

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAMPUS SANTA TERESA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

FABIANA ARNDT

**PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA MUDAS DE PAU-
FERRO (*Libidibia ferrea*)**

SANTA TERESA - ES

2021

FABIANA ARNDT

**PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA MUDAS DE PAU-
FERRO (*Libidibia ferrea*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Agronomia do Instituto Federal
do Espírito Santo, *Campus* Santa Teresa, como requisito
parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Ednaldo Miranda de Oliveira.

SANTA TERESA - ES

2021

(Biblioteca Major Bley do Instituto Federal do Espírito Santo)

A747p Arndt, Fabiana.

Palha de café como substrato alternativo para mudas de pau-ferro (*Libidibia ferrea*) / Fabiana Arndt. – 2021.

37f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. D.Sc. Ednaldo Miranda de Oliveira

Monografia (graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2021.

Inclui bibliografias.

1. Planta nativa. 2. Resíduo orgânico. 3. Cafeicultura. I. Oliveira, Ednaldo Miranda de. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 23 – 631.8

FABIANA ARNDT

**PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA MUDAS DE PAU-
FERRO (*Libidibia ferrea*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Agronomia do Instituto Federal
do Espírito Santo, *Campus* Santa Teresa, como requisito
parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em: 09 de junho de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Ednaldo Miranda de Oliveira
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador



Profª D. Sc. Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco
Instituto Federal do Espírito Santo

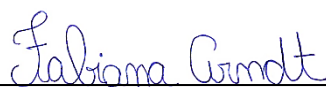


Prof. D. Sc. Robson Celestino Meireles
Instituto Federal do Espírito Santo

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Santa Teresa, 09 de junho de 2021



Fabiana Arndt

Dedico este trabalho a Deus e a todas as pessoas que me apoiaram e fizeram parte dessa caminhada, especialmente a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo e de todos, sem Ele nada disso seria possível.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), pela oportunidade de estudo e ensino gratuito e de ótima qualidade.

Ao professor Ednaldo por ter aceitado de imediato o meu pedido de orientação, pela disponibilidade em ajudar com seu conhecimento e pela dedicação.

Aos professores Paola e Robson por aceitarem a participação na banca examinadora e pelas contribuições fundamentais para a finalização deste trabalho.

Aos funcionários do viveiro, especialmente ao Silvio, que contribuiu com o processo de implantação e acompanhamento do projeto.

Aos meus pais, Claudiomiro e Jesuita, pela ajuda, apoio, incentivo, confiança, amor e pelas orações desejadas ao meu sucesso.

Ao meu noivo, Thiago, por estar ao meu lado em todos os momentos, acreditar na minha capacidade e pela disposição de ajudar, com carinho e dedicação, sempre quando necessário.

As minhas amigas, Stella, Lillya e Iasmim, que estiveram ao meu lado durante essa longa caminhada, pela amizade, companhia, incentivo, ajuda e apoio, com vocês três essa caminhada se tornou mais leve. Gostaria de agradecer de maneira muito especial a Stella, que foi minha parceira na elaboração deste projeto, estando presente em todas as etapas e me ajudando em cada detalhe, construindo comigo um sonho que hoje se torna realidade.

Enfim, agradeço a todos que mesmo aqui não citados, de alguma forma fizeram parte da construção desse grande sonho.

A todos vocês, muito obrigada!

RESUMO

A preocupação com o meio ambiente tem ganhado cada vez mais espaço, estimulando à produção de mudas florestais. A qualidade das mudas produzidas é garantida em grande parte pela composição do substrato, sendo necessário o aproveitamento de resíduos orgânicos, objetivando reduzir o impacto ambiental pela disposição inadequada dos mesmos e reduzir custos durante a etapa de produção de mudas. Dentre esses resíduos, destaca-se a palha do café, gerada em elevada quantidade no estado do Espírito Santo. Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a viabilidade da utilização de palha de café como componente de substrato alternativo na produção de mudas de Pau-Ferro (*Libidibia ferrea*), planta que pertence à família Fabaceae e subfamília das Caesalpinaceae. O estudo foi instalado e conduzido no Viveiro Florestal pertencente ao Ifes *campus* Santa Teresa, em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições, composta por dez mudas cada. Os tratamentos avaliados foram: T0) 100% Substrato padrão; T1) 80% Substrato padrão + 20% palha de café; T2) 60% Substrato padrão + 40% palha de café; T3) 40% Substrato padrão + 60% palha de café; T4) 20% Substrato padrão + 80% palha de café, considerando o substrato padrão composto por terra, esterco de ave e areia, na proporção 6:2:1 e acrescentando 10 gramas de Superfosfato Simples para cada litro de substrato padrão homogeneizado. Aos 85 dias foram avaliados diâmetro do coleto, número de folhas, altura da planta, comprimento da raiz, massas fresca e seca das partes aérea e radicular, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As mudas de Pau-Ferro produzidas no tratamentos T1 e T2 apresentaram resultados estatisticamente superiores na maioria das características de crescimento analisadas, em comparação com os demais avaliados, sendo o tratamento T4, um dos tratamentos que apresentaram os piores resultados. A palha de café, quando adicionada ao substrato, reduz a densidade, proporcionando a macroporosidade do mesmo. Esse resíduo em grande quantidade na mistura, reduz a capacidade de retenção de água, aumentando a percolação de água, o que resulta na lixiviação de nutrientes. Desta forma, a adição de 20% de palha de café ao substrato padrão se mostrou uma medida viável para a produção de mudas de qualidade de Pau-Ferro, proporcionando uma destinação adequada para esse resíduo na natureza.

Palavras-chave: Planta nativa. Resíduo orgânico. Cafeicultura.

ABSTRACT

The concern with the environment has gained more and more space, stimulating the production of forest seedlings. The quality of the produced seedlings is largely guaranteed by the composition of the substrate, making it necessary to use organic residues, aiming to reduce the environmental impact due to their inadequate disposal and to reduce costs during the seedling production stage. Among these residues, coffee straw stands out, generated in high quantities in the state of Espírito Santo. Thus, the aim of this study was to evaluate the feasibility of using coffee straw as an alternative substrate component in the production of seedlings of Pau-Ferro (*Libidibia ferrea*), a plant that belongs to the Fabaceae family and the Caesalpinaceae subfamily. The study was installed and conducted at the Viveiro Florestal belonging to the Ifes *campus* Santa Teresa, in a randomized block design, with five treatments and five repetitions, consisting of ten seedlings each. The treatments evaluated were: T0) 100% Standard substrate; T1) 80% Standard substrate + 20% coffee straw; T2) 60% Standard substrate + 40% coffee straw; T3) 40% Standard substrate + 60% coffee straw; T4) 20% Standard substrate + 80% coffee straw, considering standard substrate such as soil, bird manure and sand, in a 6:2:1 ratio, adding 10 grams of Simple Superphosphate for each liter of standard homogenized substrate. At 85 days, the diameter of the collection, number of leaves, plant height, root length, fresh and dry mass of aerial and root parts, total dry mass and Dickson's quality index were evaluated. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test. The Pau-Ferro seedlings produced in treatments T1 and T2 showed statistically superior results in most of the growth characteristics analyzed, compared to the other evaluated ones, with treatment T4 being one of the treatments that presented the worst results. The coffee straw, when added to the substrate, reduces its density, providing its macroporosity. This large amount of residue in the mixture reduces the water holding capacity, increasing water percolation, which results in the leaching of nutrients. Thus, the addition of 20% coffee straw to the standard substrate proved to be a viable measure for the production of quality Pau-Ferro seedlings, providing an adequate destination for this residue in nature.

Keywords: Native plant. Organic waste. Coffee growing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. A ESPÉCIE: PAU-FERRO (<i>Libidibia ferrea</i>)	11
1.2. PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO	12
2. DESENVOLVIMENTO	14
2.1. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1.1. Local de estudo	14
2.1.2. Delineamento experimental	14
2.1.3. Condução do experimento	15
2.1.4. Análise dos substratos	15
2.1.5. Análise das mudas	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1. NÚMERO DE FOLHAS	21
3.2. DIÂMETRO DO COLETO	22
3.3. ALTURA DA PLANTA	24
3.4. COMPRIMENTO DA RAIZ	25
3.5. MASSAS FRESCA E SECA DAS PARTES AÉREA E RADICULAR.....	26
3.6. MASSA SECA TOTAL	28
3.7. ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON	29
4. CONCLUSÃO	31
5. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

1.1.A ESPÉCIE: PAU-FERRO (*Libidibia ferrea*)

A preocupação mundial com a qualidade ambiental tem ganhado cada vez mais espaço, estimulando o aumento de serviços voltados à produção de mudas de espécies florestais indicadas para recuperação de áreas degradadas (MASSAD et al., 2017). Nesse contexto, é de suma importância a escolha correta das espécies a serem utilizadas. Entre as espécies que possuem um alto potencial para serem empregadas em programas de reflorestamento de locais degradados, está o Pau-Ferro, por se tratar de uma espécie secundária, sendo, portanto, tolerante à áreas abertas (LORENZI, 2002).

A espécie *Libidibia ferrea* (Mart ex Tul) L.P. Queiroz, conhecida por Pau-Ferro e Jucá (PEREIRA et al., 2016), é uma planta nativa brasileira, pertencente à família Fabaceae e subfamília das Caesalpinaceae (FORZZA et al., 2010), de fácil reconhecimento pela presença de manchas claras no tronco, folíolos pequenos, flores amarelas, legumes lisos, duros e aromáticos (RIZZINI, 1995).

É uma planta arbórea que pode ser utilizada em programas de recuperação de áreas degradadas, apresentando também potencial para arborização urbana, podendo atingir até 10 metros de altura. Parte de suas folhas é mantida no período seco, servindo de abrigo para a avifauna e outros animais silvestres. Suas flores apresentam um alto potencial melífero e os frutos servem de alimento para animais silvestres. A madeira é utilizada em forma de vigas, estacas e caibros na construção civil, e suas folhas têm potencial forrageiro sendo muito utilizadas na alimentação de ovinos e caprinos. Na medicina popular a tintura da vagem é recomendada para estancar hemorragias e em compressas contra luxações, e o pó da casca é utilizado como cicatrizante (PEREIRA, 2011), tornando-se, assim, uma espécie de extrema importância devido à sua múltipla funcionalidade.

Suas sementes apresentam dormência do tipo impermeabilidade do tegumento à água, que embora seja um mecanismo eficiente para garantir a sobrevivência e perpetuação da espécie, constitui uns dos fatores limitantes à sua propagação (NOGUEIRA et al., 2010) e o cultivo da espécie em grande escala.

Desta forma, o sistema de produção de mudas de espécies florestais em viveiros tem se mostrado uma alternativa fundamental no processo produtivo, para o qual devem ser destinados cuidados na germinação, na redução de choques de transplante e no procedimento de condução das mudas, visando um melhor aproveitamento do seu potencial (SANTOS et al., 2001).

1.2.PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO

A qualidade das mudas produzidas é garantida em grande parte pela composição química do substrato, uma vez que a concentração de nutrientes na planta está intimamente ligada à sua nutrição (SCHEER et al., 2010). A qualidade física do substrato também é importante, visto que é utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico (CUNHA et al., 2006). Assim, o substrato deve reunir boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias (MESQUITA et al., 2012). Mais do que exercer a função de suporte às plantas, o substrato deve proporcionar adequado suprimento de ar e água ao sistema radicular (SILVA JÚNIOR et al., 2014). Adicionalmente, este deve ser de fácil manejo, baixo custo, alta disponibilidade e ter longa durabilidade (KRAUSE et al., 2017).

Como a diversidade de opções de materiais a serem utilizados é elevada, não há um substrato cuja formulação seja ideal para todas as condições e espécies. Além disso, é sempre preferível usar componentes de um substrato em forma de mistura, visto que os mesmos apresentam características desejáveis e indesejáveis à planta quando usados isoladamente (WENDLING et al., 2002). Por essa razão, tem crescido a utilização de diversos resíduos na produção de mudas florestais, dando continuidade a um processo evolutivo que se iniciou com a substituição gradativa da terra de subsolo por materiais orgânicos (CALDEIRA et al. 2013b). De acordo com Neves et al. (2010), essa prática tem conferido um caráter cada vez mais sustentável às atividades de produção de mudas, minimizando o impacto ambiental que seria provocado com a disposição inadequada desses resíduos na natureza.

Neste contexto, a atividade da cafeicultura tem papel importante, pois dá origem a um volume elevado de resíduos, e devido à proliferação da mosca-dos-estábulo (*Stomoxys calcitrans*), a Instrução Normativa N° 003, de 31 de janeiro de 2014 (IDAF, 2014) proíbe a aplicação da palha de café *in natura* como adubação orgânica de cobertura nas lavouras. Assim, proporcionar um destino adequado a esse resíduo se tornou um grande desafio, sendo objeto de diversos estudos (GUISOLFI et al., 2018). O uso desses resíduos como substrato vem sendo estudado por

diversos autores, tais como Assis et al. (2011), Cunha et al. (2014), Mendonça et al. (2014), Meneghelli et al. (2016) e Sales et al. (2017) na produção de mudas de orquídea, alface e couve, freijó, café Conilon e aroeira-vermelha, respectivamente.

O café, segundo maior produto negociado no mundo, é responsável pela produção de grande quantidade de resíduos agroindustriais (DIAS et al., 2014), gerados durante seu beneficiamento, representando aproximadamente 50% da produção (BAQUETA et al. 2017), desta forma, o aproveitamento adequado destes resíduos pode diminuir o impacto ambiental causado pelo seu descarte, conferir valor econômico ao resíduo, aumentar a renda do produtor e desenvolver as regiões onde sua disponibilidade é grande (BRUM, 2007).

Segundo Rosa et al. (2006), a cafeína, presente na casca de café, pode proporcionar efeitos alelopáticos na germinação de sementes de diversas espécies. Porém, alguns trabalhos têm reportado resultados satisfatórios com seu uso na formulação de substratos (CALDEIRA et al., 2013b; ASSIS et al., 2011). Neste sentido, mais pesquisas que visem à utilização da casca de café na composição de substratos para mudas florestais se fazem necessárias, para identificar seu potencial uso para determinada espécie. Diante do exposto, objetivou-se com a realização desse trabalho, avaliar a viabilidade da utilização de palha de café como substrato alternativo na produção de mudas de Pau-Ferro (*Libidibia ferrea*).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1. Local de estudo

O estudo foi instalado e conduzido no período de janeiro a abril de 2021, no Viveiro Florestal pertencente ao Ifes *campus* Santa Teresa, localizado no distrito de São João de Petrópolis, município de Santa Teresa, Espírito Santo (27° 23' 46"S; 53° 25' 37"O; altitude 130 m). De acordo com Oliveira et al. (2018), o clima do distrito de São João de Petrópolis, é classificado como Aw (tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão) e C2wA'a' (tipo Megatérmico subúmido, com deficiência hídrica moderada no inverno), pelas classificações de Köppen e Thornthwaite, respectivamente.

2.1.2. Delineamento experimental

O experimento foi realizado num delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e cinco repetições. Foram utilizadas dez mudas por repetição, resultando em 50 mudas por tratamento, e um total de 250 mudas em todo o experimento. Para cada repetição foram consideradas cinco plantas úteis, totalizando 125 avaliadas. Os tratamentos utilizados apresentam-se na Tabela 1, sendo considerado “substrato padrão”, composto por terra, esterco de ave e areia, na proporção 6:2:1, para cada litro de substrato padrão homogeneizado foram acrescentados 10 gramas de Superfosfato Simples.

Tabela 1 - Proporção volumétrica dos componentes (%) dos substratos (tratamentos) para produção de mudas de Pau-Ferro

Tratamentos	Constituintes (%)	
	Substrato Padrão	Palha de Café
T0	100	0
T1	80	20
T2	60	40
T3	40	60
T4	20	80

Fonte: Autoria própria.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

2.1.3. Condução do experimento

A palha de café usada no experimento foi adquirida seis meses antes da instalação do projeto em beneficiadores disponíveis na região, já a terra, a areia, o esterco de ave e o adubo foram adquiridos na própria área em que foi implantado o experimento. Os frutos de Pau-Ferro foram coletados de matrizes das matas do município de Santa Teresa.

Os frutos de Pau-Ferro foram abertos com auxílio de um martelo de borracha, de modo a não danificar as sementes, as quais passaram por uma pré-seleção, visando uniformizar tamanho e qualidade, e submetidas em imersão em água à temperatura ambiente durante 24 horas, para quebra de dormência.

Após a homogeneização do substrato padrão e a sua respectiva proporção de palha de café, foram preenchidas 50 sacolas de polietileno com capacidade volumétrica de 3 L, de cada tratamento. Como bordadura de cada bloco, foram utilizadas mudas de Ingá (*Inga edulis*) e Goiaba (*Psidium guajava*) disponíveis no viveiro. Os tratamentos foram identificados com fitas adesivas coloridas para melhor organização e entendimento.

Foram dispostas três sementes de Pau-Ferro por sacola de polietileno, um mês após a semeadura foi realizado o desbaste, selecionando a planta mais vigorosa. Durante a condução do experimento, foram realizadas duas irrigações por dia, além da capina manual de plantas invasoras, eliminação de larvas de insetos e aplicação de isca caramujicida de forma granulada.

2.1.4. Análise dos substratos

Após a homogeneização dos substratos de cada tratamento, foram retiradas 200 gramas de amostras no dia da montagem do experimento, para respectivas análise física e química (Tabela 2), realizadas no laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas (Fullin), no Município de Linhares – ES.

Para a característica física foram analisadas a Densidade aparente, pelo Método da proveta (EMBRAPA, 1997) e a densidade real pelo Método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Em relação às características químicas, foram analisados P, K e Na disponíveis (método Mehlich⁻¹), Ca, Mg (método KCl 1mol L⁻¹), H+Al (pH SMP), pH em H₂O, Matéria Orgânica (método colorimétrico), S (método Ca(H₂PO₄)₂ 0,01mol/L), Fe, Zn, Cu e Mn (método

Mehlich1), B (método $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,125%), CTC a pH 7,0 (T), CTC efetiva (t), Saturação de bases (V), índice de saturação de sódio.

Na Tabela 2 estão apresentadas as características químicas e físicas dos substratos utilizados no experimento.

Tabela 2 - Características físicas e químicas dos substratos utilizados no experimento

Parâmetro Analisado	Unidade	T0	T1	T2	T3	T4
Densidade Real	g cm^{-3}	2,32	2,47	2,15	2,20	2,06
Densidade Aparente	g cm^{-3}	1,00	1,02	0,83	0,81	0,69
Fósforo Mehlich	mg dm^{-3}	216	243	199	229	216
Potássio (K)	mg dm^{-3}	1950	2040	2940	2970	3920
Enxofre (S)	mg dm^{-3}	313	280	280	270	301
Cálcio (Ca)	cmolc dm^{-3}	5,2	3,5	3,5	2,5	2,0
Magnésio (Mg)	cmolc dm^{-3}	2,0	1,8	1,9	1,7	1,7
H+Al	cmolc dm^{-3}	1,5	1,2	1,1	1,3	1,3
pH em H ₂ O	-	7,3	7,3	7,6	7,7	7,9
Matéria Orgânica	dag Kg^{-1}	1,5	2,4	3,9	4,7	5,1
Ferro (Fe)	mg dm^{-3}	32	39	44	41	48
Zinco (Zn)	mg dm^{-3}	26,9	23,9	26,9	23,9	17,9
Cobre (Cu)	mg dm^{-3}	0,9	1,2	0,8	0,4	0,7
Manganês (Mn)	mg dm^{-3}	42	46	52	44	41
Boro (B)	mg dm^{-3}	0,38	0,98	0,92	0,92	0,80
Sódio (Na)	mg dm^{-3}	290,0	190,0	180,0	110,0	96,0
Índice saturação Na	%	9,2	7,0	5,6	3,6	2,8
CTC efetiva (t)	cmolc dm^{-3}	13,5	11,4	13,7	12,3	14,2
CTC a pH 7,0 (T)	cmolc dm^{-3}	15,0	12,6	14,8	13,6	15,5
Saturação de bases	%	90,0	90,4	92,6	90,4	91,6

Fonte: Fullin – Laboratório de análise agronômica e ambiental LTDA.

A porosidade total foi calculada a partir da relação entre a densidade aparente e a densidade real, através da Equação 1:

$$PT (\%) = 100 - \left(\frac{D_s}{D_p} \times 100 \right) \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:

PT (%) – Porosidade total

Ds – Densidade aparente

Dp – Densidade real

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de porosidade total dos substratos utilizados no experimento.

Tabela 3 – Porosidade total dos substratos utilizados no experimento

Tratamentos	Porosidade Total (%)
T0	56,9
T1	58,7
T2	61,4
T3	63,2
T4	66,5

Fonte: Autoria própria

2.1.5. Análise das mudas

Aos 85 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram selecionadas para avaliação, sendo retiradas do viveiro e submetidas à lavagem em água corrente para a eliminação do substrato aderido ao sistema radicular. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de sementes e melhoramento de plantas do *campus*, para serem mensuradas as seguintes características: diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca radicular (MFR), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

O diâmetro do coleto (DC) foi medido com auxílio de um paquímetro digital. Posteriormente, as plantas foram cortadas com uma faca na altura do coleto, para a separação da parte aérea e radicular. Após esse procedimento, determinou-se o número de folhas (NF), por contagem direta, a altura da planta (AP), tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical) e o comprimento da raiz (CR), ambos medidos com uma trena. Com auxílio de uma balança semi-analítica, foram determinadas a massa fresca da parte aérea (MFA) e a massa fresca radicular

(MFR). Em seguida, foram encaminhadas à estufa, com circulação de ar forçada, sendo secas a 65°C até atingir massa constante, determinando-se, então, a massa seca da parte aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e a matéria seca total (MST), pela soma da MSA e MSR. O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi calculado de acordo com a Equação 2, proposta por Dickson et al., 1960:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que:

MST - Massa seca total (g)

H - Altura da parte aérea (cm)

DC - Diâmetro do coleto (mm)

MSA - Massa seca da parte aérea (g)

MSR - Massa seca radicular (g)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias do número de folhas (NF), diâmetro de coleto (DC), altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca radicular (MSR), massa seca de parte aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), em mudas de Pau-Ferro, avaliadas aos 85 DAS, em função dos tratamentos contendo níveis crescentes de palha de café e decrescentes de substrato padrão (T1 ao T4), bem como o uso exclusivo de substrato padrão (T0).

Tabela 4 - Valores médios dos tratamentos para os parâmetros avaliados, comparados pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

T	NF	DC	AP	CR	MFA	MFR	MSA	MSR	MST	IQD
0	244,88a	6,21a	96,17a	36,40 ab	26,80a	6,68a	9,48a	1,92a	11,40a	0,55a
1	201,84ab	6,15a	94,39ab	40,41a	25,09ab	5,59ab	8,69ab	1,70a	10,39ab	0,50ab
2	215,52ab	5,29ab	79,46bc	33,64 ab	19,69bc	3,76bc	6,49bc	1,09b	7,59bc	0,36bc
3	166,92b	4,78bc	68,38 cd	33,12b	15,12cd	2,83c	4,83cd	0,90b	5,73cd	0,29c
4	153,24b	4,24c	57,84d	31,16b	11,12d	2,66c	3,40d	0,78b	4,19d	0,23c

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

Fonte: Autoria própria.

A análise de variância dos tratamentos utilizados revelou diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, para todas as características analisadas.

Os dados obtidos das respectivas análises física e química (Tabela 2), foram comparados com a classificação proposta por Gonçalves e Poggiani (1996), que estabelecem uma escala de valores para a interpretação das características físicas e químicas dos substratos usados para produção de mudas florestais (Tabela 5).

Tabela 5 - Escala de valores para interpretação de propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais

Propriedades	Nível			
	Baixo	Médio	Alto	Adequado
Físicas				
Densidade global (g cm ⁻³)	<0,25	0,25-0,50	>0,50	0,45-0,55
Porosidade total (%)	<55	55-75	>75	75-85
Macroporosidade (%)	<20	20-40	>40	35-45

Microporosidade (%)	<25	25-50	>50	45-55
Capacidade máxima de retenção de água (mL 50 cm ⁻³)	<15	15-25	>25	20-30
Químicas				
Relação C total/N total	8 a 12/1	12 a 18/1	>18/1	8 a 12/1
pH Em CaCl ₂ 0,01 M	<5,0	5,0-6,0	>6,0	5,5-6,5
P resina (mg dm ⁻³)	<200	200-400	>400	400-800
K trocável (mmol _c dm ⁻³)	<587	587-1174	>1174	1174-3911
Ca trocável (mmol _c dm ⁻³)	<100	100-150	>150	100-200
Mg total (mmol _c dm ⁻³)	<50	50-100	>100	50-100
CTC efetiva (mmol _c dm ⁻³)	<100	100-200	>200	>200

Fonte: adaptado de Gonçalves e Poggiani (1996).

Em relação a Análise física realizada, a densidade aparente (Tabela 2) encontrada para todos os substratos é considerada alta conforme a classificação proposta por Gonçalves e Poggiani (1996), porém reduz consideravelmente conforme se aumenta a quantidade de palha de café nas misturas. Resultado semelhante foi encontrado por Rosa (2018), que verificou redução da densidade e do percentual de microporos e, conseqüentemente, da capacidade de retenção de água, com o aumento das doses de palha de café.

Segundo Fermino (2002), a densidade tem relação inversamente proporcional com a porosidade total e, de certa forma, esta pode auxiliar no entendimento da porosidade. A porosidade total (Tabela 3) encontrada nos substratos utilizados é considerada média conforme a classificação proposta por Gonçalves e Poggiani (1996). A compreensão acerca da porosidade dos constituintes utilizados, pode dar suporte ao entendimento da quantidade de irrigação a ser aplicada, para atender a demanda das espécies em fase de crescimento (FERMINO et al., 2002).

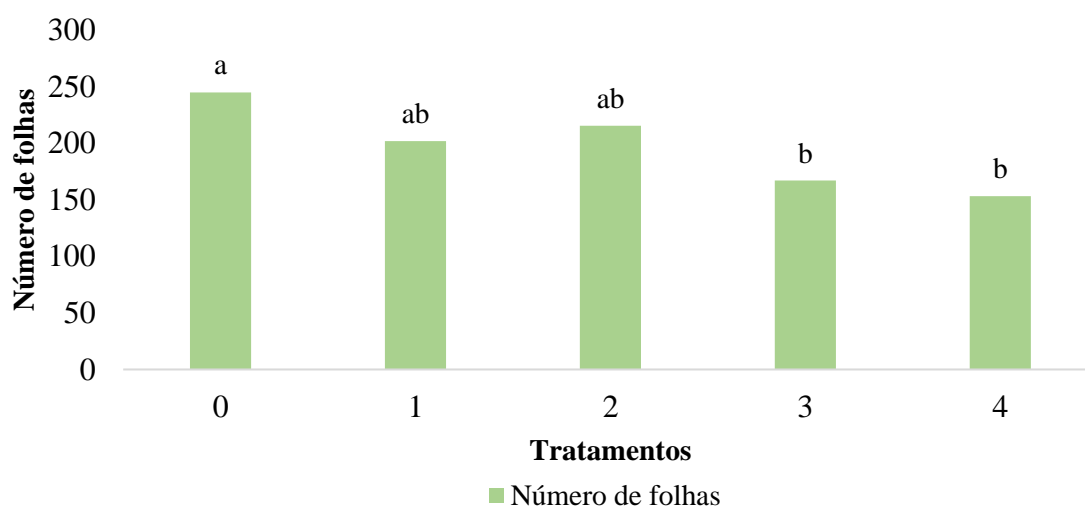
Gonçalves e Poggiani (1996), observaram que os substratos mais leves, ou seja, de menor densidade, elevavam a macroporosidade das formulações e reduziam a capacidade de retenção de água, pois, quando ocorre a saturação, os macroporos são preenchidos por ar e o seu volume é definido como espaço de aeração. Em contrapartida, os microporos são preenchidos por água, na qual seu volume se relaciona com a capacidade de retenção hídrica do substrato (SCHMITZ et al., 2002).

Ao avaliar a Tabela 2, nota-se que os valores de pH em H₂O variaram de 7,3 a 7,9. Segundo Gonçalves e Poggiani (1996), a faixa de pH ideal para a maioria das culturas florestais se situa na faixa de 5,5 a 6,5. Quando o pH está muito elevado ou muito baixo, as raízes não conseguem aproveitar os nutrientes nas proporções adequadas, como consequência, isso influencia o desenvolvimento radicular das mudas (RODRIGUES et al., 2002). Levando em consideração esses autores, e que o pH do solo determinado em CaCl₂ apresenta valores menores que àqueles medidos em H₂O (BRAGA, 2012), os valores de pH, determinado através das análises, encontra-se fora da faixa ideal, podendo comprometer o desenvolvimento das mudas.

No trabalho desenvolvido por Rosa (2018), a palha de café além de aumentar o pH, também aumentou a capacidade de troca de cátions (CTC) e K, assim como no presente trabalho. Porém, o nível para CTC é considerado médio, pois estão entre 114 e 142 mmolc dm⁻³, e para K, baixo, apresentando valores de 49,8 a 100,2 mmolc dm⁻³, além deste, o Ca e o Mg também estão com níveis baixos, conforme a classificação proposta por Gonçalves e Poggiani (1996).

3.1. NÚMERO DE FOLHAS

Gráfico 1 – Número de folhas das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



Fonte: Autoria própria

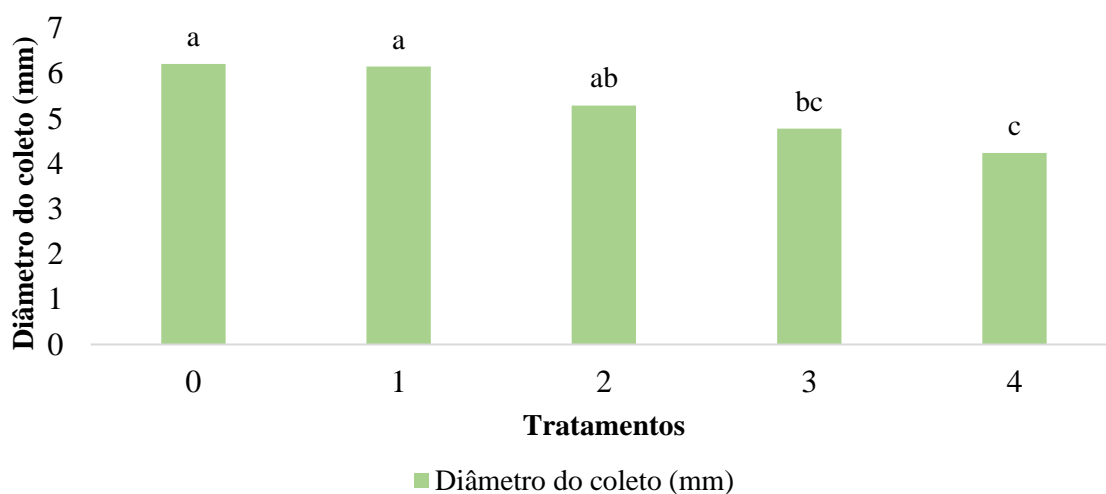
De acordo com o Gráfico 1, as mudas de Pau-Ferro, avaliadas nesse experimento, apresentaram de 153,24 a 244,88 folhas. A maior média foi encontrada no tratamento T0, sendo estatisticamente superior aos demais, enquanto os tratamentos T3 e T4 apresentaram as menores médias para essa característica. O número de folhas é um indicador de qualidade das mudas, pois tem relação direta com o acúmulo de biomassa pela planta (CÂMARA e ENDRES, 2008), explicando assim, a importância dessa avaliação.

Rosa (2018) observou que a capacidade de retenção de água foi menor nos tratamentos com maior percentual de palha de café. Isso pode ser explicado, pois, alguns resíduos orgânicos leves, de baixa densidade, como a palha de café, aumentam a macroporosidade das misturas, reduzindo assim a capacidade de retenção de água do substrato (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

Ferreira (2015) avaliou o crescimento inicial de mudas de Pau-Ferro submetidas a diferentes regimes hídricos, e concluiu que a espécie apresentou maior número de folhas ao final do experimento nos tratamentos sob 40%, 70% e 100% da capacidade de campo, não diferindo estatisticamente entre si, podendo assim, justificar o resultado encontrado no presente estudo, onde houve redução no número de folhas de acordo com o aumento da porcentagem de palha de café, provavelmente, devido à redução da capacidade de retenção de água no substrato.

3.2. DIÂMETRO DO COLETO

Gráfico 2 – Diâmetro de coleto das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



Fonte: Autoria própria

Quanto à característica morfológica diâmetro do coleto (DC) das mudas de Pau-Ferro (Gráfico 2), as médias variaram entre 4,24 mm e 6,21 mm. Os tratamentos T0, T1 e T2 foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos analisados para o DC e o tratamento que apresentou a menor média foi o tratamento T4 (Tabela 2).

Diâmetros de coleto maiores indicam maior acúmulo de reservas, elevada resistência a possíveis tombamentos e ataque de herbívoros (LIMA et al. 2016) e favorecem a sobrevivência da muda após o plantio (NOVAES et al. 2014). Davide et al. (2015) sugerem que o valor de 3 mm de diâmetro pode ser considerado como um padrão mínimo, para espécies florestais nativas

na fase de expedição, enquanto Gonçalves e Benedetti (2000), consideram que a faixa adequada de diâmetro do coleto para espécies florestais está entre 5 e 10 mm, levando este último em consideração, no presente trabalho, os tratamentos utilizados apresentaram valores próximos ao mínimo.

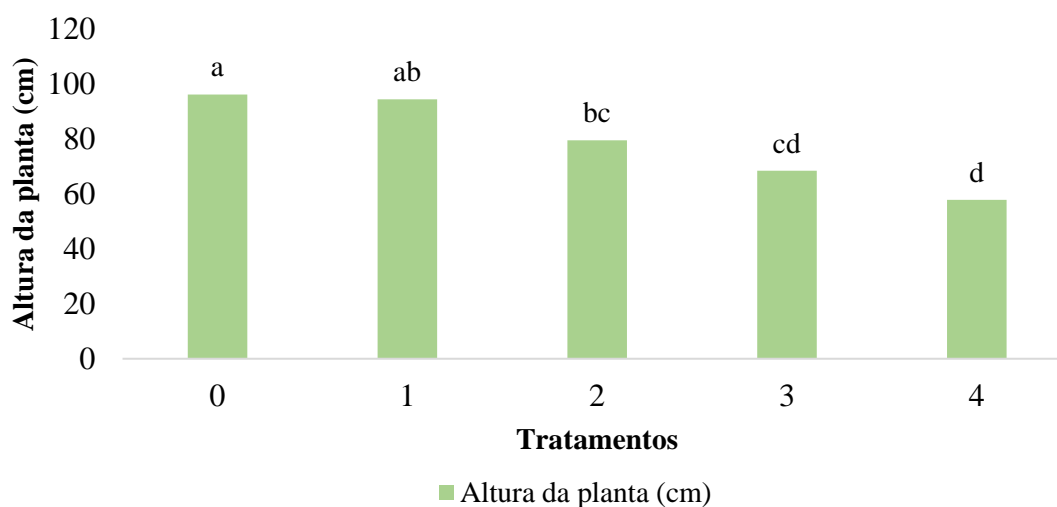
A palha de café apresenta melhoria das características físicas do substrato por ser menos densa conferindo maior porosidade e aeração ao substrato (CALDEIRA et al., 2013a), sendo o componente que em mistura com areia e solo (1:1:2) permitiu que mudas de *Cordia goeldiana* Huber apresentassem maior diâmetro de coleto (MENDONÇA et al., 2014), discordando com os resultados do presente trabalho, uma vez que o acréscimo de palha de café reduziu o diâmetro do coleto na espécie estudada.

Saidelles et al. (2009), ao trabalharem com duas espécies florestais, utilizando casca de arroz carbonizada para a produção de mudas, verificaram que adição de 50% deste resíduo proporcionou perda no crescimento em diâmetro do coleto para tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e Garapa (*Apuleia leiocarpa*). É bem provável que os substratos formados com a casca de arroz carbonizada não obtiveram tanto crescimento de diâmetro pelo fato deste material apresentar baixa capacidade de retenção de água, devido a uma baixa microporosidade, afetando não só na disponibilidade, mas também na eficiência do fornecimento de água e nutrientes para as plantas (TRAZZI, 2011).

Segundo Ernani et al. (2007), a lixiviação dos nutrientes aumenta em razão da quantidade de água que percola no perfil. A macroporosidade proporcionada pela casca de arroz carbonizada nos tratamentos formulados com este material aumentou a percolação de água nos substratos (SAIDELLES et al., 2009). A casca de arroz carbonizada, assim como a palha de café, são resíduos orgânicos leves, de baixa densidade, que aumentam a macroporosidade das misturas, reduzindo assim a capacidade de retenção de água do substrato (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000). Possivelmente, essa característica possa ter relação com o resultado encontrado no presente trabalho, também não obtendo crescimento expressivo no diâmetro do coleto nos tratamentos formados com palha de café.

3.3. ALTURA DA PLANTA

Gráfico 3 – Altura de planta das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



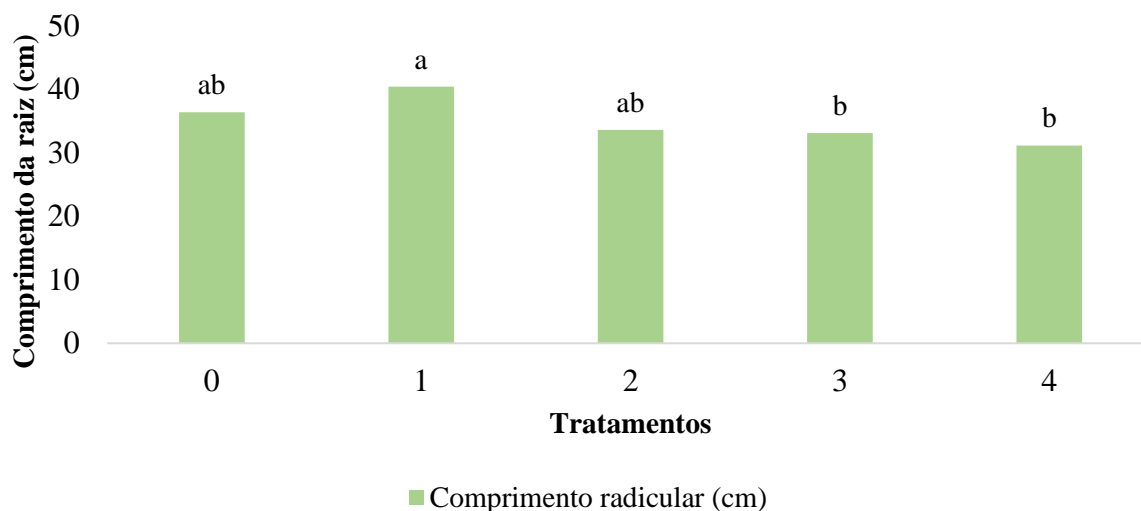
Fonte: Autoria própria

A mensuração da altura de plantas é importante na averiguação da qualidade de mudas, sendo imprescindível sua consideração como indicador do momento de retirada da muda do viveiro para o plantio (GOMES et al., 2002). De acordo com o Gráfico 3, verificou-se que os substratos contendo maiores proporções de palha de café influenciaram negativamente no crescimento das mudas, sendo os maiores valores de altura obtidos no tratamento T0 e T1, e o menor valor foi encontrado no T4, apresentando crescimento inferior aos demais tratamentos.

Constatou-se redução de 39,9% na altura das plantas quando se comparou os tratamentos com maior e menor valor, respectivamente T0 (96,17 cm) e T4 (57,84 cm), isso ocorreu, provavelmente, devido a redução nos teores de Ca, Mg e S (Tabela 2) de acordo com o acréscimo de palha de café no substrato. Segundo Gonçalves (2017), a deficiência de apenas um destes nutrientes pode comprometer o crescimento da planta, podendo ser esse um dos fatores que contribuiu com o menor desenvolvimento das mudas de Pau-Ferro onde ocorreu adição gradativa de palha de café ao substrato.

3.4.COMPRIMENTO DA RAIZ

Gráfico 4 – Comprimento da raiz das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



Fonte: Autoria própria

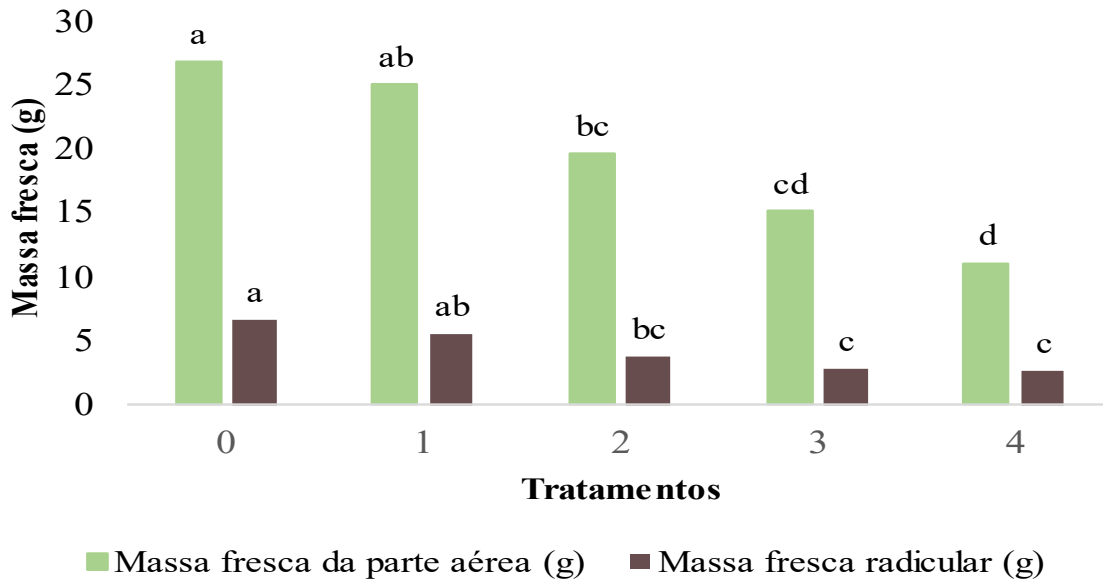
Para a variável comprimento da raiz (CR) das mudas de Pau-Ferro os valores médios ficaram entre 31,16 cm a 40,41 cm. O tratamento T1 foi estatisticamente superior aos demais, enquanto que os tratamentos que apresentaram as menores médias para essa característica foram os tratamentos T3 e T4 (Gráfico 4).

O sistema radicular é um elemento fundamental para estabilidade da planta no substrato, absorvendo água e nutrientes, e também apresentando ligação entre a rizosfera e a parte aérea, e por isso desenvolve sistemas complexos para fixação e estabelecimento (TAIZ et al., 2017). Por isso, as plantas apostam em desenvolvimento radicular no crescimento inicial como forma de garantir a disponibilidade de água e nutrientes para o crescimento, principalmente espécies com ocorrência em regiões áridas e semiáridas, como é o caso do Pau-Ferro (WALTER et al., 2018).

Rosa (2018) observou que a densidade dos substratos testados reduz consideravelmente conforme se aumenta a quantidade de palha de café nas misturas, e essa redução na densidade proporcionada pela palha de café, pode ser considerada uma vantagem posto que densidades menores favorecem o crescimento do sistema radicular das mudas, entretanto, essa característica deve ser observada com cautela, pois densidades exageradamente baixas reduzem a capacidade de retenção de água dos substratos (FERMINO, 2002; SINGH e SINJU, 1998), justificando a menor média do comprimento da raiz apresentado para o tratamento T4.

3.5.MASSAS FRESCA E SECA DAS PARTES AÉREA E RADICULAR

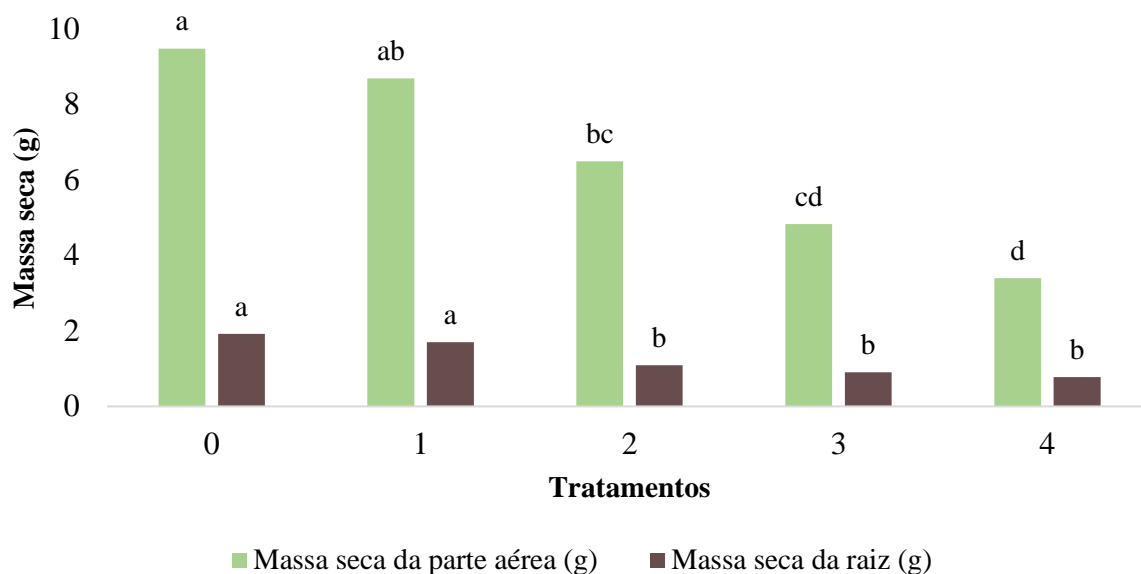
Gráfico 5 – Massa fresca da parte aérea e radicular das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



Fonte: Autoria própria

A massa fresca da parte aérea (MFA) e massa fresca radicular (MFR) das mudas de Pau-Ferro variaram de 11,12g a 26,80g e 2,66g a 6,68g, respectivamente. Os melhores tratamentos foram obtidos por T0 e T1, apresentando os melhores incrementos em MFA e MFR. Os menores valores foram obtidos pelos tratamentos T4 para MFA e T3 e T4 para MFR (Gráfico 5).

Rodrigues et al. (2001), avaliando o efeito de lodo de esgoto, vermicomposto, palha de café e esterco bovino para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.), verificaram que a massa da matéria fresca da raiz foi muito superior com o uso do substrato com palha de café, e na massa da parte aérea, os substratos com palha de café e vermicomposto não diferiram e foram muito superiores àqueles com lodo de esgoto e esterco bovino, enquanto que no presente trabalho o incremento de palha de café no substrato reduziu a massa fresca da raiz e parte aérea. Isso pode ser justificado, já que esses tratamentos influenciaram em outras variáveis de desenvolvimento das plantas, refletindo assim, nos teores de massa fresca, tanto da parte aérea quanto da radicular.

Gráfico 6 – Massa seca da parte aérea e radicular das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados

Fonte: Autoria própria

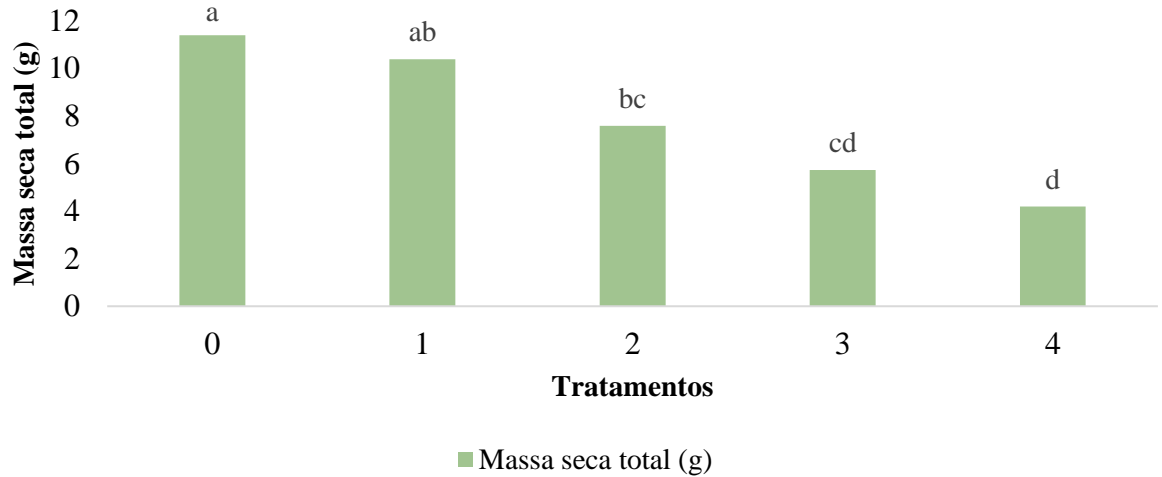
A massa seca da parte aérea (MSA) e a massa seca radicular (MSR) das mudas de Pau-Ferro variaram de 3,40g a 9,48g e 0,78g a 1,92g, respectivamente. Os melhores tratamentos foram obtidos por T0 e T1, apresentando os melhores incrementos em MSA e MSR. Os menores valores foram obtidos pelos tratamentos T4 para MSA e T2, T3 e T4 para MFR (Gráfico 6).

A massa seca da parte aérea (MSA), segundo Gomes e Paiva (2004), deve sempre ser considerada, visto que indica a rusticidade de uma muda, ou seja, quanto maior, mais rustificada será. A massa seca das raízes (MSR) tem sido reconhecida por diferentes autores como um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001).

Fazendo análise da massa seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR), Carneiro (1995) constatou que o seu melhor crescimento é importante para dar suporte à biomassa verde produzida pelas plantas, sendo esse crescimento consequência, dentre outros fatores, do tipo e proporção do substrato (componentes físico, químico e biológico).

3.6.MASSA SECA TOTAL

Gráfico 7 – Massa seca total das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



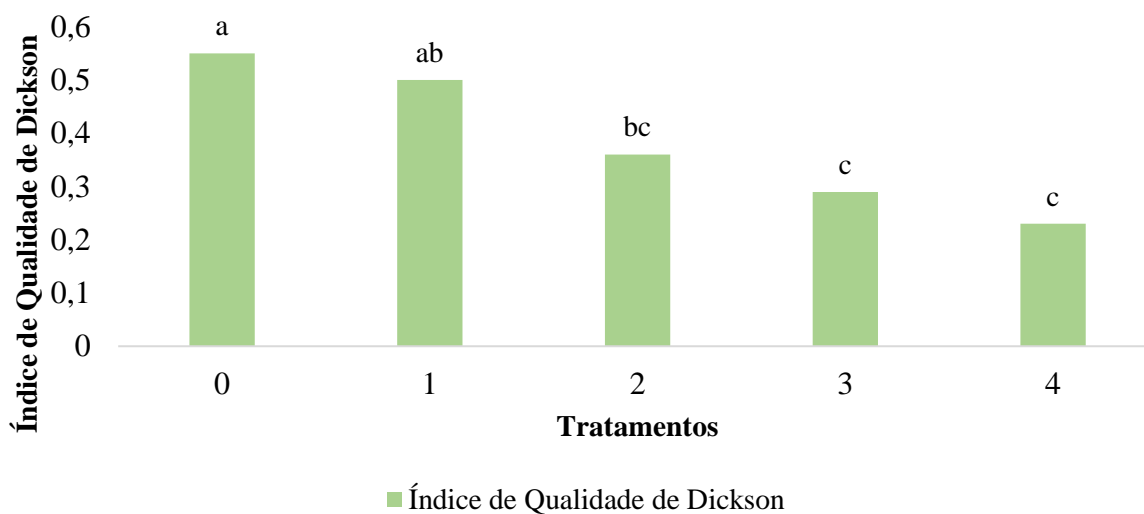
Fonte: Autoria própria

Avaliando a massa seca total (MST) das mudas do presente estudo, foram obtidos resultados entre 4,19g e 11,40g. Os tratamentos T0 e T1 apresentaram os melhores valores médios para mudas de Pau-Ferro e o T4 apresentou-se inferior em relação aos demais tratamentos (Gráfico 7).

A massa de matéria seca da planta é um fator importante para determinar a quantidade de nutrientes que têm sido absorvidos pela planta, refletindo no seu desenvolvimento de biomassa (COSTA et al., 2013). Verifica-se, dessa forma, que o incremento da palha de café no substrato, possivelmente, reduziu a quantidade de nutrientes absorvida pelas mudas de Pau-Ferro, devido a lixiviação dos nutrientes em razão da quantidade de água que percola no perfil, comprometendo o seu desenvolvimento, conseqüentemente reduzindo a biomassa das mesmas.

3.7.ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Gráfico 8 – Índice de Qualidade de Dickson das mudas de Pau-Ferro em relação aos tratamentos utilizados



Fonte: Autoria própria

O valor de IQD das mudas analisadas variou de 0,23 a 0,55. Os tratamentos T0 e T1 foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos analisados para esse índice. Os tratamentos que apresentaram as menores médias foram os tratamentos T3 e T4 (Gráfico 8).

Hunt (1990) propõe um índice de, no mínimo, 0,20, por ser um bom indicador para as espécies florestais, sendo que, quanto maior o índice encontrado, melhor será o padrão de qualidade das mudas. Embora os tratamentos aplicados apresentaram diferenças estatísticas, todos proporcionaram mudas com IQD superior a 0,20, demonstrando que independente das variações encontradas nas características analisadas, todos apresentaram mudas de qualidade.

De maneira geral, o tratamento T1 obteve, juntamente com o T0, as melhores médias de crescimento, apresentando elevadas médias nas variáveis estudadas. Além disso, no tratamento T1 foi observado firmeza, agregação e uma boa qualidade dos torrões constatados no viveiro durante as avaliações, indicando que a utilização de 20% de palha de café é adequada para a produção de mudas de Pau-Ferro. Acima dessa porcentagem, não ocorre formação de torrões nas sacolas ou são desagregados com facilidade, além da obtenção de resultados não satisfatórios, sendo o tratamento T4, um dos tratamentos que apresentaram as menores médias.

Na literatura, ainda são encontrados poucos trabalhos utilizando a palha de café na formulação de substratos, sendo importante a realização de pesquisas com o intuito de avaliar o efeito desse

subproduto na produção de mudas, tornando assim um meio de utilizar esse constituinte de forma sustentável (CALDEIRA et al., 2014).

Silva (2019), avaliando substratos alternativos na produção de mudas de três espécies florestais, observou que quando houve elevada porcentagem de palha de café, as mudas de *P. dubium* não se desenvolveram muito bem. Em contrapartida, esse tratamento apresentou bons valores para as mudas do *E. urophylla*, demonstrando que apesar de não terem sido encontrados resultados satisfatórios em substratos com elevada quantidade de palha de café para a espécie *Libidibia ferrea*, cada espécie corresponde de uma maneira diferente, sendo necessários estudos com outras espécies.

4. CONCLUSÃO

A adição de 20% de palha de café ao substrato padrão se mostrou uma medida viável para a produção de mudas de qualidade de Pau-Ferro, proporcionando uma destinação adequada para esse resíduo na natureza.

5. REFERÊNCIAS

ASSIS, A. M.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; LONE, A. B.; SOUZA, G. R. B.; FARIA, R. T.; ROBERTO, S. R.; TAKAHASHI, L. S. A. Cultivo de orquídea em substrato à base de casca de café. **Bragantia**, Campinas, v.70, n. 3, p. 544-549, 2011.

BAQUETA, M. R.; SILVA, J. T. P.; MOREIRA, T. F. M.; CANESIN, E. A.; GONÇALVES, O. H.; SANTOS, A. R.; COQUEIRO, A.; JUNIOR, B. D.; LEIMANN, F. V. Extração e caracterização de compostos do resíduo vegetal casca de café. **Brazilian Journal of food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 2, p. 68-89, 9 nov. 2017.

BRAGA, G. N. M. Leitura do pH do solo em água e Cloreto de Cálcio. **Agronomia com Gismonti**. 2012. Disponível em:<<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/09/leitura-do-ph-do-solo-em-agua-e-cloreto.html#:~:text=O%20pH%20do%20solo%20determinado,em%20CaCl2%20ou%20vice%2Dversa>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

BRUM, S. S. Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais. 2007. 138 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CALDEIRA, M. V. W; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.31-39, 2013a.

CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 195 - 206, 2013b.

CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 195 - 206, 2014.

CÂMARA, C.A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.43-51, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451p., 1995.

COSTA, L. A. M. ; OSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; MACCARI, S. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, v. 60, p. 675-682, 2013.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista árvore**, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

CUNHA, C.; GALLO, A. S.; GUIMARÃES, N. F.; SILVA, R. F. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Plena**, v.10, n.11, p.1-9, 2014.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: Ed. UFLA, p. 181-274. 2015.

DIAS, D. R.; VALENCIA, N. R.; FRANCO, D. A. Z.; NUNEZ, J. C. L. Management and utilization of wastes from coffee processing. In: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (Org.) **Cocoa and coffee fermentations**. Boca Raton: CRC Taylor e Francis, Cap. 15, p. 376-382, 2014.

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

EMBRAPA SOLOS. **Manual e métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 551-594, 2007.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. **Encontro Nacional de Substratos para Plantas**, v. 3, p. 29-37, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**. UFLA, v.35, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, W. N. **Influência de fatores bióticos e abióticos na regeneração inicial de espécies com abundâncias distintas na caatinga**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 86 p. 2015.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; CARVALHO Jr., A. A.; COSTA, A. F.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; NADRUZ-COELHO, M. A.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. (eds.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. v.2. Andrea Jakobsson Estúdio / Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1699p., 2010.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-PK**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 126p., 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 3 ed., 116 p., 2004.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GONÇALVES, G. S. **Crescimento de mudas de espécies florestais nativas em substratos com aproveitamento de resíduos de Castanha-do-Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 197p., 2017.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 427p. 2000.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

GUISOLFI, L. P.; LO MONACO, P. A. V.; HADDADE, I. R.; JUNIOR, G. R.; KRAUSE, M. R.; ALMEIDA, K. M. Efeito do resíduo do beneficiamento de grãos de café em substratos alternativos no Índice de Qualidade de Dickson de mudas de “*Eucalyptus urograndis*”. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, v.13, n.1, 2018.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: ROSE, R. et al. (Ed.). **Proceedings...** Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, p. 218-222, 1990.

IDAF-Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. Instrução Normativa Nº 003, de 31 de janeiro de 2014. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20003%20de%2003%20de%20fev%20de%202014%20-%20Secagem%20de%20gr%C3%A3os.pdf>>. Acesso em: 13 de nov. de 2020.

KRAUSE, M. R.; LO MONACO, P. A. V.; HADDADE, I. R.; MENEGHELLI, L. A. M.; SOUZA, T. D. Aproveitamento de Resíduos Agrícolas na Composição de Substratos para Produção de Mudas de Tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 35, n. 2, p. 305-310, 2017.

LIMA, P. A. F.; GATTO, A.; ALBUQUERQUE, L. B.; MALAQUIAS, J. V.; AQUINO, F. G. Crescimento de mudas de espécies nativas na restauração ecológica de matas ripárias. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 11, n. 2, p.72-79, 2016.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: **manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 368 p, 2002.

MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; DA SILVA MEIRELES, I. E.; QUINTINO, M. F. Avaliação do crescimento de canafístula em diferentes densidades de mudas por bandeja e volumes de tubetes. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p.1-9, 2017.

MENDONÇA, A.; FERREIRA, R.F.; PINHEIRO, G.G.; ROSA, J.C.; STACHIW, R.; FERREIRA, E. Palha de café e de arroz na produção de mudas de Freijó. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rondônia, v.3, n.1, p.105-112, 2014.

MENEGHELLI, C. M.; MONACO, P. A. V. L.; HADDADE, I. R. MENEGHELLI, L. A. M.; KRAUSE, M. R. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v.11, n.3, p.330-335, 2016.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.1, p. 58-65, 2012.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

NOGUEIRA, N. W.; MARTINS, H. V. G.; BATISTA, D. P.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P. Grau de dormência das sementes de jucá em função da posição na vagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.1, p. 39-42, 2010.

NOVAES, A. B., SILVA, H. F., SOUSA, G. T. O., AZEVEDO, G. B. Qualidade de mudas de Nim Indiano produzidas em diferentes recipientes e seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p.101–110, 2014.

OLIVEIRA, E. M.; TONINI, V. B.; PAIXÃO, M. V. S.; CAZAROTO, R. B.; MÔNICO, A. F. Classificação climática e extrato do balanço hídrico para o distrito de São João de Petrópolis, Santa Teresa – ES. **V Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental**, 5., vitória. **Anais [...]**. Vitória, 6p. 2018.

PEREIRA, L. G.; VIEIRA, F. J.; ALENCAR, N. L.; CARVALHO, F. P. A.; BARROS, R. F. M. Diversidade florística em quintais do Nordeste brasileiro: um estudo etnobotânico em comunidades rurais em Monsenhor Gil/PI. **RevistaEspacios**, v. 37, n. 20, p. 11, 2016.

PEREIRA, M. S. **Manual técnico: conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 86 p., 2011.

RIZZINI, C. T. **Botânica econômica brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 248 p., 1995.

RODRIGUES, C.; KROHLING, B.; COSTA, A. N.; GONÇALVES, R. F. Avaliação de lodo de esgoto, vermicomposto e palha de café na composição de substratos para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sacolas de polietileno. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos**. Brasília: Embrapa Café, p. 1638-1647, 2001.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

ROSA, F. **Biossólido e palha de café como substrato sustentável na produção de mudas de café conilon e de pimenta-do-reino**. Dissertação (mestrado profissional em tecnologias sustentáveis), Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 97p., 2018.

ROSA, S. D. V. F.; SANTOS, C. G.; PAIVA, R.; MELO, P. L. Q.; VEIGA, A.D.; VEIGA, A.D. Inibição do desenvolvimento in vitro de embriões de *Coffea* por cafeína exógena. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 177-184, 2006.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V.W; SCHIRMER, W.N; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamborilda-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 30, n.1, p. 1173- 1186, 2009.

SALES, R. A; SALES, R. A.; NASCIMENTO, T. A.; SILVA, T. A.; BERILLI, S. S.; SANTOS, R. A. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus terebinthifolius* RADDI. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.18, n. 4, p. 99-106, 2017.

SANTOS, A. F.; MEDEIROS, A. C. S.; SANTANA, D. L. **Fungos associados a sementes de espécies arbóreas da mata atlântica**. Embrapa/CNPQ, p. 51-60. Boletim de pesquisa florestal, nº 42, 2001.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-94, 2002.

SILVA JÚNIOR, J.A.S.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; ARAÚJO, D.A.; GUEDES FILHO, D.H. Substratos e diferentes concentrações da solução nutritiva preparada em água residuária no crescimento do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.45, p. 696-707, 2014.

SILVA, O. M. C. **Substratos alternativos na produção de mudas de três espécies florestais**. Dissertação (mestrado acadêmico), Universidade Federal de Lavras, MG, 85 p., 2019.

SINGH, B. P.; SAINJU, U. M. Soil physical and morphological properties and root growth. **HortScience**, v. 33, n. 6, p. 966-971, 1998.

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

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de Tectona grandis linn. f.** Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 98p., 2011.

WALTER, L. S.; DOS SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, L. S.; DA SILVA, E. C. A. Influência de tratamentos pré-germinativos e crescimento inicial de plântulas de Libidibia ferrea. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 38, p. 1-6, 2018.

WENDLING, E.; GATTO, A; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v.2, 145 p.,2002.