

EFEITOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Sebastiania commersoniana*

Horácia Celina Armando Mula Boene¹, Antonio Carlos Nogueira², Nilton José Sousa²,
Dagma Kratz³, Paulo Vitor Dutra de Souza⁴

¹Eng.^a. Florestal, M.Sc., Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Maputo, Moçambique - horaciachelina@yahoo.com.br

²Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - nogueira@ufpr.br; nilton@ufpr.br

³Eng.^a. Florestal, M.Sc., Doutoranda em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - dagkratz@yahoo.com.br

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Depto. de Horticultura e Silvicultura, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil - pvdsouza@ufrgs.br

Recebido para publicação: 03/02/2012 – Aceito para publicação: 04/07/2013

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da utilização de diferentes substratos para a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* e relacionar suas características físicas e químicas com a qualidade das mudas produzidas. Para tanto, foram formulados 22 substratos, os quais tiveram suas propriedades físicas e químicas avaliadas, sendo a semeadura realizada em tubetes de 120 cm³, acondicionados em casa de sombra, com irrigação controlada. Para a análise dos resultados, foram feitas avaliações de altura, diâmetro de colo, biomassa seca aérea e radicial, facilidade de retirada do tubete, agregação das raízes ao substrato, índice de qualidade de Dickson e relação altura e diâmetro de colo aos 180 dias. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o melhor substrato testado foi o substrato comercial à base de casca de pinus. Os componentes renováveis, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial à base de casca de pinus, apresentaram-se viáveis tecnicamente para produção de mudas de branquilha, enquanto que a casca de arroz carbonizada pura e vermiculita fina não apresentaram viabilidade. No que se refere às propriedades dos substratos, apenas a densidade aparente, pH, Ca e P apresentaram correlação com as variáveis biométricas das mudas.

Palavras-chave: Branquilha; casca de arroz carbonizada; fibra de coco; casca de pinus; viveiro florestal.

Abstract

Effects of different substrates in production of Sebastiania commersoniana seedling. The aim of this research was to evaluate technical feasibility of using different substrates for production of seedlings of *Sebastiania commersoniana* and relate physical and chemical characteristics to the quality of the produced seedlings. In order to that, 22 substrates were formulated, with their physical and chemical properties evaluated, sowed in tubes of 120 cc, and put in shade, under controlled irrigation. For the results analysis, it evaluated height, stem diameter, air and radicial biomass, ease of removability, root aggregation to the substrate, Dickson quality index, and relation of height and diameter at 180 days. According to the obtained results, the best substrate tested was the commercial pine bark based substrate. The renewable components, carbonized rice hulls, coconut fiber, and commercial pine bark based substrate presented technical feasibility to produce *Sebastiania commersoniana* seedlings, on the other hand pure carbonized rice hulls and fine vermiculite did not. Towards the properties of the substrates, only bulk density, pH, Ca, and P correlated with biometric variables of the seedlings.

Keywords: Branquilha; carbonized rice hulls; coconut fiber; pine bark; forest nursery.

INTRODUÇÃO

Sebastiania commersoniana (Baillon) Smith e Downs, conhecida popularmente como branquilha, é uma espécie arbórea de médio porte, pertencente à família Euphorbiaceae, presente nos ambientes ciliares da Floresta Ombrófila Mista, onde muitas vezes se torna dominante (CARVALHO, 1994; REITZ *et al.*, 1988). A sua madeira é classificada como moderadamente pesada, com densidade

variando entre 0,63 e 0,77 g.cm³, sendo usada como lenha, carvão, caibros e cabos de ferramentas (LORENZI, 1992). Segundo Cosmo (2008), o branquillo foi muito explorado como fonte de energia para os barcos a vapor que navegavam no rio Iguaçu, de 1882 até meados da década de 1950, visando o escoamento de erva-mate e madeiras “nobres”, bem como o transporte de pessoas e cargas.

Devido a sua preferência por solos úmidos e brejosos, é indicada para a recomposição de ambientes ciliares (LORENZI, 1992). No entanto, apesar da sua importância, o conhecimento silvicultural sobre a produção de mudas é escasso. Aliado ao crescimento na demanda por mudas de espécies florestais nativas, devido à exigência legislativa para a adequação da reserva legal e áreas de preservação permanente, faz-se necessário expandir os estudos silviculturais dessas espécies, principalmente quanto à produção de mudas de qualidade.

A fim de avaliar a qualidade de mudas, alguns parâmetros morfológicos são comumente quantificados. Dentre eles, podem-se citar a altura e o diâmetro do colo, os quais estão diretamente relacionados com a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas em campo (CARNEIRO, 1995; NOVAES, 1998). Segundo Gomes *et al.* (2002), a altura apresentou uma contribuição relativa de 32,34% para a avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* aos 90 dias e de 43,98% para a relação altura/peso da parte aérea, sendo dessa forma uma variável importante para avaliar a qualidade de mudas, juntamente com a biomassa da parte aérea. Quanto à importância da biomassa seca radicular, deve-se à sua função de absorção de água e nutrientes (NOVAES, 1998; GOMES *et al.*, 2002).

Parâmetros como a facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato vêm sendo utilizados a fim de se avaliar a eficiência dos fatores testados no momento de expedição das mudas. A facilidade de retirada da muda do tubete está relacionada à agilidade no momento da expedição, aliada ao fato de que mudas produzidas em substratos difíceis de serem retirados podem ocasionar a desintegração do torrão (WENDLING *et al.*, 2007). Ao se referir à agregação, deve-se optar por torrões com alta agregação, a fim de evitar o seu rompimento, ocasionando exposição das raízes, causando ressecamento e dificultando a sobrevivência das mudas (WENDLING; DELGADO, 2008).

Entre os fatores que influenciam na qualidade de mudas está o substrato, que tem a função de sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o crescimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao crescimento, sendo isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos (WENDLING *et al.*, 2006; HARTMANN *et al.*, 2011).

As propriedades químicas de um substrato são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais, os quais influenciam no desenvolvimento das mudas (CALDEIRA *et al.*, 2011; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). No entanto, as propriedades físicas de um substrato são mais importantes, visto que não podem ser facilmente modificadas, enquanto que as químicas podem ser manejadas pelo viveirista mediante o uso de adubações, irrigação e fertirrigação (KÄMPF, 2005).

Os substratos para a produção de mudas podem ser formados por um único material ou pela combinação de diferentes componentes. Podem ser montados no viveiro ou comprados prontos. Ressalte-se que as propriedades químicas e físicas da mistura resultante não são sempre iguais à soma das suas partes (HANDRECK; BLACK, 1994; REED, 1996). Como a diversidade de espécies é muito grande, não há um substrato perfeito, que atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada.

Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da utilização de diferentes substratos, sob o ponto de vista de suas características físicas e químicas, visando a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* com alto padrão de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção de mudas

O experimento foi conduzido em janeiro de 2010 no Viveiro Florestal da Fazenda Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizado no município de Pinhais, PR, situado nas coordenadas 25°23'17" S e 49°07'41" W. O clima da região, de acordo com o Sistema Internacional de Köppen, é do tipo Cfb (Clima Subtropical Úmido).

Foram utilizados como componentes para a formulação de 22 substratos os seguintes componentes: substrato comercial à base de casca de pinus semidecomposta/vermiculita (90/10, v:v) (SC), Casca de Arroz Carbonizada (CAC), Fibra de Coco (FC) e Vermiculita Fina (VF) (Tabela 1).

O SC, a VF e a FC foram adquiridos comercialmente; a casca de arroz foi adquirida “in natura” e passou pelo processo de carbonização. Os materiais foram misturados manualmente, juntamente com a adubação de base: 1,5 kg.m⁻³ de substrato do fertilizante de liberação lenta de seis meses, da formulação

NPK (nitrogênio, fósforo, potássio) 15:10:10, além de 3,5% de cálcio, 1,5% de magnésio, 3,0% de enxofre, 0,05% de zinco, 0,02% de boro, 0,05% de cobre, 0,1% de manganês, 0,5% de ferro e 0,004% de molibdênio.

Tabela 1. Substratos utilizados para produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*.

Table 1. Substrates used for production of *Sebastiania commersoniana* seedling.

Substrato	SC	CAC	FC	VF
	%			
1	100	-	-	-
2	-	100	-	-
3	80	20	-	-
4	70	30	-	-
5	60	40	-	-
6	50	50	-	-
7	80	-	20	-
8	70	-	30	-
9	60	-	40	-
10	50	-	50	-
11	-	80	20	-
12	-	70	30	-
13	-	60	40	-
14	-	50	50	-
15	-	80	-	20
16	-	70	-	30
17	-	60	-	40
18	-	50	-	50
19	-	-	80	20
20	-	-	70	30
21	-	-	60	40
22	-	-	50	50

SC: substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (90/10, v:v); CAC: casca de arroz carbonizada; FC: fibra de coco; VF: vermiculita de granulometria fina.

As sementes da espécie em estudo foram adquiridas no Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e a semeadura foi feita manualmente, com duas sementes por recipiente, em tubetes de 120 cm³, cobertas com uma camada do substrato correspondente (em torno de 0,5 cm). Após 30 dias, foi realizado o raleio, deixando a muda mais vigorosa e centralizada do tubete. Após a semeadura, as bandejas foram acondicionadas em casa de sombra e irrigadas por meio do sistema de irrigação automático por microaspersores, três vezes ao dia, com uma vazão de 199 L/h, onde permaneceram por 180 dias.

Para a avaliação da qualidade das mudas, foi mensurada a altura da parte aérea (régua graduada em mm) e o diâmetro de colo (paquímetro digital com precisão de 0,01 mm) de todas as mudas. Para as análises destrutivas, foram utilizadas cinco mudas por repetição, sendo elas: biomassa seca da parte aérea e radicial (48 horas em estufa a 65 °C, pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g), facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato. Para as avaliações de facilidade de retirada das mudas do tubete e agregação das raízes ao substrato, foi utilizada a metodologia descrita em Wendling *et al.* (2007). Esse método consiste em atribuir notas de zero a dez às variáveis, sendo zero a dificuldade máxima e dez a facilidade máxima de retirada das mudas com as mãos, após três batidas na parte superior do tubete no canto da bandeja e/ou mesa. Quanto à agregação das raízes ao substrato, as mudas sem os tubetes foram soltas em queda livre a um metro do solo, sendo atribuída ao torrão uma nota de zero a dez, sendo zero para a muda totalmente esboroadada e dez para o torrão 100% íntegro.

Também foram calculados os índices morfológicos: relação altura e diâmetro de colo (H/D), biomassa seca aérea e biomassa seca radicial (BSA/BSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 mudas (unidade amostral) e 22 tratamentos.

Os dados foram submetidos ao teste de Bartlett ($p < 0,05$), a fim de verificar a condição de homogeneidade de variância e, em seguida, a análise de variância (ANOVA) ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), prosseguindo para o teste de Scott-Knott ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) a fim de observar as diferenças entre as médias. Com o intuito de observar a influência do acréscimo de cada componente nas diferentes combinações, realizou-se análise de regressão. Também foi realizada a análise de correlação de Pearson entre as variáveis biométricas e as características físicas e químicas dos substratos.

Análise dos substratos

A caracterização física e química dos substratos foi realizada no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme a metodologia descrita na Instrução Normativa nº 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007) e em Fermino (2003). Para a caracterização de nutrientes do substrato, usou-se a metodologia descrita por Marques e Motta (2003), realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFPR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros morfológicos

No que se refere à altura aos 180 dias, verificou-se maior crescimento nas mudas produzidas em SC, com o acréscimo dos componentes CAC e FC a SC tendo proporcionado um pequeno decréscimo no crescimento das mudas (Figura 1A e 1B). No entanto, CAC e FC, quando combinadas, mostraram comportamento semelhante a SC, enquanto que a VF mostrou-se inviável, devido ao baixo crescimento das mudas produzidas nos substratos à base desse componente, assim como a utilização de CAC pura (Tabela 2).

Resultado similar foi encontrado por Bassaco (2011), com SC proporcionando maior crescimento das mudas de *Sebastiania brasiliensis* Spreng., apresentando altura de 12,30 cm aos 6 meses de idade. Kratz (2011) observou que mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage produzidas em SC e diferentes combinações de CAC e FC apresentaram crescimento adequado das mudas.

Em se tratando da utilização de casca de arroz carbonizada e vermiculita, Kratz e Wendling (2013) verificaram maior viabilidade ao utilizar o substrato CAC/VM (1:1, V/V), quando comparado àqueles a base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada. Silva *et al.* (2012) observaram que os substratos com maiores proporções de vermiculita em suas composições afetaram negativamente o crescimento em altura das mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

Ao se referir à adição de CAC ao SC, Lang e Brotel (2008) verificaram efeito contrário ao observado neste estudo, com o maior crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* ocorrendo com a adição de 50% de CAC ao SC, reduzindo o custo de produção da muda, já que a casca de arroz pode ser obtida por menor valor quando comparada com o substrato comercial.

Ao se referir do diâmetro de colo aos 180 dias, verificou-se que apenas o substrato CAC e aqueles à base de VF apresentaram menor crescimento, quando comparados com os substratos à base dos componentes SC, CAC e FC (Tabela 2).

Bassaco (2011) observou diâmetro de colo de 3,56 mm em mudas de *Sebastiania brasiliensis* produzidas em SC aos 180 dias, resultado superior ao verificado neste estudo, o que está fortemente correlacionado com as adubações semanais realizadas por esse autor.

Quanto à relação H/D, verificou-se uma variação de 3,82 a 6,96, valores estes situados dentro ou próximo da faixa indicada (5,4 a 8,1) por Carneiro (1995) (Tabela 2), ao passo que Bassaco (2011) verificou um H/D de 3,45 em mudas de *Sebastiania brasiliensis* produzidas em SC, valor inferior ao verificado neste estudo, devido ao menor crescimento da parte aérea.

Para a biomassa seca aérea, o SC apresentou-se superior, seguido daqueles formulados à base de SC, CAC e FC, enquanto que a VF mostrou-se inviável, devido ao baixo crescimento das mudas produzidas nos substratos à base desse componente, assim como a utilização de CAC pura.

Comportamento semelhante foi verificado para a biomassa seca radicial, em que o SC e algumas combinações dos componentes renováveis, CAC e FC, apresentaram crescimento superior àqueles substratos formulados à base de VF (Tabela 2).

Tabela 2. Altura (H), diâmetro de colo (D), relação altura e diâmetro de colo (H/D), biomassa seca aérea (BSA), biomassa seca radicial (BSR), relação biomassa seca aérea e biomassa seca radicial (BSA/BSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Sebastiania commersoniana* produzidas em diferentes substratos aos 180 dias.

Table 2. Height (H), Diameter (D), Height/ Stem Diameter Ratio (H/D), Dry Stem Biomass (BSA), Root Dry Biomass (BSR) and Dickson Quality Index (IQD) of seedlings of *Sebastiania commersoniana* grown in different substrates at 180 days after sowing.

Substrato	H cm	D mm	H/D	BSA	BSR	BSA/BSR	IQD
				g			
100 SC	18,46 a	2,71 a	6,81 a	0,72 a	0,34 a	2,11 a	0,12a
100 CAC	9,02 c	1,72 b	5,26 b	0,14 c	0,10 c	1,50 c	0,04b
80 SC / 20 CAC	17,69 a	2,52 a	6,96 a	0,45 b	0,26 a	1,73 b	0,08a
70 SC / 30 CAC	15,87 a	2,60 a	6,05 a	0,44 b	0,25 a	1,70 b	0,09a
60 SC / 40 CAC	13,88 b	2,54 a	5,43 b	0,39 b	0,23 b	1,58 c	0,09a
50 SC / 50 CAC	13,97 b	2,31 a	6,06 a	0,34 b	0,21 b	1,61 c	0,07a
80 SC / 20 FC	16,32 a	2,49 a	6,69 a	0,41 b	0,19 b	2,02 a	0,07a
70 SC / 30 FC	14,79 b	2,63 a	5,67 a	0,47 b	0,26 a	1,80 b	0,10a
60 SC / 40 FC	13,25 b	2,55 a	5,39 b	0,39 b	0,19 b	1,91 a	0,08a
50 SC / 50 FC	14,79 b	2,56 a	5,78 a	0,41 b	0,25 a	1,60 c	0,09a
80 CAC / 20 FC	13,25 b	2,41 a	5,50 b	0,33 b	0,22 b	1,51 c	0,08a
70 CAC / 30 FC	16,02 a	2,66 a	5,97 a	0,44 b	0,23 a	1,54 c	0,10a
60 CAC / 40 FC	16,21 a	2,62 a	6,18 a	0,44 b	0,27 a	1,61 c	0,09a
50 CAC / 50 FC	16,52 a	2,69 a	6,16 a	0,45 b	0,25 a	1,77 b	0,09a
80 CAC / 20 VF	9,83 c	2,14 b	4,61 c	0,20 c	0,13 c	1,56 c	0,05b
70 CAC / 30 VF	8,11 d	1,89 b	4,33 c	0,16 c	0,11 c	1,5 c	0,05b
60 CAC / 40 VF	9,89 c	1,84 b	5,33 b	0,21 c	0,15c	1,35 c	0,05b
50 CAC / 50 VF	10,09 c	1,94 b	5,30 b	0,19 c	0,14 c	1,40 c	0,05b
80 FC / 20 VF	7,72 d	1,81 b	4,41 c	0,15 c	0,10 c	1,55 c	0,04b
70 FC / 30 VF	7,35 d	1,98 b	3,82 c	0,14 c	0,01 c	1,57 c	0,05b
60 FC / 40 VF	8,93 d	1,92 b	4,62 c	0,21 c	0,14 c	1,56 c	0,06b
50 FC / 50 VF	11,75 c	2,21 b	5,41 b	0,31 b	0,17 c	1,82 b	0,07b

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. SC: substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (90/10, v:v); CAC: casca de arroz carbonizada; FC: fibra de coco; VF: vermiculita fina.

Pode-se observar que o aumento na proporção de CAC e FC ao SC ocasionou um decréscimo proporcional no acúmulo de biomassa seca aérea e radicial (Figura 3A e 3B), denotando que a utilização de SC puro apresenta maior viabilidade para produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* do que quando combinada a FC ou CAC. Entretanto, apesar de ocasionar um menor crescimento de mudas, quando combinados com SC, os componentes CAC e FC, quando combinados entre si, apresentaram crescimento similar ao SC (Tabela 2, Figura 2B).

Bassaco (2011) observou biomassa seca aérea e radicial de 0,77 e 0,32 g, respectivamente, em mudas de *Sebastiania brasiliensis* produzidas em SC, resultado similar ao verificado neste estudo. Kratz (2011) observou, com *Mimosa scabrella*, maior biomassa em mudas cultivadas em SC e em diferentes combinações de FC e CAC, quando comparada a substratos contendo biossólido. Kratz e Wendling (2013) verificaram maiores acúmulos de biomassa em *Eucalyptus dunnii* Maiden nos SC testados, em relação àqueles à base de CAC e FC. Isso evidencia que não existe um substrato padrão para todas as espécies.

Para Gomes *et al.* (2002), as mudas devem estar endurecidas no momento do plantio e com maior biomassa, apresentando dessa forma maior resistência às condições adversas do campo, promovendo maior sobrevivência e evitando gastos com replantios.

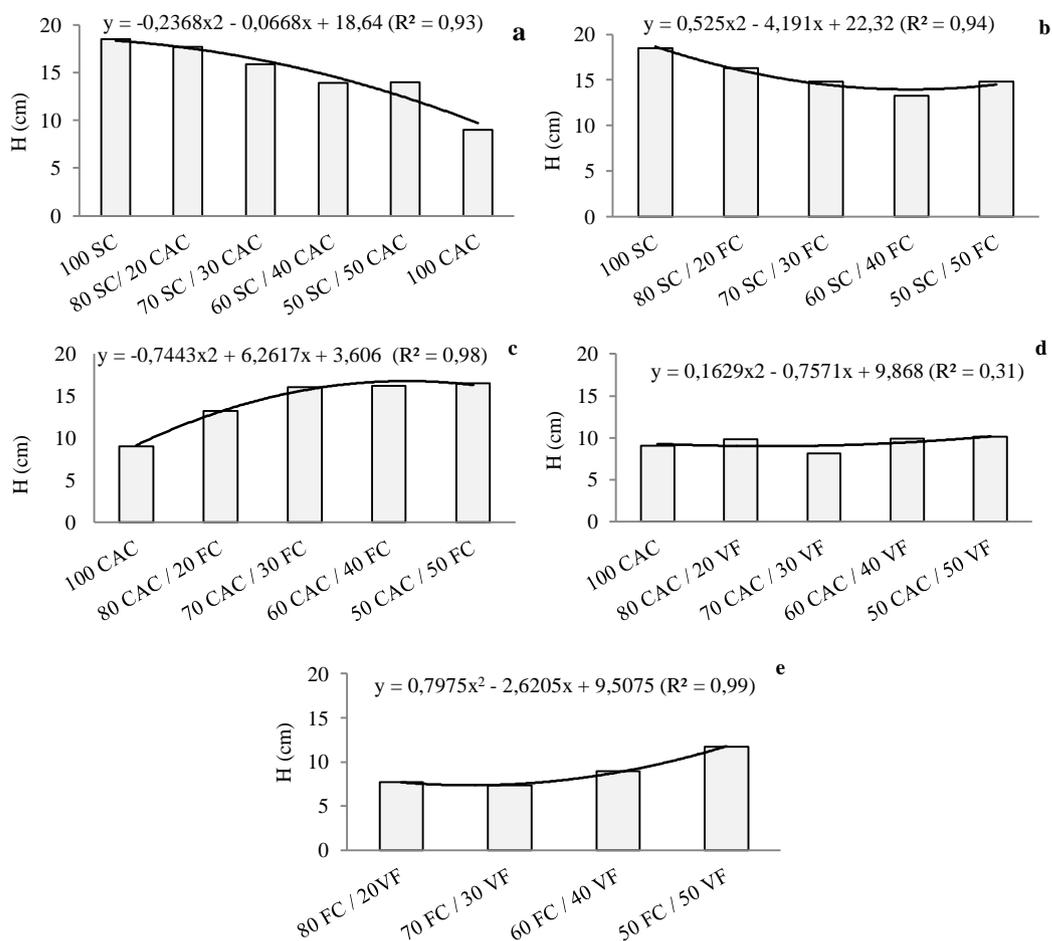


Figura 1. Análise de regressão para a altura (H) das mudas de *Sebastiania commersoniana* produzidas em diferentes substratos aos 180 dias. Substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (SC) com casca de arroz carbonizada (CAC) (a). Substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (SC) com fibra de coco (FC) (b). Casca de arroz carbonizada (CAC) com fibra de coco (c). Casca de arroz carbonizada (CAC) com vermiculita de granulometria fina (VF) (d). Fibra de coco (FC) com vermiculita de granulometria fina (VF) (e).

Figure 1. Regression analysis for height (H) of *Sebastiania commersoniana* seedlings produced on different substrates at 180 days. Commercial pine bark based substrate/vermiculite (SC) with rice hulls (CAC) (a). Commercial pine bark based substrate/vermiculite (SC) with coconut fiber (FC) (b). Rice hulls (CAC) with coconut fiber (c). Rice hulls (CAC) with fine grained vermiculite (VF) (d). Coconut fiber (FC) with fine grained vermiculite (VF) (e).

No que se refere à relação BSA/BSR, apenas o SC e 80 SC/20 FC apresentaram valor superior ao recomendado (2,0) por Gomes e Paiva (2006), indicando que as mudas apresentam equilíbrio de crescimento. No entanto, grande parte dos substratos apresentou valores próximos ao sugerido.

Bassaco (2011) observou BSA/BSR de 2,39 em mudas de *Sebastiania brasiliensis* produzidas em SC. Segundo esse autor, cuidados devem ser tomados quando se avalia esse índice, pois eles podem mascarar a realidade (por exemplo, BSA igual a 0,5 g e BSR igual a 0,25 g vai gerar uma relação de 2,0, enquanto que BSA igual a 2,0 g e BSR igual a 1,0 g vai gerar uma relação também de 2,0).

Para o IQD, assim como para as outras características avaliadas, os melhores tratamentos foram aqueles formulados à base dos componentes renováveis SC, FC e CAC. No entanto, nenhum substrato proporcionou um IQD mínimo recomendado de 0,20 - porém deve-se lembrar de que esse índice, segundo

Gomes e Paiva (2004), foi baseado na qualidade de mudas das espécies *Pseudotsuga menziessi* (Mirbel) Franco e *Picea abies* (L.) Karst.

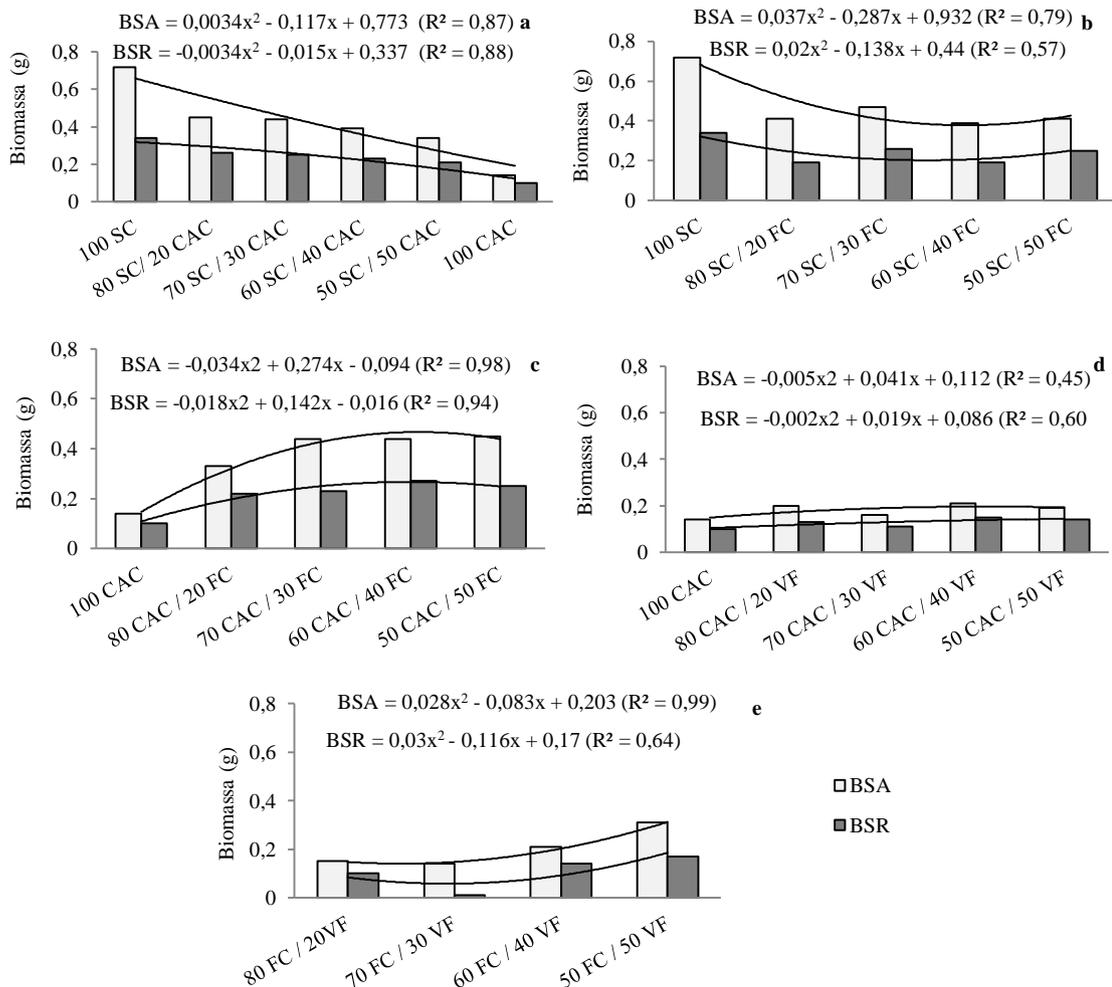


Figura 2. Análise de regressão para biomassa seca aérea e radicial (BSA, BSR) de mudas de *Sebastiania commersoniana* produzidas em diferentes substratos aos 180 dias. Substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (SC) com casca de arroz carbonizada (CAC) (a). Substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (SC) com fibra de coco (FC) (b). Casca de arroz carbonizada (CAC) com fibra de coco (c). Casca de arroz carbonizada (CAC) com vermiculita de granulometria fina (VF) (d). Fibra de coco (FC) com vermiculita de granulometria fina (VF) (e).

Figure 2. Regression analysis for air dry and radical biomass (BSA, BSR) of *Sebastiania commersoniana* seedlings produced in different substrates at 180 days. Commercial pine bark based substrate/vermiculite (SC) with rice hulls (CAC) (a). Commercial pine bark based substrate/vermiculite (SC) with coconut fiber (FC) (b). Rice hulls (CAC) with coconut fiber (c). Rice hulls (CAC) with fine grained vermiculite (VF) (d). Coconut fiber (FC) with fine grained vermiculite (VF) (e).

Quanto à retirada do tubete, todos os substratos apresentaram alta facilidade de remoção das mudas do recipiente (Figura 3). Essa variável, segundo Wendling *et al.* (2007), é de grande importância no momento da expedição das mudas para o campo, melhorando o rendimento de plantio. No entanto, deve-se ficar atento ao fato de que mudas com baixo enraizamento podem apresentar grande facilidade de

retirada do tubete, mesmo não apresentando boa qualidade radicial, conforme observado neste trabalho, corroborando os resultados encontrados por Trigueiro e Guerrini (2003) em mudas de *Eucalyptus grandis* e Kratz (2011) com *Mimosa scabrella*.

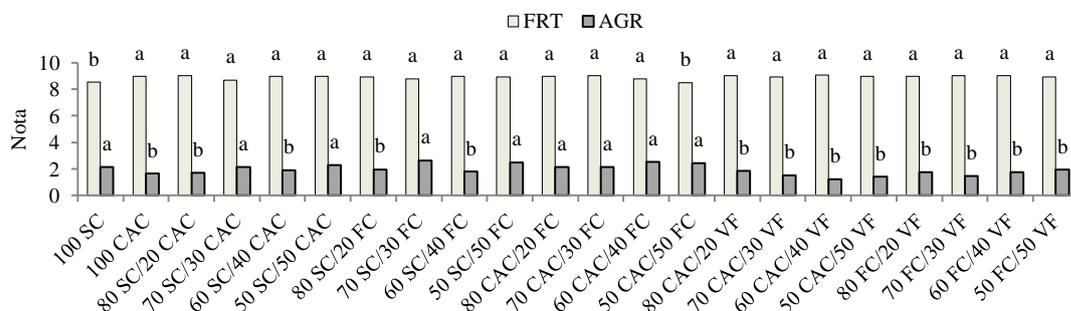


Figura 3. Facilidade de retirada do tubete (FRT) e agregação das raízes ao substrato (AG) das mudas de *Sebastiania commersoniana* aos 180 dias após a sementeira, produzidas em diferentes substratos. Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da mesma característica, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. SC: substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita (90/10, v:v); CAC: casca de arroz carbonizada; FC: fibra de coco; VF: vermiculita fina.

Figure 3. Ease of removability (FRT) and aggregation of the roots to substrate (AG) *Sebastiania commersoniana* seedlings after 180 days, produced in different substrates. Means followed by the same letter do not differ by Scott-Knott test at 5% probability. SC: Commercial pine bark based substrate/ vermiculite (90/10, v:v), CAC: carbonized rice hulls, FC: Coconut fiber and VF: Fine vermiculite.

A agregação das raízes ao substrato foi baixa, independentemente do substrato utilizado (Figura 3). Para Kratz e Wendling (2013), a baixa agregação está relacionada à falta de estrutura dos componentes, com a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco apresentando-se como materiais muito soltos, dificultando a agregação. Alie-se a isso também o tamanho do recipiente utilizado (110 cm³), o qual, provavelmente devido ao seu maior volume, não proporcionou uma boa agregação, sendo indicada a utilização de tubete de 55 cm³, que poderá proporcionar a formação de um torrão coeso, facilitando a expedição das mudas.

Propriedades físicas e químicas dos substratos

Quanto às propriedades físicas, verificou-se que a adição de SC a CAC e a FC aumentou a densidade aparente, a porosidade total e a microporosidade, diminuindo a macroporosidade, enquanto que o aumento da proporção de CAC em relação a FC proporcionou aumento da macroporosidade e consequente redução da microporosidade e do teor de água facilmente disponível. Ao se tratar da VF, pode-se notar que a adição a CAC e a FC ocasionou aumento da densidade aparente, causando pequenas mudanças nas demais propriedades físicas (Tabela 3).

Segundo a recomendação de Kämpf (2005), todos os substratos analisados estão dentro do limite indicado (100 e 300 kg.m⁻³) para a produção de mudas em bandejas alveoladas e tubetes de pequeno volume. No entanto, segundo a indicação de Gonçalves e Poggiani (1996), para produção de mudas florestais, nenhum dos substratos analisados enquadrou-se dentro da faixa adequada (450-550 kg.m⁻³), com a maioria apresentando baixa densidade (<250 kg.m⁻³). Entretanto, apesar da baixa densidade observada, a maioria dos substratos proporcionou crescimento adequado das mudas de *Sebastiania commersoniana*.

A densidade aparente correlacionou-se positivamente com as variáveis biométricas: altura (R = 0,58*), diâmetro de colo (R = 0,49*), biomassa seca aérea (R = 0,64**) e biomassa seca radicial (R = 0,55*) (Tabela 3), indicando que aqueles substratos com maior densidade, neste estudo, proporcionaram maior crescimento das mudas de *Sebastiania commersoniana* (Tabela 2).

Tabela 3. Valores médios da densidade aparente (Da), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), água facilmente disponível (AFD), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo (P) nos substratos.

Table 3. Results of bulk density (Da), total porosity (PT), macro porosity (macro) and micro (Micro), easily available water (AFD), hydrogen potential (pH), electrical conductivity (CE), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K) and phosphorus (P) substrates.

Substrato (volume/volume)	Da kg.m ³	PT	Macro	Micro	AFD	pH H ₂ O	CE mS cm ⁻¹	Ca	Mg	K	P
100 SC	292,00	81,00	33,00	48,00	12,00	5,51	0,05	51,50	37,38	6,30	64,10
100 CAC	101,00	72,00	57,00	15,00	11,00	7,30	0,08	9,10	2,52	13,50	58,20
80 SC / 20 CAC	247,00	83,00	41,00	42,00	11,00	5,35	0,05	44,30	34,02	8,20	50,10
70 SC / 30 CAC	230,00	81,00	42,00	39,00	10,00	5,38	0,06	43,00	33,60	9,10	60,70
60 SC / 40 CAC	218,00	81,00	43,00	38,00	11,00	5,45	0,06	37,60	30,45	9,40	59,00
50 SC / 50 CAC	207,00	82,00	46,00	36,00	10,00	5,55	0,06	27,80	23,52	12,50	64,10
80 SC / 20 FC	252,00	78,00	32,00	46,00	14,00	4,60	0,25	40,40	32,55	10,30	40,80
70 SC / 30 FC	228,00	80,00	32,00	48,00	16,00	4,92	0,29	35,40	30,66	11,80	34,90
60 SC / 40 FC	206,00	82,00	32,00	50,00	16,00	4,76	0,44	32,20	28,77	12,50	37,10
50 SC / 50 FC	191,00	68,00	24,00	44,00	15,00	4,72	0,72	56,20	28,35	17,10	218,50
80 CAC / 20 FC	115,00	81,00	52,00	29,00	10,00	6,32	0,51	48,80	14,07	22,50	311,50
70 CAC / 30 FC	119,00	78,00	49,00	29,00	12,00	6,52	0,54	27,60	8,82	18,70	196,00
60 CAC / 40 FC	115,00	76,00	41,00	35,00	16,00	6,21	0,74	38,70	11,76	21,30	264,50
50 CAC / 50 FC	113,00	85,00	46,00	39,00	15,00	6,25	0,86	41,60	13,23	22,10	316,50
80 CAC / 20 VF	154,00	75,00	45,00	30,00	10,00	7,62	0,07	19,90	28,14	10,20	79,00
70 CAC / 30 VF	163,00	75,00	42,00	33,00	10,00	7,70	0,07	23,10	30,66	10,10	61,40
60 CAC / 40 VF	165,00	74,00	39,00	35,00	8,00	7,61	0,06	22,60	30,45	10,00	61,40
50 CAC / 50 VF	165,00	74,00	37,00	37,00	9,00	7,61	0,05	21,30	30,45	9,90	98,60
80 FC / 20 VF	104,00	84,00	29,00	55,00	21,00	5,57	0,62	20,80	32,13	15,00	51,40
70 FC / 30 VF	123,00	85,00	26,00	59,00	20,00	5,24	0,56	27,40	35,70	14,10	46,10
60 FC / 40 VF	128,00	81,00	26,00	55,00	18,00	5,35	0,53	28,20	36,12	12,90	47,40
50 FC / 50 VF	149,00	77,00	23,00	54,00	15,00	5,52	0,43	32,40	36,96	12,10	52,90

SC: substrato comercial à base de casca de pinus/vermiculita; CAC: casca de arroz carbonizada; FC: fibra de coco; VF: vermiculita de granulometria fina.

Neste estudo, a densidade aparente do SC foi de 292,00 kg.m⁻³, enquanto que Kratz (2011) observou densidade aparente de 398 kg.m⁻³, Wendling *et al.* (2007) de 180 kg.m⁻³ e Scivittaro *et al.* (2007) de 315 kg.m⁻³, denotando que o SC em questão apresenta variações em suas características físicas e químicas, o que está diretamente relacionado ao processo de fabricação do substrato. A variação das propriedades de um substrato formulado a partir dos mesmos componentes tem repercussão direta na produção de mudas, conforme verificado por Grave *et al.* (2007) em mudas de *Luehea divaricata* Martius e Zucarinie; Kratz e Wendling (2013) em mudas de *Eucalyptus dunnii*, ambas as espécies produzidas em dois SC.

Quanto à porosidade total, a maioria dos substratos enquadrou-se dentro da faixa considerada adequada (75 a 85%) por Gonçalves e Poggiani (1996). Essa característica, segundo Kämpf (2005), é de fundamental importância para o crescimento das mudas, visto que a alta concentração de raízes formadas nos recipientes exige elevado fornecimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado. No entanto, apesar da sua importância, não se verificou correlação com as variáveis biométricas das mudas de branquilha (Tabela 4).

Para a macroporosidade, apenas os substratos com teores acima de 80% de CAC apresentaram valores excessivos, estando os demais enquadrados em valores adequados (35-45%) e médios (20-40%) (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Para a microporosidade, verificaram-se teores médios (25-50%) e adequados (45-55 %) (Tabela 3).

O conhecimento das relações entre macro e microporosidade permite determinar o melhor manejo da água para atender a demanda das espécies, em suas diversas fases de cultivo (FERMINO,

2003). Os substratos com maior microporosidade requerem maior rigor no controle de irrigação, com o intuito de evitar o encharcamento (GONÇALVES *et al.*, 2000), enquanto que os substratos com maior macroporosidade exigem maior aplicação de água em cada irrigação, ou que seja aumentada a frequência da mesma (WENDLING *et al.*, 2006).

Tabela 4. Correlações entre as propriedades físicas e químicas dos substratos e variáveis biométricas das mudas de *Sebastiania commersoniana*. Densidade aparente (Da), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), água facilmente disponível (AFD), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), altura (H), diâmetro de colo (D), biomassa seca área (BSA) e biomassa seca radicial (BSR).

Table 4. Correlations between the physical and chemical properties of substrates and biometric variables of *Sebastiania commersoniana* seedlings. Bulk density (Da), total porosity (TP), macroporosity (Macro) and micro (Micro), easily available water (AFD), hydrogen potential (pH), electrical conductivity (CE), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), phosphorus (P), height (H), stem diameter (D), dry stem Biomass (BSA), root dry biomass (BSR).

	Da	PT	Macro	Micro	AFD	pH	CE	Ca	Mg	K	P
H	0,58*	0,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,44*	0,05 ^{ns}	0,76**	-0,12 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,34 ^{ns}
D	0,49*	0,24 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,53*	0,22 ^{ns}	0,79**	-0,09 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,39*
BSA	0,64**	0,21 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,49*	0,05 ^{ns}	0,78**	0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,24 ^{ns}
BSR	0,55*	0,06 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,76**	-0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,36*

* e **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente; ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Quanto ao teor de água facilmente disponível (AFD), observou-se uma amplitude de variação de 8 (60 CAC / 40 VF) a 21% (80 FC / 20 VF) (Tabela 3). A FC foi o componente com maior teor de AFD, seguida da VF, SC e CAC. Segundo De Boodt e Verdonck (1972), apenas dois substratos apresentaram-se dentro da faixa adequada (20 a 30%). No entanto, apesar de apresentar baixos valores, os substratos proporcionaram um bom crescimento das mudas produzidas nos substratos à base de SC, o que pode ser justificado pelo manejo adequado da irrigação para os substratos em questão.

Em relação ao pH, verificou-se que, segundo a recomendação de Gonçalves e Poggiani (1996) - 5,5-6,5 - e de Bailey *et al.* (2000) - 4,4 a 6,2 -, apenas os substratos à base de CAC com VF apresentaram pH fora da faixa considerada adequada (Tabela 3). Como podemos observar na tabela 4, o pH apresentou correlação negativa com as variáveis biométricas altura ($R = -0,44^*$), diâmetro do colo ($R = -0,53^*$) e biomassa seca aérea ($R = -0,49^*$) das mudas, denotando a influência dessa propriedade no crescimento. No entanto, deve-se ficar atento a esse resultado, visto que os substratos à base de CAC e FC, apesar de apresentar pH mais elevado que aqueles à base de CAC e VF, proporcionaram maior crescimento; logo, o pH não foi o fator determinante no crescimento das mudas.

Quanto à condutividade elétrica, constatou-se que a adição de FC aos componentes CAC e SC provocou aumento nos valores de condutividade, porém, mesmo assim, todos os substratos apresentaram baixos valores, não apresentando nenhuma correlação com as variáveis biométricas (Tabela 3 e 4). Segundo Rodrigues (2002), os altos valores de condutividade elétrica, representados por níveis altos de salinidade, podem danificar as raízes e os pelos radiculares, impedindo a absorção de água e nutrientes, afetando a atividade fisiológica e favorecendo a incidência e severidade de alguns patógenos.

No que se refere ao cálcio, as maiores concentrações foram observadas nos substratos à base de SC (Tabela 3), o que pode ser explicado possivelmente devido à adubação química no momento de sua fabricação. O cálcio apresentou correlação positiva com as variáveis biométricas altura ($R = 0,76^{**}$), diâmetro de colo ($R = 0,79^{**}$), biomassa seca aérea ($R = 0,78^{**}$) e biomassa seca radicial ($R = 0,76^{**}$) das mudas de branquilha, indicando que os substratos com maiores concentrações de cálcio promoveram maior crescimento das mudas (Tabela 3). No entanto, cabe ressaltar que os resultados da análise de nutrientes referem-se a concentrações dos elementos presentes no substrato sem a adubação de base, logo, no momento do cultivo as concentrações de todos os nutrientes foi maior.

Quanto à concentração de magnésio, a CAC apresentou o menor valor, ocasionando diminuição na concentração desse elemento quando combinado com SC, FC e VF. Para o potássio, a CAC e FC

apresentaram os maiores valores, proporcionando aumento na concentração desse nutriente quando adicionado a SC e VF para formulação de substratos (Tabela 3).

As maiores concentrações de fósforo estão presentes nos substratos à base de FC, em que os demais componentes apresentaram concentrações semelhantes (Tabela 3). O fósforo apresentou correlação positiva com as variáveis biométricas diâmetro de colo ($R = 0,39^*$) e biomassa seca radicial ($R = 0,36^*$), indicando que os substratos com maiores concentrações de fósforo promoveram maior crescimento de raízes e diâmetro (Tabela 3). Cabe ressaltar que, apesar de as mudas receberem adubação de base, com o fertilizante de liberação lenta, elas apresentaram baixo crescimento, o que pode ser explicado devido à pequena liberação de nutrientes, visto que no período em que as mudas foram produzidas ocorreram baixas temperaturas, prejudicando a liberação dos nutrientes e consequentemente o seu crescimento.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, conclui-se que:

- Os componentes renováveis, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial à base de casca de pinus, apresentaram-se viáveis para a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*.
- Os melhores substratos foram aqueles compostos por substrato comercial à base de casca de pinus puro ou misturado com baixas proporções de casca de arroz carbonizada ou fibra de coco.
- A casca de arroz carbonizada pura e a vermiculita de granulometria fina não apresentaram viabilidade técnica para produção de mudas.
- Das propriedades físicas e químicas analisadas nos substratos, apenas a densidade aparente, o pH e as concentrações de Ca e P apresentaram correlações com as variáveis biométricas das mudas.

REFERÊNCIAS

BAILEY, D. A.; FONTENO, W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf>>. Acesso em: 11/04/2011.

BASSACO, M. V. M. **Comportamento fenológico, germinação, produção de mudas e tolerância a saturação hídrica de *Sebastiania brasiliensis*** (Spreng.). 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. **Contexto e Perspectivas da Área Florestal no Brasil**. Alegre, ES: Suprema, 2011, p. 141 - 160.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA, 1994.

COSMO, N. L. **Anatomia ecológica e crescimento do lenho de *Sebastiania commersoniana*** (Baillon) Smith & Downs, em diferentes condições geomorfológicas e pedológicas da planície do Rio Iguaçu-PR. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in: Floriculture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 26, p. 37 - 44, 1972.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos**. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

- 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.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004. (Caderno didático, 72).
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. D.; MORAES NETO, S. P. de; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309 - 350.
- GONÇALVES, 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.
- GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289 - 298, 2007.
- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing media for ornamental plants and turf**. University of New South Wales Press, Randwick, Australia, 1994.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. p. 45 - 72.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 125 - 136, 2013.
- LANG, D. Z.; BOTREL, M. C. G. Desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes substratos. **Revista Cultivando o Saber**, v. 1, p. 107 - 117, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1ª ed. SP: Nova Odessa, v. 1. 1992.
- MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V. Análise química do solo para fins de fertilidade. In: LIMA, R. M. (Org.). **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícola**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2003. p. 81 - 102.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa SDA nº 17**. Diário Oficial da União - Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.
- NOVAES, A. B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- REED, D. W. **A grower's guide to water, media and nutrition for greenhouse crops**. Ball Publishing, Batavia, USA, 1996. 314 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. s.l.: Sudesul, 1988. 525 p.
- 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. 762 p.

SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, K. F. dos S.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. (Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 58).

SILVA, R. B. G. da.; SIMÕES, D.; ANDRADE, F. R.; SILVA, M. R. da. Qualidade de mudas seminais de eucalipto em função dos substratos e fertilização de liberação controlada. **Interciencia**, Caracas, v. 38, p. 215 - 220, 2013.

SILVA, R. B. G. da.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. da. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 297 - 302, 2012.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 150 - 162, 2003.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St.-Hil. **Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209 - 220, 2007.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

