







Reaproveitamento de resíduos de café em substratos para produção de mudas de *Joannesia princeps*

Rodolfo Soares de Almeida¹, Erick Martins Nieri², Eduardo Costa Silva Monteiro¹, Oclázio Medeiros das Chagas Silva⁴, Lucas Amaral de Melo¹

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Ernesto Mattioli, Centro, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Rua Constantino Ferreira Viana, quadra 8, Centro, CEP 68380-000, São Félix do Xingu, PA, Brasil

⁴Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Rodovia BR-465, CEP 23897-000, Seropédica, RJ, Brasil

***Autor correspondente:**

rodoxalmeida1991@gmail.com

Termos para indexação:

Substrato de cultura
Espécie nativa
Produto à base de casca

Index terms:

Soil substrates
Native species
Bark products

Histórico do artigo:

Recebido em 02/09/2019

Aprovado em 08/01/2021

Publicado em 26/11/2021

Resumo - O uso de resíduos agrícolas como alternativa na formulação de substratos é uma possibilidade relevante na produção de mudas, reduzindo simultaneamente custos e o acúmulo desses subprodutos no ambiente. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de substratos compostos por resíduos da produção de café para o desenvolvimento de mudas de *Joannesia princeps* Vell. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos em oito repetições, com 14 mudas por parcela (formulado 1: 10% vermiculita e 90% fibra de coco; formulado 2: 10% vermiculita, 30% casca de arroz carbonizada e 60% fibra de coco; formulado 3: 10% vermiculita, 30% casca de café carbonizada e 60% fibra de coco; fertilizados com 4000 g m⁻³ de Osmocote®). Foram realizadas avaliações de altura e de diâmetro do coleto das mudas aos 150 dias e aos 210 dias após a repicagem das mudas para tubetes. Não foi observada diferença estatística significativa ao nível de tratamento. A casca de café carbonizada se apresenta como componente alternativo à casca de arroz carbonizada para a formulação de substrato para a produção de mudas de *J. princeps*.

Coffee waste reused as an alternative substrate for the production of *Joannesia princeps*

Abstract - The use of agricultural residues as an alternative in the formulation of substrates is a relevant possibility in the production of forest species seedlings, reducing simultaneously the costs and the accumulation of these products in the environment. The objective of this work was to evaluate the potential of substrates composed of coffee production residues for *Joannesia princeps* Vell. seedlings development. We used experimental design entirely randomized with three treatments in eight replications with 14 seedlings per plot (formulate 1: 10% vermiculite and 90% coconut fiber; formulate 2: 10% vermiculite, 30% carbonized rice peel and 60% coconut fiber; formulate 3: 10% vermiculite, 30% carbonized coffee husk and 60% coconut fiber). The substrates were fertilized using 4000 g m⁻³ of Osmocote®. Evaluations of the seedlings height and diameter were carried out at 150 days and 210 days after the transplanting of the seedlings into tubes. There was no statistically significant difference in the treatment level for the two evaluations. Carbonized coffee husk is presented as an alternative component to carbonized rice husk for substrate formulation in the production of *J. princeps* seedlings.



Introdução

A maioria dos programas de recuperação de áreas degradadas e de reflorestamento ao redor do mundo utilizam o plantio de mudas (Brancalion & Melis, 2017). A qualidade e o custo de produção das mesmas são os aspectos mais importantes a serem considerados, uma vez que se busca a produção de mudas de alta qualidade e com o menor custo de produção possível (Melo et al., 2014). Para isso, a utilização de materiais de baixo custo, acessíveis e próximos à área de produção são características atrativas para a formulação de substratos alternativos. Davide et al. (2015) ressaltam que as condições físicas do substrato são as mais importantes, uma vez que pouco podem ser alteradas após sua formulação, diferente das características químicas, que podem ser manejadas, principalmente, por meio da adubação.

Os resíduos da agroindústria se enquadram na descrição de um bom componente de substrato, pois podem ser adquiridos a baixos preços e possuem distribuição geográfica regional. A casca de pequi, subproduto do beneficiamento do fruto na Chapada do Araripe, CE, é um exemplo de resíduo da agroindústria que se destaca como componente de substrato para produção de mudas de tomate e pimentão (Maciel et al., 2017). Outros exemplos são a torta da mamona, resíduo da produção de biodiesel que pode ser empregada como adubo orgânico ou como componente de substrato (Reis et al., 2014), e a casca de arroz carbonizada, resíduo do beneficiamento de arroz que pode ser utilizado como componente de substrato para a produção de mudas florestais de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Vieira et al., 2019).

A potencial transformação de resíduos em fontes de renda alternativas é o principal impacto social da pesquisa por novos componentes de substrato. Um exemplo de sucesso é o emprego da fibra de coco, considerada antes como resíduo agroindustrial, em formulações de substrato, transformando esse passivo ambiental em uma fonte de renda (Freitas et al., 2010, Melo et al., 2014).

No Brasil, a produção de café alcançou mais de 1.800.000 t em 2016, das quais 75,7% são produzidas em Minas Gerais (IBGE, 2017). Casca, pergaminho, mucilagem e água residuária são os principais resíduos gerados no processo de beneficiamento do café

(Meneghelli et al., 2016), equivalendo a 50,6% da produção (Caielli, 1984).

Foram gerados em 2016, 2.143.000 t de resíduos decorrentes do processamento do café em Minas Gerais (IBGE, 2017). Visando a adequada disposição final destes resíduos, Caldeira et al. (2013) e Faria et al. (2013) testaram resíduos de café para a produção de mudas de espécies florestais nativas.

Estudos detalhados sobre as formulações dos substratos são fundamentais para o entendimento das interações entre os componentes. Segundo Gonçalves & Poggiani (1996), o substrato ideal deve apresentar densidade de 0,45 g cm⁻³ a 0,50 g cm⁻³; macroporosidade de 35% a 45%; microporosidade de 45 a 55%; retenção de água de 20 a 30 mL 50 cm⁻³; pH de 5,5 a 6,5 em H₂O e relação C/N de 8/1 a 12/1. Essas características são essenciais para se obter mudas de qualidade e promover seu rápido crescimento inicial, e para garantir maior eficiência na produção de mudas de espécies exóticas e nativas (Delarmelina et al., 2014; Araújo et al., 2017).

De modo geral, torna-se inevitável a investigação e exploração do uso da casca de café carbonizada como componente alternativo a outros substratos consolidados no mercado, além da possibilidade de substituição do componente de substrato casca de arroz carbonizada pela casca de café carbonizada na produção de mudas de espécies florestais. Tal possibilidade, na região sul de Minas Gerais, significaria uma alternativa para o destino dos resíduos gerados no cultivo do café.

Joannesia princeps Vell., também conhecida como boleira, é uma espécie nativa muito empregada em projetos de restauração em propriedades no bioma da Mata Atlântica (Caldeira et al., 2017). Apresenta crescimento moderado a rápido, densidade da madeira entre 0,40 g cm⁻³ a 55 g cm⁻³, frutos atrativos à fauna e produção de folhas de fácil decomposição, características que favorecem o seu emprego em áreas de restauração (Carvalho, 2005; Campos Filho & Sartorelli, 2015). O sucesso dos projetos florestais está intimamente relacionado com a disponibilidade de mudas de qualidades e em quantidade. Por esta razão, Faria et al. (2020) ressaltam que pesquisas voltadas ao desenvolvimento de técnicas de produção de mudas mais eficientes são uma necessidade.

Visando à utilização de componentes alternativos, acessíveis e com características físicas e químicas adequadas para a produção de mudas de espécies florestais no estado de Minas Gerais, objetivou-se

avaliar o potencial de resíduos da produção de café como componente de substrato para a produção de mudas de *J. princeps*.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um viveiro de produção de mudas florestais, em Lavras, MG (21°14'S e 44°59'W, altitude de 918 m). O clima da região é classificado segundo Kopp en como Cwa, com temperatura média anual de 20,4  C e precipitação média anual de 1.460 mm, variando de 16,9 mm no mês mais seco a 293,9 mm no mês com maior precipitação (Alvares et al., 2013).

Os frutos de *Joannesia princeps* foram coletados na região de Lavras, em fevereiro, época de frutificação da espécie. A sementeira foi realizada em sementeiras de areia em canteiros suspensos, com posterior repicagem das plântulas para tubetes com capacidade para 180 cm³, sendo acondicionadas em bandejas de 54 células. Nesta fase, os substratos utilizados foram formulados com diferentes proporções volumétricas de vermiculita (VE), fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e ou casca de café carbonizada (CCC), sendo a caracterização físico-química dos componentes apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físico-químicos da vermiculita (VE), casca de arroz carbonizada (CAC), casca de café carbonizada (CCC) e fibra de coco (FC) utilizados nas formulações dos substratos para a produção de mudas de *Joannesia princeps*.

Table 1. Physicochemical attributes of vermiculite (VE), carbonized rice husks (CAC), carbonized coffee husks (CCC) and coconut fiber (FC) used in the substrate formulations for *Joannesia princeps* seedling production.

Característica	VE*	CAC*	CCC	FC**
Densidade global (g cm ⁻³)	0,12	0,29	0,25	0,41
Porosidade total (%)	90,0	82	68,56	95,6
Macroporosidade (%)	44	44	-	45,3
Microporosidade (%)	46	38	-	50,3
Capacidade máxima de retenção de água ⁽¹⁾ (mL 50 cm ⁻³)	23	19	30	-
Capacidade máxima de retenção de água (mL g ⁻¹)	3,9	1,6	-	3,0
Condutividade elétrica ⁽²⁾ (mS cm ⁻¹)	-	1,48	0,77	0,74
Relação C/N	0,0	44	-	132
pH em H ₂ O	5,9	8,58	9,20	5,81
N total ⁽³⁾ (g Kg ⁻¹)	0,0	6,5	-	5,6
P total ⁽³⁾ (g Kg ⁻¹)	0,0	1,0	-	0,077
K total ⁽³⁾ (g Kg ⁻¹)	0,0	3,0	-	0,001
Matéria orgânica ⁽³⁾ (g Kg ⁻¹)	0,0	510	-	0,024

- = dados não disponíveis. (1) Quantidade máxima de água retida no substrato após irrigação com 50 mL de água (realizada em tubetes de 50 cm³; 48 h de equilíbrio; secagem a 105  C); (2) Extrato de saturação na relação 1:5 (Tedesco et al., 1995); (3) Método micro-Kjeldahl (Kiehl, 1985). Adaptado de: de *Davide et al. (2015); Kratz & Wendling (2016) e **Costa et al. (2007); Carrijo et al. (2002); Zietemann & Roberto (2007); Kratz & Wendling (2016).

Os formulados foram selecionados de acordo com suas respostas na produção de mudas verificadas na literatura. O formulado 1 foi constituído de 90% fibra de coco (FC) e 10% de vermiculita (VE), o qual apresentou excelentes resultados para a produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* e *Eucalyptus grandis* (Melo et al., 2014). O formulado 2 foi composto de 60% de

FC = 10% VE + 30% de casca de arroz carbonizada, considerado na literatura como um substrato já consolidado para produção de mudas de espécies florestais (Kratz et al., 2012; Kratz & Wendling 2016). O formulado 3 contou em sua composição 60% de FC + 10% VE + 30% de casca de café carbonizada. Todos os formulados receberam 4 kg m⁻³ do adubo de liberação

lenta (Osmocote®), com formulação 15:9:12 de NPK, 2,3% de S, 1% de Mg, 1% de Fe, 0,06% de Mn, 0,05% de Zn e de Cu, 0,02% de B e de Mo, com durabilidade de oito a nove meses.

As mudas foram dispostas de maneira alternada, subsequente à repicagem, com densidade final de 96 mudas m⁻², sob irrigação por micro aspersão na frequência de três vezes ao dia com duração de 5 min cada. O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, com 8 repetições e 14 plantas por parcela.

Após os 150 dias em casa de sombra a 50% de luminosidade, as mudas foram dispostas a pleno sol para a fase de rustificação, sendo finalizado o ciclo produtivo aos 210 dias. Nestes momentos, foram mensurados a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC) e calculada a relação altura por diâmetro do coleto (H/D). A altura foi obtida com auxílio de régua milimetrada posicionada em nível com o substrato até o meristema apical da muda, e o diâmetro por meio do paquímetro digital posicionado na base do caule da muda. Não foram realizadas análises destrutivas, pois as mudas seriam utilizadas em projeto de recuperação de área degradada.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$), análise de variância

(ANOVA) ($p < 0,05$) e, quando significativo, realizou-se o teste de médias de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados

Na Tabela 2, apresenta-se o resumo da ANOVA para as variáveis altura da parte aérea das mudas, diâmetro do coleto e relação altura por diâmetro do coleto de *Joannesia princeps*, mensuradas aos 150 e aos 210 dias após a semeadura. Houve diferença estatística entre os formulados para as variáveis altura aos 150 dias e para o diâmetro do coleto em ambas as idades. A relação altura e diâmetro do coleto não variou significativamente entre os formulados, em ambas as leituras. O coeficiente de variação permaneceu moderado, o que atesta a qualidade experimental dos dados.

Observa-se na tabela 3 que os formulados com casca de café carbonizada (formulado 3) e com casca de arroz carbonizada (formulado 2) apresentaram resultados similares para o crescimento das mudas de *J. princeps*. O formulado 3 apresentou resultado superior somente ao formulado 1 para a variável altura aos 150 dias após repicagem, e para o diâmetro do coleto aos 150 e 210 dias após a repicagem das mudas de *J. princeps*.

Tabela 2. Análise de variância da altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e da relação altura/diâmetro do coleto (H/DC) das mudas de *Joannesia princeps*, avaliadas aos 150 e aos 210 dias após a semeadura, em função do substrato.

Table 2. Analysis of variance of shoot height (H), stem diameter (DC) and height/diameter ratio (H/DC) of *Joannesia princeps* seedlings, evaluated at 150 and 210 days after sowing, as a function of substrate.

FV	GL	Quadrado médio 150 dias			Quadrado médio aos 210 dias		
		H	DC	H/DC	H	DC	H/DC
Formulados	2	60,37*	0,88*	0,31 ^{ns}	43,24 ^{ns}	0,99*	0,069 ^{ns}
Resíduos	21	14,03	0,23	0,13	24,74	0,25	0,17
CV%		12,78	6,06	9,86	12,84	4,94	11,01
Média				3,73	38,73 cm		3,81

Em que: FV - fonte de variação; GL - graus de liberdade; CV% - coeficiente de variação; ns e * - não significativo e significativo pelo teste F ($p < 0,05$), respectivamente.

Tabela 3. Média da altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coleto (DC) das mudas de *Joannesia princeps*, aos 150 e aos 210 dias após a semeadura, em função do formulados.

Table 3. Average shoot height (H) and stem diameter (DC) of *Joannesia princeps* seedlings at 150 and 210 days after sowing, as a function of formulate.

Tratamentos	150 dias		210 dias	
	H (cm)	DC (mm)	H (cm)	DC (mm)
Formulado 1	26,28 b	7,49 b	36,49 a	9,78 b
Formulado 2	29,98 ab	7,99 ab	38,56 a	10,29 ab
Formulado 3	31,65 a	8,12 a	41,13 a	10,58 a

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p \geq 0,05$). Formulado 1 = 90% fibra de coco (FC) + 10% de vermiculita (VE); formulado 2 = 60% de FC + 10% VE + 30% de casca de arroz carbonizada; formulado 3 = 60% FC + 10% VE + 30% de casca de café carbonizada.

Discussão

Verificou-se que a porcentagem de casca de café carbonizada (formulado 3) e a casca de arroz carbonizada (formulado 2) apresentaram resultados similares para o crescimento das mudas de *Joannesia Princeps* (Tabela 2), possivelmente decorrente das propriedades físico-químicas que esses componentes determinaram para cada um dos substratos (Tabela 1). Conforme a escala de valores para interpretação das características físicas dos substratos proposta por Davide et al. (2015), verifica-se que para ambos os formulados a porosidade, a densidade e a capacidade máxima de retenção de água são considerados de nível médio a alto, o que resulta em boa consistência do substrato. Ao observa a semelhança das propriedades físicas, nota-se que, possivelmente, a casca de café carbonizada (CCC) pode ser substituída pela casca de arroz carbonizada (CAC) nas regiões que apresentam grande oferta de café.

A fibra de coco (FC), a CAC e a CCC atuam sobre a macroporosidade do substrato, alterando a disponibilidade de água e de oxigênio para as raízes das plântulas. Zorzeto et al. (2014) observaram que substratos com maior porcentagem de FC acumularam mais água, o que, conseqüentemente, proporciona redução na disponibilidade de oxigênio para o sistema radicial. Os mesmos autores constataram que, quando a FC estava misturada com a CAC, o substrato apresentou menor retenção de água.

Os componentes FC e vermiculita (VE) conferem ao substrato maior retenção de água, quando comparados aos componentes CCC e CAC (Gomes & Paiva, 2011; Melo et al., 2014; Kratz & Wendling, 2016). Além disso, a FC apresenta maior porcentagem de microporos (50,3%), além da maior capacidade máxima de retenção de água (3,0 mL g⁻¹), aproximadamente duas vezes superior ao da CAC (1,6 mL g⁻¹). Este fator, possivelmente, possibilitou o menor crescimento em altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coleto (DC) das mudas do formulado 1, em comparação com as dos formulados 2 e 3.

Segundo Guerrini & Trigueiro (2004), quanto maior o percentual de CAC em um substrato, maior será a fração de macroporos, por ser um material leve, inerte à hidratação e de menor densidade, o que reduz a capacidade de retenção de água, promovendo melhor escoamento do excesso hídrico e facilitando o desenvolvimento radicular. A CCC atua de forma semelhante à CAC, proporcionando aumento da macroporosidade dos substratos, o que favorece o seu emprego para mudas de espécies exóticas e nativas (Assis et al., 2011; Caldeira et al., 2013; Faria et al., 2013; Meneghelli et al., 2016). Ademais, os substratos à base de cascas de café e arroz podem apresentar teores de elementos minerais facilmente disponíveis para as plantas, como cálcio e potássio, enquanto a FC apresenta carência de nutrientes (Minami, 1995; Zietmann & Roberto, 2007).

Conforme Silva et al. (2012), os substratos formulados com componentes como a CAC e a FC apresentam melhor qualidade e despontam como uma importante alternativa para o destino dos resíduos dos respectivos sistemas de produção. Da mesma forma, as CCC podem ser utilizadas como um dos componentes para a composição de formulações de substratos, auxiliando na destinação dos resíduos da produção de café.

Davide et al. (2015) relataram que os parâmetros morfológicos que indicam a qualidade das mudas apresentam grande variabilidade para espécies nativas. Eles encontraram altura e diâmetro muito variável entre as espécies que estudaram, relatando que 23,4% das mudas com boa qualidade apresentavam altura entre 29,73 cm a 42,08 cm e 21% apresentavam diâmetro do coleto e relação altura por diâmetro do coleto entre 7,05 mm a 8,73 mm e 3,67 mm a 4,94 mm, respectivamente. Em relação à qualidade das mudas de *J. princeps*, observa-se que os parâmetros morfológicos de altura e diâmetro do coleto apresentaram-se entre 26 cm a 31 cm e 7,49 mm a 8,12 mm, respectivamente, aos 150 dias após a repicagem, parâmetros morfológicos de qualidade aceitáveis para a comercialização de mudas (Davide et al. (2015). Esta qualidade foi obtida, principalmente, pela aplicação de tratos silviculturais adequados, os quais são referenciados desde a sementeira em sementeiras de areia sobre canteiros suspensos, com posterior repicagem das plântulas para tubetes com capacidade para 180 cm³, sombreamento, irrigação e rustificação das mesmas.

O uso da casca de café nas formulações de substratos se apresenta como um destino apropriado para este resíduo. O emprego de 1 m³ de casca de café in natura (forma de comercialização deste composto, antes do processo de carbonização) rende 0,5 m³ de CCC. Este componente utilizado na composição da produção de substrato com o formulado 3 viabiliza a produção, em tubetes de 180 cm³, de 9.259 mudas. Assim sendo, nota-se que este componente apresenta uma alternativa técnica para viveiristas em regiões produtoras de café, uma vez que o mesmo demandaria apenas o investimento com o custo do transporte. Por fim, estudos mais aprofundados sobre a proporção ideal de CCC e a viabilidade econômica de seu aproveitamento para a produção de mudas devem ser conduzidos para fomentar o uso deste resíduo como componente de substrato.

Conclusões

O formulado com casca de café carbonizada pode substituir os formulados à base de casca de arroz carbonizada para a produção de mudas de *Joannesia princeps*. Além disso, o uso da casca é uma alternativa para a destinação dos resíduos da produção de café para o estado de Minas Gerais.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Alvares, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Araújo, E. F. et al. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2017. <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05n01a03>.
- Assis, A. M. et al. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 544-549, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000300009>.
- Brancalion, P. H. S. & Melis, J. On the need for innovation in ecological restoration. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 227-236, 2017. <http://dx.doi.org/10.3417/2016034>.
- Caielli, E. L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 119, p. 36-38, 1984.
- Caldeira, M. V. W. et al. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas de *Bixa arborea* Huber. e *Joannesia princeps* Vell. em área de restauração florestal. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 305-317, 2017. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n114.07>
- Caldeira, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000100004>.
- Campos Filho, E. M. & Sartorelli, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 139 p.
- Carrizo, O. A. et al. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- Carvalho, P. E. R. **Boleira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 9 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 105).

- Costa, C. A. et al. Fibra de coco e resíduos de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira** v. 25, n. 3, p. 387-391, 2007.
- Davide, A. C. et al. Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais. In: Davide, A. C. & Botelho, S. A. **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: UFLA, 2015. cap. 5, p. 181-274.
- Delarmelina, W. M. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2014.027>.
- Faria, J. C. T. et al. A compostagem da casca de café carbonizada favorece a produção de mudas de ingá. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 224-230, 2020. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i2.9119>
- Faria, J. C. T. et al. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 1, n. 3, p. 133-146, 2013. <http://dx.doi.org/10.13086/2316-980x.v01n03a05>.
- Freitas, T. A. S. et al. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500001>.
- Gomes, J. M. & Paiva, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011. 116 p.
- 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, 1996. CD-Rom.
- Guerrini, I. A. & Trigueiro, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600016>.
- IBGE. Censo agropecuário 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=31&tema=76253. Acesso em: 16 nov. 2018.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492 p.
- Kratz, D. & Wendling, I. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 348-354, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201663030011>.
- Kratz D. et al. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 547-556, 2012
- Maciel, T. C. et al. Substrato à base de pequi (*Caryocar coriaceum*) na produção de mudas de tomate e pimentão. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 9-16, 2017
- Melo, L. A. et al. Crescimento de Mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob Diferentes Formulações de Substrato. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2014.028>.
- Meneghelli, C. M. et al. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café conilon. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 329-334, 2016. <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v11i3>.
- Minami, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 128 p.
- Reis, J. M. R. et al. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 2423-2428, 2014.
- Silva, R. B. G. et al. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000300010>.
- Tedesco, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.
- Vieira, A. C. C. et al. Utilização de resíduos agroindustriais na produção de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão). **Magistra**, v. 30, p. 86-93, 2019.
- Zietemann, C. & Roberto, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100030>.
- Zorzeto, T. K. et al. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 1-12, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0086>.