.; ANÁLISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS: Conceitos e Prática. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 51-76 (2011).

RAMALHO A. R.; ROCHA, R. B.; VENEZIANO, W.; SANTOS, M. M. dos. Cultivar de cafeeiro Conilon BRS Ouro Preto – características agronômicas e agroindustriais. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014. 10p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 396).

RAMALHO, A. R., et al. Genetic progress of processed coffee productivity with the selection of ‘Conilon’ coffee clones. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.3, p.516 - 523, 2016.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento. Belém, CPATU, 1978. 35p.

REIS, P.R.; CUNHA, R.L. **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras, EPAMIG, 2010. 894P.

ROCHA, R. B.; TEIXEIRA, A. L.; RAMALHO, A. R.; SOUZA, F. F. Melhoramento genético de *Coffea canephora* – considerações e metodologias. In: MARCOLAN, A.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, p 101 - 122, 2015.

ROSA, G. G. et al. Propagação de porta-enxerto de *Prunus* spp. Por estaquia: efeito do genótipo, do estágio de desenvolvimento do ramo e do tipo de estaca. *Revista Ceres*, v. 64, n. 1, p. 90-97, 2017.

SOUZA, F. F.; SANTOS, M. M.; VENEZIANO, W. Manejo de recursos genéticos de café em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. Anais... Brasília: Embrapa Café, 2003. p. 238.

TEIXEIRA, A. L., et al. Performance of intraspecific hybrids (Kouillou x Robusta) of *Coffea canephora* Pierre. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, p.2675-2680, 2017.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; CUNHA, R. L. da; DIAS, F. P. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60. 2010.

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. A.; 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, p.2148-2153, 2014.

VERDIN FILHO, A. C., et al. 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, p.2826-2835, 2018. Available from:

<<https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13592>>. Accessed: Oct. 22, 2020. doi: 10.5897/AJAR2018.13592.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

**ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora* PIERRE
NA AMAZÔNIA**

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

A produção de mudas é uma fase importante na formação de uma lavoura, onde mudas de qualidade é um fator determinante no sucesso da lavoura cafeeira. Na produção de mudas de *Coffea canephora*, é utilizado a propagação vegetativa por estaquia, visando manter as características produtivas da planta mãe, no entanto, na fase de mudas, os clones podem ter desenvolvimentos distintos, que podem influenciar na qualidade das mudas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de mudas 76 genótipos, os trabalhos foram conduzidos, na estação experimental da Embrapa Rondônia em Ouro Preto do Oeste, sendo o primeiro instalado com o delineamento experimental em blocos casualizados, avaliando 76 clones, aos 120 dias após o estaqueamento, sendo analisado: o comprimento do caule, diâmetro de caule, número de raiz, volume de raiz, massa seca das estacas, massa seca da parte aérea, massa seca total, área foliar e índice de qualidade de Dickson (IQD). Para análise estatística dos dados, foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA), com a análise de agrupamento hierárquico, utilizando a distância euclidiana e o método de agrupamento UPGMA e análise de componentes principais. Todos os procedimentos foram realizados por meio do software R. Concluiu-se que existe variabilidade fenotípica entre os 76 genótipos de *Coffea canephora*, visto que os genótipos BRS 3137 e LB 22 apresentaram maior dissimilaridade em relação aos demais, e os genótipos 244, 31-131, BRS 1216 e BRS 3137 estão altamente correlacionados, apresentando alta correlação entre o Índice de qualidade de Dickson e o volume das raízes.

Palavras-chave: Crescimento de mudas; caracterização de clones; dissimilaridade.

ABSTRACT

Seedling production is an important phase in the formation of a crop, where quality seedlings are a determining factor in the success of the coffee crop. In the production of *Coffea canephora* seedlings, vegetative propagation by cuttings is used, aiming to maintain the productive characteristics of the mother plant. However, in the seedling phase, the clones may have different developments, which can influence the quality of the seedlings. Thus, the objective of this study was to evaluate the growth of seedlings of 76 genotypes. The studies were conducted at the experimental station of Embrapa Rondônia in Ouro Preto do Oeste, being the first installed with the experimental design in randomized blocks, evaluating 76 clones, 120 days after staking, being analyzed: stem length, stem diameter, number of roots, root volume, dry mass of the cuttings, dry mass of the aerial part, total dry mass, leaf area and Dickson quality index (IQD). For statistical analysis of the data, multivariate analysis of variance (MANOVA) was used, with hierarchical cluster analysis, using Euclidean distance and the UPGMA clustering method and principal component analysis. All procedures were performed using the R software. It was concluded that there is phenotypic variability among the 76 *Coffea canephora* genotypes, since the genotypes BRS 3137 and LB 22 presented greater dissimilarity in relation to the others, and the genotypes 244, 31-131, BRS 1216 and BRS 3137 are highly correlated, presenting a high correlation between the Dickson Quality Index and the root volume.

Keywords: Seedling growth; clone characterization; dissimilarity.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a cafeicultura na Amazônia tem passado por grandes transformações, sendo a seleção de clones produtivos um dos principais fatores. Com a técnica de seleção de plantas produtivas e o uso da clonagem, novos genótipos desenvolvidos por produtores, viveiristas e Embrapa ganharam espaço, provendo transformação na cafeicultura local, onde a produção de café em Rondônia saiu de 1.475,5 milhões de sacas de 60kg de café e uma produtividade de 17,18 sacas por hectare em 2014 (CONAB, 2014), para 2.732,6 milhões de sacas beneficiadas e uma produtividade de 50,8 , em 2024 (CONAB, 2024), e uma redução na área de 94.044 mil hectares para 53.792 mil hectares respectivamente, mostrando assim o potencial produtivo dos novos genótipos, que hoje constituem a base genética do clones cultivados .

Contudo, pela forma de seleção ser, em sua maioria, de forma empírica pelos próprios produtores, algumas características desses clones devem ser estudadas para sua melhor seleção a campo. Portanto estudos científicos, por intermédio de avaliação de características agronômicas, permitem estimar diversos parâmetros genéticos e identificar genótipos promissores para compor uma nova cultivar com auxílio de técnicas multivariadas (CRUZ et al., 2012; CARMONA et al., 2015; DALCOMO et al., 2015; BIKILA e SAKIYAMA, 2017; GILES et al., 2018, 2019).

Assim, com a possível dissimilaridade entre clones, é importante observar fatores de importância, para o desenvolvimento da planta, sendo a fase de produção de mudas primordial para o sucesso da lavoura cafeeira, pois o uso de mudas vigorosas e de qualidade são de extrema importância para o desenvolvimento vegetativo e desempenho produtivo do cafeeiro. A produção de mudas constitui uma das principais etapas do processo de formação de uma lavoura com bom desempenho e performance para suportar as condições adversas de campo (QUEIROZ, 2013).

Dessa forma, é imprescindível dizer que a produção de mudas sadias é pré-requisito para a obtenção de plantas com elevada produtividade. Para isso, as mudas de *Coffea canephora* de qualidade devem apresentar folhas verdes e brilhantes, caule espesso e sistema radicular bem desenvolvido, com muitas raízes absorventes (HENRIQUE et al., 2011). Além disso, a qualidade sanitária das mudas influencia no custo de produção e na longevidade da lavoura (VERDIN FILHO et al., 2014).

Diante disso, com a diversidade existente, quanto às características de qualidade e crescimento de mudas, objetivou-se com este trabalho estudar uma população de 76 genótipos de *C. canephora*, por meio da estimativa de parâmetros genéticos, método de agrupamento

UPGMA e análise de componentes principais, a partir das características biométricas das mudas, para futuros trabalhos de melhoramento genético.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da EMBRAPA RONDÔNIA, localizado no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia (longitude 10°43'55" S e latitude 62°15'19" W a uma altitude de 300 m). O período de condução foi de 20 de novembro de 2022 a 20 de março de 2023, compreendendo uma fase de produção de estacas no campo e uma fase de produção de mudas, em viveiro. O clima predominante na região é o tropical chuvoso - Aw (Köppen) (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 25°C e precipitação média de 2.000 mm.ano⁻¹, com período chuvoso de outubro-novembro a abril-maio.

2.1 Delineamento experimental

Pelo número de parcelas, o experimento foi conduzido em blocos casualizados, com 78 tratamentos (genótipos), conforme descrito na Tabela 1, de estacas provenientes do jardim clonal do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa-RO (Tabela 1), com quatro repetições, perfazendo um total de 312 parcelas.

Tabela 1 - Variedades clonais de *Coffea canephora* do programa de melhoramento genético da Embrapa – RO, submetidas à análise de crescimento, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. (Continua)

Trat	Clone	Trat	Clone	Trat	Clone	Trat	Clone
1	BRS 189	21	Clone 01	41	BG 180	61	N32
2	BRS 130	22	Clone 04	42	AS3	62	N7
3	BRS 160	23	Clone 06	43	L1	63	244
4	Apoatã 01	24	Clone 07	44	CA1	64	G1
5	Apoatã 02	25	LB 010	45	156	65	G2
6	Apoatã 03	26	LB 015	46	LB 68	66	G20
7	Robusta 640	27	LB 80	47	LB 88	67	G30
8	N01	28	R22	48	160	68	RMD
9	N02	29	R152	49	P60	69	BRS 1216
10	N08	30	P42	50	LB 102	70	BRS 2299
11	N12	31	106	51	LB 20	71	BRS 2314
12	N13	32	Clone 03	52	LB 22	72	BRS 2336
13	N16	33	Clone 05	53	LB 012	73	BRS 2357
14	AS1	34	Clone 08	54	LB 30	74	BRS 3137
15	AS2	35	Clone 25	55	LB 33	75	BRS 3193
16	AS5	36	41	56	LB 110	76	BRS 3210
17	AS6	37	80	57	LB 07	77	BRS 3213
18	AS7	38	21	58	LB 15	78	BRS 3220

Tabela 1 - Variedades clonais de *Coffea canephora* do programa de melhoramento genético da Embrapa – RO, submetidas à análise de crescimento, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. (Conclusão)

Trat	Clone	Trat	Clone	Trat	Clone	Trat	Clone
19	AS10	39	31-131	59	N17		
20	AS12	40	P50	60	N11		

2.2 Preparo e condução das mudas clonais

Cada estaca foi acondicionada, em tubo retornável de polietileno (tubete), com capacidade de 280 cm³ contendo substrato comercial Vida Verde Tropstrato HT®. As estacas foram formadas, a partir de um segmento de haste ortotrópica, separada da haste original por um corte reto na parte superior, 1 (um) cm acima da inserção dos ramos plagiotrópicos, com corte reto 5 cm abaixo do nó (inserção de folha). Os ramos plagiotrópicos foram removidos, e o comprimento das folhas restantes foi reduzido em 2/3 para minimizar a perda de água e prevenir a desidratação (DIAS et al., 2012).

Os tubetes foram colocados, em bandejas sobre bancadas suspensas, no interior do viveiro, com irrigação constante, durante toda a fase do desenvolvimento das mudas, utilizando-se sistema de irrigação do tipo nebulizador, associado a temporizador destinado à programação do fornecimento de água. Assim, o sistema foi programado para acionar a irrigação, durante 10 segundos a cada 5 minutos, nos primeiros 30 dias; 30 segundos a cada 20 minutos de 30 a 90 dias e 60 segundos a cada 30 minutos de 90 até 120 dias. A partir dos 120 dias, as mudas foram regadas de forma manual (regadores de bico fino) três vezes ao dia, às 8h, 12h e 16h.

2.3 Avaliação das mudas

Aos 120 dias após o estaqueamento (DAE), as mudas foram avaliadas quanto às suas características vegetativas. Os seguintes parâmetros foram medidos: comprimento do caule (CC), medido diretamente com régua graduada desde o ponto de inserção do broto na estaca até o meristema apical; diâmetro do caule (DC), determinado na base do ramo, 3 cm acima do ponto de inserção do broto na estaca, utilizando-se um paquímetro digital de 150 mm; número de raízes (NR), com contagem das raízes principais que saíam diretamente da estaca; volume de raízes (VR), determinado em proveta graduada, inserindo-se o sistema radicular das mudas na proveta com água e medido pela diferença de volume deslocado. Além disso, foi aferida a massa seca da parte aérea (MSPA) dos brotos, após separação das estacas e secagem em estufa,

a 65°C até massa constante; a massa seca das raízes (MSR), também separada das estacas e aferida após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 105°C até massa constante; e a massa seca total (MST), que é a soma da MSPA, MSR e massa seca das estacas. A área foliar (AF) foi determinada por meio de um software DDA – Determinador Digital de Área (FERREIRA et al., 2008). Por fim, o índice de qualidade de Dickson (IQD) foi obtido pela fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{CC}{DC}\right)} + \frac{MSPA}{MSR}$$

2.4 Análises Estatísticas

Em razão do grande número de tratamentos e à natureza do experimento com diversos clones de *C. canephora*, as análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se procedimentos multivariados.

Para a análise multivariada dos dados, foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA). As variáveis dependentes incluíram CC, DC, NR, VR, MSF, MSR, AF, MST e IQD, considerando os fatores Bloco e Clone. A MANOVA foi realizada para verificar a existência de diferenças significativas entre os clones e blocos.

A partir dos resultados da MANOVA, procedeu-se à análise de agrupamento hierárquico, utilizando a distância euclidiana e o método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). Essa análise permitiu agrupar os clones, com base nas suas características multivariadas, identificando padrões de similaridade entre eles. O número ideal de grupos foi determinado pelo método de Mojena (1977), que utiliza o ponto de corte baseado na estatística cofenética.

A visualização dos resultados foi feita, por meio de dendrogramas, indicando os agrupamentos formados e o ponto de corte recomendado pelo método de Mojena.

Adicionalmente, foi realizada a análise de componentes principais (PCA) com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar as variáveis mais relevantes para a variação observada. A PCA foi conduzida, considerando nove componentes principais (CPs) e escalando os dados para média zero e variância unitária. Os autovalores, autovetores e proporção de variância explicada foram calculados para cada componente principal.

A análise resultou na matriz de cosenos quadrados (\cos^2) e correlações das variáveis com os dois primeiros componentes principais, os quais foram representados graficamente.

Todos os procedimentos estatísticos e geração de gráficos foram realizados por meio do Software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

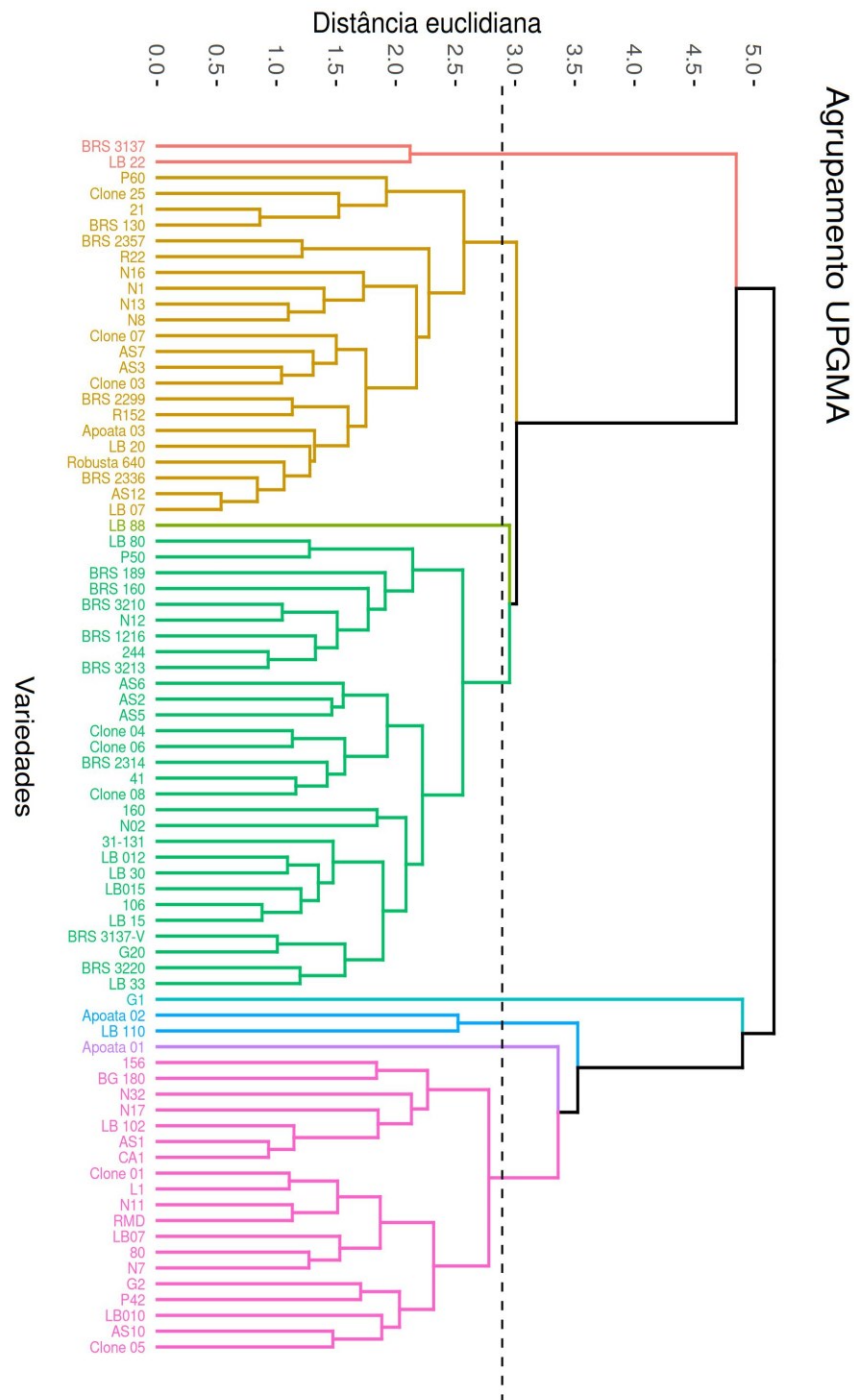
Por meio da análise de variância multivariada, constatou-se diferença significativa entre os 76 genótipos de *C. Canephora* para as características avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância multivariada (MANOVA) para as variáveis analisadas.

Fonte de variação	GL	Pillai	Aproximação de F	GL numerador	GL denominador	Valor p
Bloco	3	0,5609	5,5953	27	657	0,0000
Clone	76	3,6028	1,9763	684	2025	0,0000
Resíduos	225					

O agrupamento pelo método Hierárquico UPGMA, utilizando como medida de dissimilaridade a distância euclidiana, permitiu a formação do dendrograma que ilustra a distância entre os genótipos estudados. Ao se estabelecer o ponto de corte 2,84 (Mojema 1977), na distância fenotípica, observou-se a formação de oito grupos distintos (Figura 1).

Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre os 78 genótipos de *Coffea canephora*, obtido por meio do método de agrupamento (UPGMA), utilizando a distância euclidiana.



Alguns autores, trabalhando com divergência genética, encontraram números de agrupamentos aproximados. Ferrão et. al. (2011) encontraram dissimilaridade genética entre 33 clones, quando analisaram a divergência genética entre clones de *Coffea canephora* utilizando marcadores moleculares, obtendo a formação de sete grupos, utilizando o método UPGMA.

Semelhantemente, Crove et al. (2013), avaliando o desenvolvimento de mudas clonais de 33 genótipos promissores de café conilon (*Coffea canephora*), encontraram a formação de sete grupos, utilizando o método UPGMA, usando a distância de Mahalanobis.

O Primeiro agrupamento é composto pelos genótipos BRS 3137 e LB 22, que apresentaram alta similaridade, por terem os maiores valores de diâmetro do caule, volume de raiz, massa seca foliar, massa seca da raiz, área foliar e massa seca total. Esse comportamento dos clones é um indicativo de que esses genótipos possuem um desenvolvimento vigoroso e equilibrado de parte aérea e sistema radicular. COVRE et. al. (2013) encontraram resultados semelhantes com destaque para dois genótipos, quando avaliaram 13 genótipos componentes variedade clonal 'Vitória Incaper 8142', em que os genótipos V8 e V10 apresentaram resultados superiores na maioria das variáveis analisadas.

Já o grupo dois é formado por 22 genótipos, apresentando, em média, valores intermediários, para a maioria das características avaliadas, com destaque para os valores da área foliar, com as melhores médias no grupo. Esse resultado é um indicativo importante, pois a área foliar é um dos principais parâmetros para o crescimento de plantas. A estrutura de uma folhagem é um importante fator para determinar a produtividade de uma comunidade vegetal (Winter & Ohlrogge, 1973). Assim, o significado desse parâmetro resume-se na premissa de que materiais mais produtivos possuem uma maior facilidade, em manter uma área foliar por um maior período, possibilitando um melhor desempenho do aparato fotossintético.

Já o terceiro grupo é formado somente pelo clone LB 88. O genótipo apresentou bom desempenho, para as características biométricas e foliares, com exceção do número de raiz, que obteve a menor média, esse resultado mostra que o genótipo tem baixa capacidade na formação de raízes. Por outro lado, o genótipo apresentou o terceiro melhor volume de raiz e diâmetro de caule dos 76 clones avaliados.

Com 29 genótipos, o quarto grupo possui o maior número de clones, ou seja, 37,17% do total de materiais estudados; esses genótipos apresentaram dissimilaridade com os demais grupos, apresentando valores intermediários em todas as variáveis analisadas (Figura 1). Assim, esse grupo mostra uma alta similaridade entre os clones, a similaridade pode indicar.

O quinto agrupamento é formado pelo clone G1; esse material apresentou médias baixas em todos os parâmetros avaliados, isolando-se dos demais clones (Figura 1).

Os clones Apoatã 02 e LB110 se isolaram, formando o grupo seis, com números baixos para a maioria das variáveis.

O sétimo grupo, formado pelo Apoatã 01, apresentou baixo resultado, em todos os componentes avaliados, obtendo o menor valor no número de raízes e volume de raízes, massa

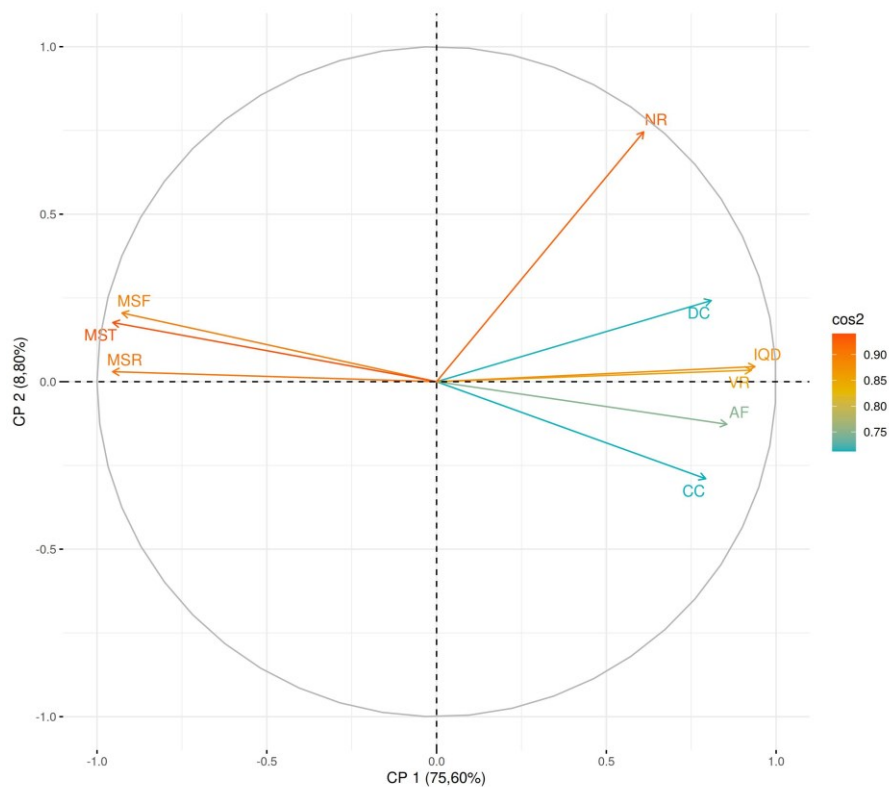
seca da raiz e área foliar. Assim observa-se que o baixo desempenho das mudas na formação de raízes influenciaram na menor área foliar.

O oitavo grupo se formou pela similaridade de 19 clones, com o terceiro maior número de genótipos. No entanto, na seleção de genótipos, para programas de melhoramento, é interessante que os clones tenham divergência genética. De acordo com RESENDE (2007), genótipos de grupos distintos podem ser cruzados, visando à obtenção de maior variabilidade genética na descendência ou para a obtenção de uma possível heterose na descendência, para caracteres que exibem dominância alélica.

Na análise de componentes principais (Figura 2), foi observado o comportamento dos sete parâmetros avaliados: número de raízes, diâmetro de caule, volume de raízes, área foliar, massa seca foliar, comprimento de caule e massa seca de raiz.

Conforme a (Figura 2) 75,60% da variação total dos dados é explicada pelo componente principal 1 (CP1) e 8,80% no componente principal 2 (CP2).

Figura 2 - Dispersão gráfica de componentes principais das variáveis estudadas, número de raízes (NR), diâmetro do caule (DC), índice de qualidade de Dickson (IQD), volume de Raiz (VR), área foliar, (AF), comprimento do caule (CC), massa seca da raiz (MSR), massa seca foliar (MSF), massa seca total (MST).



Conforme observado na Figura 2, os componentes principais analisados obtiveram uma alta correlação entre índice de qualidade de Dickson (IQD) e volume de raiz. Isso mostra que quanto melhor for desenvolvimento radicular das mudas, melhor será o índice de qualidade, pois a equação de Dickson é apontada com um bom indicador da qualidade de mudas (DICKSON et al., 1960), por levar em conta, em seu cálculo, a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa. Um maior valor do IQD indica melhor qualidade da muda.

Houve correlação entre massa seca total e massa seca foliar, mostrando que há uma semelhança no comportamento, em que os valores da massa seca foliar contribuiriam mais para massa seca total que a massa seca radicular (MSR) (Figura 2). Assim, quanto maior for a massa seca foliar maior também será a massa seca total, sendo esses fatores importantes, para a formação de mudas, pois a produção de biomassa pela planta é uma característica importante e de grande consistência na avaliação do desenvolvimento de espécies vegetais, complementando os dados de crescimento (PAIVA et al., 2009).

Ao observar a área foliar (AF), nota-se que está inversamente proporcional à massa seca foliar (MSF) (Figura 2), mostrando que quanto maior for a área foliar menor será a massa seca foliar. Isso pode estar relacionado com a espessura da folha, pois quanto menor a espessura da folha menor pode ser sua massa. Ricci et al. (2006) demonstram que esses resultados podem ser justificados, em razão de o cafeeiro compensar a menor luminosidade recebida e, quando ainda em viveiro, desenvolver folhas mais finas, porém de maior área foliar, proporcionando maior interceptação luminosa.

Já a massa seca da raiz teve um comportamento distinto dos demais parâmetros avaliados, não havendo correlação entre o volume de raiz e a massa seca da raiz, pois quanto maior for o volume de raiz menor será a massa seca da raiz (Figura 2). Para a produção de mudas, a formação de raiz é um indicador importante.

Na Figura 3, a dispersão gráfica dos componentes principais, para os 78 genótipos estudados, em função das variáveis, mostrou o comportamento dos clones, em que houve desempenho distinto entre eles para as variáveis estudadas. Assim, os componentes principais podem auxiliar na observação dos clones dentro de cada parâmetro, pois, além de possibilitar o estudo da diversidade genética de um grupo de progenitores, a técnica de componentes principais tem a vantagem de possibilitar a avaliação da importância de cada caráter estudado sobre a variação total disponível entre os genótipos (CRUZ et al., 2014).

Figura 3 - Dispersão gráfica dos componentes principais para os 78 genótipos estudados em função das variáveis, número de raízes (NR), diâmetro do caule (DC), índice de qualidade de Dickson (IQD), volume de Raiz (VR), área foliar, (AF), comprimento do caule (CC), massa seca da raiz (MSR), massa seca foliar (MSF), massa seca total (MST).



Observa-se, nos componentes principais, que os genótipos Apoatã 01, G1 e BG 180, 156 e LB010 apresentaram os menores valores de diâmetro de caule (DC), mas os clones BRS 160, N12, LB22 e BRS 3210 apresentaram os maiores valores (Figura 3). Desse modo, os genótipos com melhores resultados, provavelmente, serão capazes de promover bom desenvolvimento da planta. Segundo Carvalho et al. (2010), tanto a altura como o diâmetro da planta estão fortemente correlacionados com a produtividade do café.

Os clones LB 102, AS1 e CA1 tiveram melhores valores de massa seca total (MST) e de massa seca foliar (MSF), estando assim próximos das setas das variáveis (Figura 3).

Resultados com divergência genética também foram observados por Santos et al. (2019), analisando a caracterização do crescimento e qualidade de mudas de genótipos melhorados de *Coffea canephora*, em que, para a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), os genótipos 102 e 201 foram os que produziram maior quantidade de MSPA, enquanto os genótipos 101, 106, 206, 208, 209, 304, 306, 307, 308 e 309 produziram as menores quantidades e, para a produção de massa seca total (MST), o genótipo 201 apresentou a maior MST e os genótipos 101, 306, 307, 308 e 309 apresentaram as menores médias.

Os genótipos 244, 31-131, BRS 1216 e BRS 3137 obtiveram os melhores valores no Índice de qualidade de Dickson (IQD) e volume de raiz (VR) por estarem altamente correlacionados (Figura 3), portanto esses clones tiveram similaridade para essas variáveis. De acordo, com CRUZ e REGAZZI, (2004), quanto maior a proximidade de dois pontos no gráfico maior é a similaridade entre eles em relação às variáveis estudadas.

Opostamente, os clones N17, N32, L1 e G2 tiveram os menores valores de (IQD), assim como o volume de raiz (VR) (Figura 3). Esse resultado indica que as mudas desses clones podem ter baixa qualidade, prejudicando o seu desenvolvimento no campo, pois o cafeeiro é uma planta perene e, dessa forma, ficará no campo por muitos anos, portanto nessa fase não pode errar na escolha das mudas. Assim, para um bom crescimento e longevidade, é bom que as mudas sejam de qualidade, pois o plantio de mudas de café vigorosas garante um bom "pegamento", diminui os gastos com a operação de replantio e promove um rápido crescimento inicial das plantas, o que é desejável, principalmente, quando as mudas são submetidas a algum tipo de estresse ambiental em seu primeiro ano no campo (Alves & Guimarães, 2010).

Com relação à variável comprimento de caule (CC), os clones que se destacaram com maiores valores foram LB 88, 160 e N02 e com menores valores de comprimento de caule os clones LB07, 80, Apoatã 02 (Figura 3). Já Santos et al. (2019) encontraram a formação de três grupos, para a variável altura das plantas entre os genótipos, em que o grupo com as maiores médias foi formado pelos genótipos 102, 103, 107, 109, 201, 202, 203, 205, 206, 208, 209, 301, 302, 303, 305 e 308, enquanto os genótipos 101 e 306 formaram o grupo de plantas mais baixas.

Assim, os clones que obtiveram os melhores resultados, no comprimento do caule (altura de mudas), podem facilitar a sua comercialização, pois mudas de menor estatura podem não estar preparadas para ir a campo. De acordo com Berilli et al. (2014), a altura das mudas de café é considerada fator fundamental na hora da sua comercialização.

Já para o número de raízes (NR), os clones R22, BRS 2357 e LB 80 tiveram os melhores resultados (Figura 3). Isso mostra que esses clones têm melhor potencial, para o desenvolvimento de raiz, sendo um fator importante, para o crescimento das plantas, pois a

quantidade de raízes demonstra a capacidade de absorção de água e de nutrientes pela planta (Guimarães *et al.*, 1996), contribuindo, assim, para o desenvolvimento das mudas em campo. Sendo assim, o crescimento inicial das mudas pode ser utilizado como parâmetro para a seleção indireta e precoce de materiais mais produtivos, acelerando o processo de melhoramento da cultura, conforme relatado por Carvalho *et al.* (2010).

Para a área foliar se destacaram os clones BRS 189 e BRS 3220 (Figura 3) com os melhores resultados, sendo essa variável importante, para a seleção de genótipos, pois a área foliar é um fator que auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais produtiva (Magalhães, 1979).

Alguns desses genótipos são os mais plantados em Rondônia, em virtude das suas características produtivas, como o clone 08 e 25 que estão presente em 90% das propriedades (DALAZEN, 2019). O clone 25, neste trabalho, apresentou baixo número de raízes e boa formação de área foliar e de comprimento de caule das mudas. De acordo com Espindula (2022), ainda que vigoroso no campo, o clone 25 apresenta crescimento lento na fase inicial de formação de mudas em viveiro.

O clone 08, por sua vez, apresentou melhor desenvolvimento no número de raízes, boa formação de área foliar, comprimento e diâmetro do caule. Esse resultado confirma o alto vigor inicial do clone (ESPINDULA, 2022).

O material genético R22 ganhou mercado, nos últimos anos, sendo um dos mais procurados. Entre os anos de 2016 e 2021, esse clone foi um dos mais plantados em Rondônia e procurado para plantio em outros estados (ESPINDULA, 2022). Neste trabalho, o clone R22 apresentou uma das melhores médias no número de raízes e valores medianos de massa seca da raiz, área foliar, comprimento do caule e diâmetro do caule entre os genótipos estudados.

4 CONCLUSÕES

Existe variabilidade fenotípica entre os 78 genótipos de *Coffea canephora*;

O método de agrupamento UPGMA distinguiu os materiais em oito grupos;

Os genótipos BRS 3137 e LB 22 apresentaram maior dissimilaridade em relação aos demais;

Os genótipos 244, 31-131, BRS 1216 e BRS 3137 estão altamente correlacionados;

Os clones apresentam alta correlação entre o Índice de qualidade de Dickson e o volume das raízes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.D.; GUIMARÃES, R.J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; BALIZA, D.P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: UFLA, 2010. p.169-215.
- CARVALHO, A. M. ; MENDES, A. N. G. ; CARVALHO, G. R. ; BOTELHO, C. E. ; GONÇALVES, F. M. A. ; FERREIRA, A. D. **Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(3): 262-275, 2010.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v. 1, n. 3. quarto levantamento, dezembro 2014.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v.11, n. 2 segundo levantamento, maio 2024.
- CRUZ C.D.; REGAZZI AJ; CARNEIRO P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ed, Viçosa: Editora UFV, Viçosa, 2014, 560p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 514p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v.1, 480p.
- DALAZEN, J. R.; ROCHA, R. B.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; DALAZEN, J. R. **Base genética da cafeicultura e caracterização dos principais clones cultivados no estado de Rondônia**. In: PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C. (Org.). **Café conilon: Gestão e Manejo com Sustentabilidade**. Alegre, ES: CAUFES, 2019. p. 165-177.
- DIAS, J. R. M. et al. **Enraizamento de estacas [cuttings] de cafeeiro imersas em extrato aquoso de tiririca**. *Coffee Science*, v. 7, n. 3, p. 259-266, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F.; **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. *Forest Chronicle*, Mattawa, v.36, p.10-13, 1960.
- GILES, J.A.D.; PARTELLI, F.L.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, J.P.; OLIOSI, G.; LIMA, F.H. **Genetic diversity of promising conilon coffee clones based on morpho-agronomic variables**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 2, p. 2437-2446, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820170523>.
- GILES, J.A.D.; FERREIRA, A.D.; PARTELLI, F.L.; AOYAMA, E.M.; RAMALHO, J.C.; FERREIRA, A.; FALQUETO, A.R. Divergence and genetic parameters between *Coffea* sp. 29 genotypes based in foliar morpho-anatomical traits. *Scientia horticultrae*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.038>.

GUIMARÃES, C.M.; BRUNINI, O.; STONE, L.F. 1996. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 31, p. 393-399.

GUIMARÃES, C.M.; BRUNINI, O.; STONE, L.F.; Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 31, p. 393-399, 1996.

HENRIQUE, P. C. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, p. 458-465, 2011.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. EPU/EDUSP, São Paulo. 1979. v. 1, p. 331-350.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. The Computer Journal, 20(4): 359-363, 1977.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. Scientia Forestalis, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; SANTIAGO, A.R.; BARROSO, D.G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas. Pesq. Agropec. Bras., v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.

QUEIROZ, João Mariano de Oliveira. Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias Curso de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Bahia, 2013.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 37, p. 182-194, 2007.

RICCI, M. S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

SYSTAT SOFTWARE. Sigmaplot for Windows version 10. 2006. Disponível em: <https://systatsoftware.com/downloads/download-sigmaplot/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

VERDIN FILHO, Abraão Carlos et al. 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. 6, jun 2014.

WINTER, S.R., OHLROGGE, A.J. Leaf angle, leaf area, and corn (*Zea mays* L.) yield. Agronomy Journal, v.65, n.3, p.395-97, 1973.

WINTER, S.R., OHLROGGE, A.J. Leaf angle, leaf area, and corn (*Zea mays* L.) yield. Agronomy Journal, v.65, n.3, p.395-97, 1973.

**ARTIGO 2 - PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE *Coffea canephora* PIERRE EM
DIFERENTES RECIPIENTES NA AMAZÔNIA**

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2018) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

A qualidade de mudas de cafeeiro produzidas através da propagação vegetativa por estaquia, pode ser influenciada pelo tipo e tamanho de recipiente utilizado, sendo a sacola de polietileno e o tubete, os recipientes mais usados na produção de mudas. Assim, objetivo-se com este trabalho avaliar o crescimento de mudas em dois tipos recipientes, conduzidos na estação experimental da Embrapa Rondônia em Ouro Preto do Oeste. O experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos casualizados, divididos no tempo, com dois tratamentos (sacos+solo e tubetes+substrato) e dois tempos de avaliação após o estaqueamento (120 e 140 dias). Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: comprimento do caule, diâmetro do caule, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca das raízes e da estaca, volume de raízes e índice de qualidade de Dickson (IQD), todos os procedimentos foram realizados por meio do software R. Para a produção de mudas de *Coffea canephora* Pierre em viveiros recomenda-se o uso de tubetes de 280 cm³. o tempo de formação de mudas de 140 dias após o estaqueamento apresentou melhor resultado para formação das mudas.

Palavras-chave: Qualidade de mudas; recipientes; crescimento de mudas.

ABSTRACT

The quality of coffee seedlings produced through vegetative propagation by cuttings can be influenced by the type and size of container used, with polyethylene bags and tubes being the most used containers in seedling production. Thus, the objective of this work is to evaluate the growth of seedlings in two types of containers, conducted at the Embrapa Rondônia experimental station in Ouro Preto do Oeste. The experiment was carried out in a randomized block design, divided in time, with two treatments (bags+soil and tubes+substrate) and two evaluation times after staking (120 and 140 days). The following response variables were evaluated: stem length, stem diameter, leaf area, fresh and dry mass of the aerial part, fresh and dry mass of roots and cuttings, root volume and Dickson's quality index (DQI). All procedures were carried out using the R software. For the production of *Coffea canephora* Pierre seedlings in nurseries, the use of 280 cm³ tubes is recommended. the seedling formation time of 140 days after staking showed the best result for seedling formation.

Keywords: quality of seedlings; containers; seedling growth.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas de qualidade é de suma importância para a cafeicultura, sendo fator essencial, na implantação e renovação de uma lavoura, possibilitando maior probabilidade de estabelecimento e sucesso da cultura em campo, contribuindo para a obtenção de altas produtividades.

Na implantação da lavoura cafeeira, vários fatores contribuem para o seu sucesso, entre os quais a produção de mudas saudáveis e bem desenvolvidas, principalmente tratando-se de uma cultura perene como o cafeeiro (SILVA; CARVALHO; ROMANIELLO, 2000). Dessa forma, alguns processos podem influenciar na qualidade das mudas, como o tipo de recipientes utilizados e suas dimensões.

No processo de produção de mudas de *Coffea canefora*, no estado de Rondônia, é utilizada a propagação de vegetativa por estaquia, sendo o recipiente sacola de polietileno o método mais usual nos viveiros. Esse processo é importante, para o sucesso da lavoura, assim, a escolha do melhor recipiente pode favorecer o desenvolvimento das plantas após o plantio.

Portanto a propagação do cafeeiro passa pela produção de mudas que constitui um dos meios para a exploração técnica e racional da espécie. Trata-se de uma cultura perene, e os erros cometidos no processo de produção de mudas, certamente, poderão proporcionar consequências maléficas por todo o período de exploração da cultura.

Assim, em relação à produção de mudas de cafeeiro, os sacos plásticos têm sido recomendados e são os recipientes mais utilizados atualmente. Esses recipientes comportam um volume de substrato que permite a obtenção de mudas vigorosas e de qualidade adequada para o plantio. No entanto esse método contribui para o aumento da área requerida para o viveiro e podendo ter custos e transporte e plantio da muda. Aliada a esses aspectos, há também a possibilidade de contaminação das mudas por nematoides em decorrência do substrato que é normalmente utilizado para o seu enchimento (Melo, 1999).

Por outro lado, a utilização de tubetes, na produção de mudas de cafeeiros, tem sido considerada como uma inovação tecnológica que visa à melhoria do sistema de produção, com melhor qualidade da muda e redução nos custos. Segundo Lima (1986), esse sistema facilita sobremaneira o isolamento do viveiro, a proteção contra nematoides e outras doenças do solo, apresenta maior facilidade no controle de pragas e doenças da parte aérea e preserva a integridade do sistema radicular durante a fase de produção das mudas.

Dessa forma, a produção de mudas saudáveis e bem desenvolvidas é um fator de extrema importância para qualquer cultura, principalmente, para aquelas que apresentam caráter perene,

como é o caso do cafeeiro. Quando essa etapa é bem conduzida, tem-se uma atividade mais sustentável, com maior produtividade e com menor custo, constituindo o principal fator, para a obtenção de sucesso na formação de uma lavoura cafeeira. Portanto a utilização de recipientes que promovem melhor desenvolvimento das mudas é de fundamental importância, para o sucesso da lavoura cafeeira, pois a escolha do melhor recipiente pode refletir no desempenho da lavoura. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de mudas de *C. Canephora* em diferentes recipientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da EMBRAPA RONDÔNIA (longitude 10°43'55" S e latitude 62°15'19" W a uma altitude de 300 m), localizado no município de Ouro Preto do Oeste - RO, no período de 20 de novembro de 2020 a 20 de março de 2021, compreendendo uma fase de produção de estacas no campo e uma fase de produção de mudas em viveiro. O clima predominante na região é o tropical chuvoso - Aw (Köppen) (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 25°C e precipitação média de 2.000 mm ano⁻¹. O período chuvoso está compreendido entre os meses de outubro-novembro até abril-maio.

2.1 Delineamento experimental

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com três blocos em esquema fatorial de parcelas subdivididas, no tempo do tipo 2x2, sendo dois recipientes para a produção das mudas (tubetes e saquinhos) e dois períodos de avaliação das mudas (120 e 140 dias). Os períodos de avaliação foram alocados às subparcelas, enquanto os recipientes às parcelas. A blocagem foi usada, para isolar os efeitos dos clones, uma vez que as estacas utilizadas para a produção das mudas vieram de três clones (C09, C12 e C15) e não há interesse em estudar o efeito dos clones nas variáveis analisadas.

Em cada bloco, os tratamentos foram repetidos três vezes, totalizando 18 parcelas (2 recipientes x 3 clones x 3 repetições), 36 subparcelas (2 recipientes x 3 clones x 3 repetições x 2 avaliações) e 216 mudas no total (cada subparcela foi constituída por 6 mudas).

2.2 Preparo e condução das mudas clonais

Cada estaca foi acondicionada em tubo retornável de polietileno (tubete) com capacidade de 280 cm³ com substrato comercial Vida Verde Tropstrato HT[®]. e em sacolas de polietileno de 770 cm³. As estacas foram formadas, a partir de um segmento de haste ortotrópica, separada da haste original por um corte reto na parte superior, 1 (um) cm acima da inserção dos ramos plagiotrópicos, com corte reto 5 cm abaixo o nó (inserção de folha). Os ramos plagiotrópicos foram removidos, e o comprimento das folhas restantes no corte foi reduzidos em 2/3 para minimizar a perda de água e prevenir a desidratação (DIAS et al., 2012).

Os tubetes foram colocados em bandejas sobre bancadas suspensas, no interior do viveiro, com irrigação constante, durante toda a fase do desenvolvimento das mudas, utilizando-se sistema de irrigação do tipo nebulizador, associado a temporizador destinado à programação do fornecimento de água. Assim, o sistema foi programado, para acionar a irrigação durante 10 segundos a cada 5 minutos, nos primeiros 30 dias; 30 segundos a cada 20 minutos de 30 a 90 dias e 60 segundos a cada 30 minutos de 90 até 120 dias. A partir dos 120 dias, as mudas foram regadas de forma manual (regadores de bico fino) três vezes ao dia, às 8h, 12h e 16h. Após o estaqueamento (inserção da estaca no tubete/saquinho), aos 70 e 130 dias, aplicou-se nitrato de cálcio.

2.3 Características avaliadas e análise estatística

Para a avaliação da qualidade das mudas produzidas, foram realizadas avaliações aos 120 e 140 dias (tempo de produção), considerando os dois sistemas de produção de mudas (tubetes e saquinhos).

Foram avaliadas as seguintes características: altura das mudas, medida com régua graduada, do ponto de inserção do broto na estaca até o meristema apical; número de folhas, contagem direta das folhas nas mudas após a retirada do recipiente; diâmetro do caule (DC), determinado na base do ramo, 3 cm acima do ponto de inserção do broto na estaca, utilizando-se paquímetro digital de 150 mm; área foliar (AF), índice de área foliar realizado com a medição do comprimento e largura das folhas com régua graduada (BARROS et al., 1973); massa seca das estacas (MSE), aferição da massa das estacas após secagem em estufa até massa constante; massa seca da parte aérea (MSPA), aferição da massa dos brotos após secagem em estufa até massa constante; massa seca das raízes (MSR), aferição da massa seca das raízes após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 105°C até atingir massa constante; massa seca total (MST), valor obtido pela soma de MSE, MSPA e MSR; índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{CC}{DC}\right)} + \frac{MSPA}{MSR}$$

Foi realizada uma análise de variância (ANOVA), para avaliar os efeitos dos fatores Recipiente e Tempo nas variáveis analisadas, com teste F a 5% de significância. Para as

variáveis com efeitos significativos dos fatores, utilizou-se o teste F a 5% de significância. Todos os procedimentos foram realizados por meio do software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve efeito significativo do tempo de avaliação e do recipiente, para a produção das mudas, para todas as variáveis analisadas, exceto para altura de caule, massa seca dos ramos e Índice de Qualidade de Dickson para os recipientes.

As mudas produzidas no recipiente tubete apresentaram a melhor média no número de folhas, em relação ao de sacola de (Tab.1). Esse resultado corrobora com Verdin Filho et al. (2019), analisando o desenvolvimento foliar de mudas de café Conilon, produzidas em diferentes tipos de tubetes. Os autores observaram que, independente do formato do tubete, as mudas apresentaram maiores médias para o número de folhas do que mudas produzidas em sacos de polietileno.

Rosa et al. (2018), testando apenas recipientes com a utilização de um substrato comercial, observaram nove folhas por planta, com uso de sacolas de polietileno, resultado próximo do encontrado neste trabalho, em que as mudas em sacolas obtiveram número médio de 10,96 folhas.

Portanto esse resultado é de fundamental importância, pois o número de folhas foi significativamente influenciado pelos recipientes utilizados, visto que as folhas representam, em parte, o crescimento vegetativo das plantas, pois são elas as responsáveis pela realização da fotossíntese, pela qual é captada a energia luminosa do sol e o dióxido de carbono da atmosfera necessária, para esse processo que garante a sobrevivência da muda (Taiz et al., 2017). De acordo com a pesquisa realizada por Cogo et al. (2011), o número de folhas da muda de café deve ser considerado como característica indicadora de qualidade, à medida que reflete as taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese.

A área foliar das mudas, nos diferentes recipientes (Tab. 1), obteve o melhor resultado para o recipiente tubete em comparação ao de sacola, sendo esse um parâmetro importante para o desenvolvimento de mudas. Maior área foliar implica maior superfície de interceptação de luz, que está relacionada a maiores taxas fotossintéticas, proporcionando elevado crescimento vegetativo (PARTELLI *et al.*, 2006).

Resultados diferentes foram observados por Vallone et al (2010), estudando diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeteiros. Eles observaram que, nas características área foliar e massa seca da parte aérea, as melhores médias foram obtidas em mudas produzidas em saquinho de polietileno em relação aos tubetes de 120 mL.

Já Dardengo *et al.* (2013), ao estudar a influência de diferentes recipientes (sacos de polietileno e tubetes) e níveis de sombreamento, no crescimento e qualidade de mudas de café, verificaram maior área foliar em mudas produzidas em sacos de polietileno.

Para Dias *et al.* (2009), a capacidade volumétrica dos recipientes influencia diretamente no desenvolvimento das plantas, alterando seu desenvolvimento fisiológico.

Assim, observamos que esse parâmetro é importante, para o crescimento de mudas, pois a maior área foliar implica maior superfície de interceptação de luz, que está relacionada a maiores taxas fotossintéticas, proporcionando elevado crescimento vegetativo (PARTELLI *et al.*, 2006).

Tabela 1 - Médias da biometria das mudas de *C. Canephora* produzidas em recipientes (tubete) e (sacola), Número de folha (NF), Área foliar (AF), Massa seca das raízes (MSR) Massa seca ds parte aérea (MSPA) Massa seca total (MST) Índice de qualidade de Dickson (IQD).

Recipiente	NF	AF	MSR	MSPA	MST	IQD
Tubete	12,31 a	219,1 a	0,85 a	1,69 a	4 a	4,27 A
Sacola	10,96 b	177,9 b	0,75 b	1,44 b	3,56 b	3,28 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Já para os recipientes, o tubete proporcionou melhor resultado de massa seca das raízes (Tab. 1), mostrando que esse recipiente proporcionou melhor desenvolvimento radicular.

Diferentemente, Azevedo (2012), ao analisar a produção de mudas de cafeeiros sob efeitos de diferentes lâminas de irrigação, hidrorretentor e recipientes, encontrou que os maiores valores da relação parte aérea/raiz das mudas foram obtidos no recipiente de sacola plástica de polietileno. Portanto esse fator favorece o desenvolvimento das mudas.

Assim, Samôr *et al.* (2002) mostraram que, como indicativo de qualidade de mudas, quanto maior a relação entre a massa seca do sistema radicular e parte aérea, melhor a qualidade da muda, entretanto os mesmos autores recomendam não analisar isoladamente essa característica.

Portanto o desenvolvimento radicular pode estar relacionado com o formato do recipiente, pois, nos tubetes, as raízes crescem perpendiculares, sobretudo quando existem estrias longitudinais no seu interior e em virtude da existência de um furo na sua extremidade inferior (GUIMARÃES *et al.*, 1998). Assim é imprescindível dizer que o sistema radicular da muda pode ser influenciado pelo tipo de recipiente.

Para a massa seca da parte aérea, as mudas apresentaram melhor média, quando se utilizou o recipiente tubete em relação ao de sacola (Tab. 1). Porém Azevedo (2012), ao analisar a produção de mudas de cafeeiros sob efeitos de diferentes lâminas de irrigação, hidrorretentor e recipientes, encontrou os maiores valores da relação parte aérea/raiz das mudas, os quais foram obtidos no recipiente de sacola plástica de polietileno. Vallone et al. (2009), avaliando as mudas de café Conilon, no seu desenvolvimento inicial, alcançou seu melhor resultado com sacola de polietileno.

Da mesma forma, a massa seca total das mudas obteve melhor resultado com a utilização do recipiente tubete (Tab. 1), sendo um atributo fundamental para o desenvolvimento das mudas, pois a produção de matéria seca permite avaliar o crescimento de plantas em resposta à radiação solar incidente, em que a quantidade total acumulada se constitui no reflexo direto da produção fotossintética líquida somada à quantidade de nutrientes (ENGEL, 1989). Para os recipientes, a utilização do tubete promoveu melhor (IQD), com valor médio de 4,27, sendo superior ao de sacola de polietileno. Esse valor mostra um alto índice de qualidade das mudas, pois estão acima do recomendado por Marana et al. (2008), que recomendam valores de IQD acima 0,20 como ideal para mudas. Já Gomes e cols. (2013) afirmaram que o índice de qualidade de Dickson é eficiente, para avaliar a qualidade e robustez das mudas, incorporando nos valores de cálculo relativos ao crescimento e acúmulo de matéria seca.

Para o diâmetro do broto, as mudas apresentaram o melhor resultado com o tempo de 140 dias após o estaqueamento (Tab. 2). O diâmetro do boto favorece de crescimento vegetativo das mudas, pois as plantas com maior diâmetro, terão à sua disposição uma quantidade superior de reservas (carboidratos) para serem metabolizadas na fase de crescimento inicial no campo. É uma característica desejável, visto que, logo após o plantio, a taxa de fotossintética é nula, pelo maior consumo de carboidratos, em relação à sua produção (TAIZ *et al.*, 2017), com maiores chances de sobrevivência e menor necessidade de replantio, resultando em menores custos durante o processo de implantação ou renovação de lavouras (TAVARES JÚNIOR, 2004).

Vallone et al. (2010) relatam que as mudas de cafeeiro produzidas em tubetes apresentam as menores médias para altura das mudas, diâmetro do caule, com exceção somente para a massa do sistema radicular.

De modo geral, a maioria dos pesquisadores, que trabalharam com diferentes tamanhos de recipientes, em mudas para cafeeiro e espécies florestais, obtiveram as melhores médias dos índices de crescimento para mudas desenvolvidas em recipientes de maiores volumes (CAMPOS, 2002; CUNHA *et.*, 2002; VALLONE, 2003; FERRAZ; ENGEL, 2011).

As mudas conduzidas até aos 140 dias após o estaqueamento obtiveram melhor média para número de folhas em relação ao tempo de 120 dias (Tab. 2). Esse resultado foi superior ao encontrado por Dardengo et al. (2013) que, estudando a caracterização do crescimento e qualidade de mudas do Conilon ‘Vitória INCAPER 8142’, ‘6V’, média de 11 folhas por planta. No entanto Silva et al. (2016), analisando o desenvolvimento de mudas de café Conilon, em diferentes recipientes e substratos orgânicos, as mudas produzidas em sacolas de polietileno obtiveram valores médios de sete folhas por planta. Rosa et al. (2018), testando apenas recipientes com utilização de um substrato comercial, observaram nove folhas por planta com uso de sacolas de polietileno.

Tabela 2 - Médias da biometria, Diâmetro do caule (DC), Número de folha (NF), Área foliar (AF), Massa seca das raízes (MSR) de mudas clonais de *C. Canephora* em tempo de formação de (120) e (140) dias após o estaqueamento.

Tempo	DC		NF		AF		MSR	
140	3,94	a	14,79	a	236,24	a	0,93	a
120	3,58	b	8,49	b	160,69	b	0,67	b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância

Para o tempo de formação de mudas, a maior área foliar foi observada quando as mudas atingiram os 140 dias após o estaqueamento (Tab. 3). Esse fator é importante, para a qualidade das mudas, visto que a área foliar implica maior superfície de interceptação de luz, o que poderá resultar em taxas fotossintéticas mais elevadas, traduzindo-se num maior crescimento do vegetal (PARTELLI *et al.*, 2006)

Analisando a massa seca das raízes (Tab.2), o tempo de produção de mudas de 140 dias proporcionou maior massa seca das raízes e esse parâmetro mostra melhor desenvolvimento radicular das mudas, sendo fator primordial na implantação de uma lavoura. O sistema de produção de mudas em tubetes necessita de cuidados e habilidade nas operações subsequentes de repicagem das mudas dos tubetes para as sacolas ou diretamente dos tubetes para o campo (MATIELLO, 1998).

A massa seca da parte aérea foi maior, quando as mudas atingiram 140 dias no viveiro (Tab. 3), mostrando assim que quanto maior o tempo da muda em viveiro, maior pode ser sua massa seca. Esse fator é importante, para análise de mudas, pois a produção de biomassa é uma das características mais importantes e de relevância, na avaliação do desenvolvimento de espécies vegetais, complementando os dados juntamente com crescimento vegetativo (PAIVA et al., 2009).

Tabela 3 - Médias da biometria, Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca total (MST), Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas clonais de *C. Canephora* em tempo de formação de (120) e (140) dias após o estaqueamento.

Tempo	MSPA	MST	IQD
140	1,82 a	4,27 a	0,67 a
120	1,31 b	3,28 b	0,48 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância

O tempo das mudas em viveiro aos 140 dias proporcionou melhor massa seca total. Esse fator mostra a capacidade das mudas, na produção de matéria seca, na qual permite avaliar o crescimento de plantas em resposta à radiação solar incidente, em que a quantidade total acumulada constitui-se no reflexo direto da produção fotossintética líquida somada à quantidade de nutrientes (ENGEL, 1989).

Em relação ao tempo de formação das mudas, o melhor resultado do Índice de Qualidade de Dickson foi quando as mudas atingiram 140 dias, após o estaqueamento, em que o valor médio foi de 0,67 (tab. 3). Esse valor está próximo aos recomendados para mudas de cafeeiros canéfora cujos valores variaram de 0,5 e 0,6 (BALBINO, 2016). O IQD é um indicador de qualidade e robustez das mudas, levando em consideração a distribuição da massa seca entre o sistema radicular e a parte aérea.

Dessa forma, quanto maior o valor do IQD, melhor será a qualidade das mudas, pois a qualidade indica um melhor equilíbrio entre os sistemas caulinar e radicular, resultando em mais mudas adaptadas às duras condições do campo, o que garante menores taxas de mortalidade após o plantio (Andrade Júnior et al., 2013). Já para Fonseca et al. (2002), o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, visto que são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando e equilibrando resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

4 CONCLUSÕES

Para a produção de mudas de *Coffea canephora* Pierre em viveiros recomenda-se o uso de tubetes de 280 cm³.

O tempo de formação de mudas de 140 dias após o estaqueamento apresentou melhor resultado para formação das mudas.

REFERÊNCIAS

- BALBINO, T. J. Substratos alternativos para a produção de mudas clonais de *Coffea canephora* em tubete. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, RO, 2016.
- CAMPOS, K. P. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- CAMPINHOS JÚNIOR, E.; IKEMORI, Y.K. Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, n.28, p.226-228, 1983.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F.; Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, Mattawa, v.36, p.10-13, 1960.
- LIMA, J.E.O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Codeirópolis, v.2, n.7, p.463-468, nov. 1986
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 1989.
- MELO, B. Estudos sobre produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. 1999. 119 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de lavras, lavras.
- MATIELLO, J. B. **Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender**. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1998. 162 p.
- PAIVA, A.V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; FERRAZ, A.V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. *Sci. For.*, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009.
- PARTELLI, FL. *et al.* Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41 n. 6, p. 949-954, 2006.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, viçosa, v. 13, n.1, p.1-18, 1989.
- SAMÔR, O.JM.; CARNEIRO, J.G. de A.; BARROSO, D.G.; LELES, P.S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore, Viçosa**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.
- SILVA, E.M.; CARVALHO, G. R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiros: tecnologias de produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 200. 56 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 60).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. In: MASTROERTI, A.A. et al. (Trad.). OLIVEIRA, P.L. (Ver.).6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 690 p.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidrorretentor, diferentes substratos e adubações**. 2003. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; CUHA, R. L.; DIAS, F. P. Diferentes recipientes e substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 593-599, 2004.