

Produção de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) com a utilização de resíduos agroindustriais

Production of cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) seedlings using agro-industrial waste

Producción de plántulas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) utilizando residuos agroindustriales

Recebido: 16/12/2020 | Revisado: 24/12/2020 | Aceito: 26/12/2020 | Publicado: 01/01/2021

Safira Dawana dos Santos Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7959-7254>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

E-mail: safira_dawana@hotmail.com

Elisane Schwartz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9810-4833>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

E-mail: elisane.schwartz@gmail.com

Francine Ferreira Cassana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0472-4930>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

E-mail: francinecassana@gmail.com

Leonardo Galli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7664-5778>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

E-mail: leonardotreptowgalli@gmail.com

Luciana Roso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9461-5369>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

E-mail: lucianaroso1805@gmail.com

Resumo

Na região Sul do Rio Grande do Sul, indústrias de beneficiamento de arroz produzem grande volume de resíduos tais como a casca de arroz e o lodo oriundo do processo de parboilização. Estes resíduos, que causam problemas ao meio ambiente, podem ser promissores para utilização como substratos na produção de mudas de florestais. Baseados neste fato, objetivou-se verificar a possibilidade de produção de mudas de cedro a partir de resíduos agroindustriais, reduzindo custos na aquisição de substratos comerciais e minimizando problemas ambientais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 tubetes por parcela, totalizando 480 tubetes. Os tratamentos foram: T1 - 100% de substrato comercial; T2 - 100% de casca de arroz carbonizada (CAC); T3 - 100% de lodo de arroz parboilizado (LP); T4 - 50% de CAC e 50% de substrato comercial; T5 - 50% de LP e 50% de substrato comercial e T6 - 50% de LP e 50% de CAC. As variáveis analisadas foram: Percentual de emergência, Índice de velocidade de emergência, massa fresca de parte aérea e do sistema radicular, massa seca de parte aérea e do sistema radicular, altura de planta, comprimento da maior raiz e diâmetro do colo. Os resultados mostraram que lodo, misturado ao substrato comercial, reduz os custos de produção, proporcionando mudas de melhor crescimento e qualidade, podendo ser indicado para produção de mudas de cedro, constituindo-se em uma solução ambientalmente correta para destinação dos mesmos.

Palavras-chave: Florestais; Substrato; Biossólidos.

Abstract

In the southern region of Rio Grande do Sul, rice processing industries produce a large volume of waste such as husk and sludge from the parboiling rice process. These residues, which cause problems to the environment, can be promising for use as substrates in the production of forest seedlings. Based on this fact, the objective of this research was to verify the possibility of producing cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) seedlings from agro-industrial waste, to consequent costs reducing, in the acquisition of commercial substrates, and minimization of environmental problems. Completely randomized experimental design, containing four replications with 20 polyethylene tubes per plot, was used, totaling 480 polyethylene tubes. The treatments were: T1 - 100% commercial substrate; T2 - 100% carbonized rice husk (CAC); T3 - 100% parboiled rice sludge (LP); T4 - 50% CAC and 50% commercial substrate; T5 - 50% LP and 50% commercial substrate and T6 - 50% LP and 50% CAC. The variables analyzed were: percentage of emergence, emergence rate index, fresh weight of shoot and root, dry weight of shoot and root, shoot height, the longest root length and stem diameter. The results showed that sludge, mixed with commercial substrate, reduces production costs, providing seedlings with better growth and quality, and can be indicated for the production of cedro seedlings, constituting an environmentally correct solution for their destination.

Keywords: Forestry; Substrate; Biosolids.

Resumen

En la región sur de Rio Grande do Sul, las industrias de procesamiento de arroz producen un gran volumen de desechos como cáscara y lodos del proceso de sancochado del arroz. Estos residuos, que causan problemas al medio ambiente, pueden ser prometedores para su uso como sustratos en la producción de plántulas forestales. Con base en este hecho, el objetivo de esta investigación fue verificar la posibilidad de producir plántulas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) A partir de residuos agroindustriales, con la consecuente reducción de costos, en la adquisición de sustratos comerciales, y minimización de problemas ambientales. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, que contenía cuatro repeticiones con 20 tubos por parcela. Los tratamientos fueron: T1 - sustrato 100% comercial; T2 - Cáscara de arroz 100% carbonizada (CAC); T3 - Lodos de arroz sancochado al 100% (LP); T4 - 50% de CAC y 50% de sustrato comercial; T5 - 50% LP y 50% sustrato comercial y T6 - 50% LP y 50% CAC. Las variables analizadas fueron: porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia, biomasa fresca aérea y sistema radicular, biomasa seca aérea y sistema radicular, altura de la planta, longitud de la raíz más grande, diámetro del cuello. Los resultados mostraron que los lodos, mezclados con sustrato comercial, reducen los costos de producción, proporcionando plántulas con mejor crecimiento y calidad, y pueden estar indicadas para la producción de plántulas de cedro, constituyendo una solución ambientalmente correcta para su destino.

Palabras clave: Bosque; Sustrato; Biosólido.

1. Introdução

O cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) é uma espécie nativa, pertence à família Meliaceae, apresenta de 8 a 40 m de altura (Carvalho, 2005), distribuindo-se geograficamente do Rio Grande do Sul até Minas Gerais (Lorenzi, 1992), sendo particularmente frequente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Sakuragui, Stefano, & Calazans, 2013). Tem importância econômica e etnobotânica por seu potencial madeireiro e de extração de óleos essenciais (Paredes-Villanueva, López, & Cerrillo, 2016, Rodrigues et al., 2020, Sakuragui et al., 2013; Zacharias et al., 2020). O cedro também possui potencial de fitorremediação de solos contaminados, como constataram Covre et al. (2020) e Gradin e Techio (2014), sendo que os primeiros verificaram que o mesmo pode crescer inclusive em solos contaminados com cobre.

É uma espécie classificada como vulnerável quanto ao risco de extinção pela Lista da Flora Ameaçada no Brasil, segundo a Portaria MMA 443, de 17 de dezembro de 2014 (Brasil, 2014) e no mesmo status na lista da International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Barstow, 2018) e tem sofrido um declínio populacional de pelo menos de 30% ao longo das últimas três gerações (Sakuragui et al., 2013), necessitando assim de um incentivo à sua propagação. Alguns trabalhos com a propagação desta espécie visando auxiliar a sua preservação vêm sendo conduzidos. Cherobini, Muniz e Blume (2008) e Pereira et al. (2017) estudaram a influência da procedência das sementes no processo de germinação. Chinatto, Baldissera e Avila. (2011) e Gomes e Freire (2019) estudaram aspectos relativos a substrato, sendo que os primeiros autores indicaram a areia e a vermiculita com melhores resultados relativos à germinação e os outros verificaram que a casca de arroz carbonizada, rejeito de vermiculita e esterco bovino tem potencial para substrato para mudas de cedro.

Em associação a importância do cedro, constata-se que o Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz nacional, com 8,4 milhões de toneladas produzidas em 2018, sendo que desta produção, quase 1,5 milhões de toneladas são produzidas na zona sul do estado, onde está incluído o município de Pelotas (Anuário Brasileiro do Arroz, 2019). No processo de agroindustrialização do arroz, o setor gera grande quantidade de resíduos, e na maioria das vezes, sem um destino adequado ou subaproveitados.

Dentre os resíduos gerados estão a casca de arroz e o lodo proveniente da estação de tratamento de efluentes, que é produzido durante o processo de parboilização do grão.

Para um melhor destino dos resíduos agroindustriais, vários trabalhos vêm sendo conduzidos no sentido do seu aproveitamento como substrato. Ferreira, Costa e Pasin. (2015) estudaram a viabilidade do aproveitamento de resíduos da indústria processadora de bananas como uma forma sustentável para produção de mudas de *Platycomus regnellii*, podendo ser utilizado como uma alternativa viável. Araújo et al. (2020) utilizaram resíduos como a casca de amêndoa de castanha do-

brasil, caroço de acerola, caroço de açaí e casca de cupuaçu em diferentes combinações na produção de mudas de açazeiro (*Euterpe precatoria*).

A utilização de casca de arroz carbonizada como substrato para espécies florestais foi testada por Figuerêdo et al. (2014) e por Kratz e Wendling (2016) com eucalipto, respectivamente *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus camaldulensis*, por Fonseca, Silva, Terra e Souza, (2017) com angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L) Spag.), por Vaz, Gonçalves e Souza (2018) com timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) e por Gomes e Freire (2019) com cedro (*Cedrela fissilis*), enquanto Vieira, Terra, Fonseca e Souza, (2019) utilizaram casca de arroz carbonizada misturada ao bagaço de cana associados ao substrato comercial para produção de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão).

O lodo industrial, ou biossólido com é também conhecido, é resíduo semi-sólido resultante das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) provenientes do processo de parboilização do arroz. Este resíduo é rico em nutrientes e possui alto teor de matéria orgânica, podendo se tornar importante para o condicionamento do solo e na produção agrícola (Pereira & Garcia, 2017; Leonel, Fernandes, Mendes, & Oliveira 2018).

O lodo produzido em uma ETE corresponde a cerca de 1 a 2% do volume do efluente tratado, entretanto o tratamento e a disposição final deste resíduo representam de 30 a 50% do custo operacional da estação (Pereira & Garcia, 2017).

O lodo originado nas mais diversas estações de tratamento vem sendo utilizado para produção de mudas. Santos, Kunz, Caldeira, Azevedo e Rangel (2014) verificaram que o lodo de esgoto aumentou a fertilidade dos substratos com aumento dos teores de nutrientes, principalmente nitrogênio, cálcio e fósforo. Trazzi, Caldeira, Reis e Silva (2014) utilizaram este mesmo tipo de resíduo para produção de mudas de teca (*Tectona grandis*), Ribeiro, Leles, Fonseca, Sousa e Santana (2018) para a produção de mudas de ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*) e pau ferro (*Libidibia ferrea*) e Sousa et al. (2019) para mudas de açoita cavalo (*Luehea divaricata*).

A destinação de resíduos sólidos constitui-se em um dos principais problemas ambientais enfrentados atualmente, sendo que a utilização do lodo industrial na composição de substratos para produção de mudas florestais constitui-se em uma alternativa plausível devido ao baixo custo do material e sua fácil disponibilidade na região do, onde o cultivo de arroz e sua agroindustrialização são expressivos.

Considerando a falta de informações na literatura sobre a utilização destes resíduos provenientes da indústria processadora de arroz e a crescente preocupação ambiental, este trabalho objetiva avaliar a utilização de resíduos agroindustriais para produção de mudas de cedro.

2. Metodologia

O trabalho experimental foi conduzido na estufa do setor de Fruticultura e Silvicultura e no Laboratório de Solos do Câmpus Pelotas- Visconde da Graça, do Instituto Federal Sul-Riograndense (CaVG/IFSul), em Pelotas, RS (31°42'56.2"S 52°18'40.0" W), no período de agosto a dezembro de 2019.

As sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) foram coletadas de planta matriz do Câmpus.

Foram preparados seis substratos, com misturas (v/v) de substrato comercial Maxfertil Substratos®, casca de arroz carbonizada (CAC) e lodo, para semeadura do cedro, constituindo os seguintes tratamentos: T1 - 100% substrato comercial; T2 - 100% de casca de arroz carbonizada (CAC); T3 - 100% de lodo de arroz parboilizado; T4 - 50% de casca de arroz carbonizado (CAC) e 50% de substrato comercial; T5 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de substrato comercial e T6 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de casca de arroz carbonizada. O lodo utilizado foi proveniente do tratamento de efluente de arroz parboilizado de uma indústria beneficiadora de arroz localizada no município de Pelotas/RS, sendo que a análise química deste material encontra-se na Tabela 1. Para carbonização da casca utilizou-se um protótipo de carbonizador, levando aproximadamente três horas de queima, num processo denominado pirólise.

A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade volumétrica de 55cm³, contendo o tratamento correspondente, colocando-se duas sementes/tubete e mantidos sob irrigação manual diária. Os tubetes foram acomodados em uma grade, dentro de uma estufa sem sombrite.

As variáveis analisadas foram: Percentual de emergência, Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca de Sistema Radicular (MFSR), Massa Seca de Parte Aérea (MSPA), Massa Seca de Sistema Radicular (MSSR), Altura de Planta (AP), Comprimento da maior Raiz (CMR), diâmetro do colo (DC).

O número plântulas emergidas foi avaliado diariamente, sempre no mesmo horário, adotando-se como critério de emergência o aparecimento dos cotilédones sobre os substratos. O Índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962): $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, onde IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª... avaliação.

Aos sessenta dias após a semeadura, as plântulas foram cuidadosamente retiradas dos tubetes, removidas do substrato, através de lavagem com água, e secas à temperatura ambiente. Durante todo o processo as plântulas foram individualmente identificadas. Após, foi realizada a medida da altura de plântula e do comprimento da maior raiz, com auxílio de uma régua graduada e a medida do diâmetro do colo com paquímetro. Para a determinação de massa fresca e massa seca, todas as plântulas foram separadas em parte aérea e sistema radicular e, posteriormente, armazenadas individualmente em saquinhos de papel branco, devidamente identificados. Em seguida foi obtida a MF da parte aérea e do sistema radicular através da pesagem em balança semi-analítica e posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa a 65°C ± 10⁰C, durante aproximadamente 48h. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas obtendo-se a massa seca.

Caracteriza-se por pesquisa experimental de natureza quantitativa, conforme Pereira, Shitsuka, Parreira e Shitsuka (2018). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 20 tubetes e seis tratamentos, num total de 480 tubetes. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk e, quando atendidos os pressupostos matemáticos, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), prosseguindo para o teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$). A análise estatística foi realizada utilizando o Programa R (R Core Team, 2019).

Tabela 1 - Composição química do lodo oriundo do tratamento de efluente de parboilização de arroz.

Ensaio	R.	U.	L.Q.	V.R.
Nitrato (expresso em N) solubilizado	1,0	mg/L	0,3	10,0
Óleos e graxas na massa bruta	< 10	mg/L	10,0	-
Percentual (%) de Sólidos	76,4	%	0,3	-
pH na massa bruta	6,25	-	0-14	2 a 12,5
Sulfato (expresso em SO ₄) solubilizado	< 1,0	mg/L	1,0	250,0
Surfactantes solubilizado	0,760	mg/L	0,4	0,5

Legenda: R. = resultado; U. = unidade; L.Q. = limite de quantificação; V.R. = valores de referência. Valores de referência conforme ABNT NBR 10004:2004. Fonte: adaptado pelo autor a partir dos laudos do relatório de ensaio realizado pela EcoCerta - Laboratório de Análises Ambientais (2018).

3. Resultados e Discussão

Através da análise de variância verificou-se o efeito significativo dos substratos em todas as variáveis analisadas, exceção apenas para MSSR.

De acordo com a Tabela 2, os valores de emergência nos diferentes substratos variaram 45,62 a 67,50 %. Santos et al. (2009) obtiveram como melhor resultado 67% de emergência, trabalhando com a mesma espécie e testando diferentes profundidades de semeadura. Os tratamentos T1 (100%SC) e T5 (50% LP e 50%SC) são estatisticamente superiores ao T3 (100% LP) para emergência de plantas, isso pode ser atribuído ao fato do substrato interferir no espaço de aeração, o que pode ter afetado a germinação, principalmente no que tange a troca de gases. Scivittaro, Santos, Castilhos e Castilhos (2007) ao observarem características físicas de várias combinações de substrato, dentre eles um substrato composto por 50% CAC e 50% LP e, comparando ao substrato comercial Plantmax®, concluíram que apenas este último estava dentro da faixa considerada ótima de espaço de aeração, ou seja, entre 20-30%.

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos T1, T2, T4 e T5 para o IVE. O lodo de arroz parboilizado, utilizado singularmente como substrato, foi o que apresentou o menor IVE, com valor de 0,46, sem no entanto diferir significativamente do T6 (50% LP e 50% CAC), com 0,61. Santos et al. (2009) verificaram um máximo de IVE de 0,77 para a mesma espécie, sendo que no presente trabalho foi atingido um índice igual ou superior nos tratamentos T1, T4 e T5.

Durante a germinação, a semente madura sofre influência de vários fatores que podem interferir na capacidade e velocidade de germinação. Estes fatores podem ser água, temperatura, luz, gases, substrato, recipiente, nutrientes, inibidores bioquímicos, fauna e microrganismos (Floriano, 2004).

Para melhorar os atributos físicos químicos e biológicos é comum em viveiros de produção de mudas a mistura de materiais orgânicos. Nesse sentido, e observando-se a utilização de materiais economicamente viáveis, o lodo do arroz parboilizado e a casca carbonizada podem entrar na composição de substratos sem interferir negativamente no percentual de emergência e IVE.

Tabela 2 - Médias para índice de velocidade de emergência (IVE) e percentual de germinação (%) de sementes de *Cedrela fissilis* em diferentes substratos:

Tratamento	Emergência(%)	IVE
T1	66,87a	0,92 ^a
T2	58,12ab	0,65abc
T3	45,62b	0,46c
T4	60,62ab	0,77ab
T5	67,50a	0,84ab
T6	52,50ab	0,61bc
Média	58,54	0,71
CV (%)	13,24	17,88

T1 - 100% substrato comercial; T2 - 100% de casca de arroz carbonizada (CAC); T3 - 100% de lodo de arroz parboilizado; T4 - 50% de casca de arroz carbonizado (CAC) e 50% de substrato comercial; T5 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de substrato comercial e T6 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de casca de arroz carbonizada.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Conforme Tabela 3, os substratos T5, T3 e T6 apresentaram maior altura de planta (7,71, 7,50 e 7,27 cm, respectivamente.). Aqueles substratos que continham lodo de arroz parboilizado proporcionaram maior crescimento das

plantas. Sousa et al. (2019) verificaram que para a maioria dos parâmetros morfológicos avaliados, os biossólidos de ETEs proporcionaram crescimento superior das mudas de *L. divaricata*, em relação àsquelas produzidas com o substrato comercial.

Para diâmetro do colo, o substrato que se destacou foi o T6 (50% LP e 50% CAC). Isso pode ser atribuído em parte a maior quantidade de nutrientes presentes no lodo e a porosidade devido à combinação de dois materiais: o lodo, que segundo Guerrini e Trigueiro (2004) contribui para se diminuição na porosidade total, mesmo com a elevação proporcionada em microporosidade e a casca de arroz carbonizada, que é um material que proporciona acréscimo na porosidade, com destaque para macroporos, proporcionando um equilíbrio ao serem misturados. Esses dados corroboram com Santos et al. (2014), que ao utilizarem lodo de esgoto verificaram um aumento da fertilidade dos substratos com aumento de teores dos nutrientes, principalmente nitrogênio, cálcio e fósforo.

Segundo Melo, Abreu, Leles, Oliveira e Silva (2018), a altura e o diâmetro do colo são os parâmetros morfológicos mais utilizados para avaliação da qualidade de mudas florestais e conforme Carneiro (1995) são importantes para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo.

A maior média para comprimento da maior raiz foi obtida no tratamento com substrato comercial (T1), que não diferiu dos demais tratamentos, com exceção ao T3 (100% LP). O substrato composto de 100% de lodo pode ter apresentado o menor resultado por interferir na habilidade das raízes penetrarem no perfil. Souza et al (2019), ao estudarem dois biossólidos de ETE como substrato para mudas de açoita cavalo, verificaram uma microporosidade mais elevada que a macroporosidade, o que segundo eles pode dificultar o crescimento das raízes e a drenagem do substrato.

Tabela 3 - Médias de altura (cm), diâmetro do colo (mm) e comprimento da maior raiz de plântulas de *Cedrela fissilis* em diferentes substratos:

Tratamento	Altura(cm)	Diâmetro do colo (mm)	Comprimento da maior raiz (cm)
T1	6,11b	1,83cd	15,07a
T2	5,46b	1,53d	13,26ab
T3	7,50a	2,09bc	12,77b
T4	5,98b	1,72d	14,37ab
T5	7,71a	2,22b	14,53ab
T6	7,27a	2,62 ^a	13,4ab
Média	6,67	2,00	13,90
CV (%)	7,57	8,17	6,85

T1 - 100% substrato comercial; T2 - 100% de casca de arroz carbonizada (CAC); T3 - 100% de lodo de arroz parboilizado; T4 - 50% de casca de arroz carbonizado (CAC) e 50% de substrato comercial; T5 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de substrato comercial e T6 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de casca de arroz carbonizada.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autores.

Os maiores valores de MF de parte aérea e do sistema radicular (Tabela 4) foram obtidos pelas plântulas de cedro que estavam no substrato que continha 50% de LP e 50% de SC (T5), sem diferir estatisticamente do substrato composto por 50% de lodo e 50% de CAC (T6), sendo superiores, no caso da MFPA, inclusive ao substrato comercial (T1). Estes dados diferem

dos encontrados por Villela (2007) que teve o menor resultado para massa fresca de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild) ao utilizar substrato composto de 50% de LP e 50% CAC.

Segundo Ferreira et al. (2015) a composição química do substrato pode influenciar na disponibilidade de nutrientes, influenciando assim no acúmulo de fitomassa da cultura. Observou-se neste experimento que a casca de arroz carbonizada utilizada isoladamente confere os menores índices de acúmulo de biomassa nas plantas, tanto em parte aérea como no sistema radicular (Tabela 2). Rota e Pauletti (2008) verificaram que a adição de mais de 50% de CAC ao substrato eleva demasiadamente o pH afetando o desenvolvimento de mudas de amor perfeito (*Viola bicolor*).

Quanto à massa seca apenas para a parte aérea houve diferenças significativas entre os substratos estudados (Tabela 3). O T5 (50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de substrato comercial) apresentou o melhor resultado (3,72 g), mas não diferiu dos tratamentos T6, T3 e T1. Notou-se que os tratamentos citados com melhor performance para esta variável possuíam na sua composição o lodo de arroz parboilizado, com exceção apenas do T1 que é o substrato comercial. Isso pode ser atribuído ao fato da casca de arroz carbonizada ser um material pobre em nutrientes, apresentando apenas o teor de K (K_2O) mais elevado (Guerrini & Trigueiro, 2004). Sousa et al. (2019), utilizando biossólido de tratamento de esgoto como substrato para mudas de açoita cavalo (*Luehea divaricata*), também verificaram maior massa seca de parte aérea em substratos contendo lodo em comparação aos substratos comerciais. Já Trigueiro e Guerrini (2014) verificaram que o substrato comercial proporcionava melhor resultado para massa seca de parte aérea, na aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), do que substratos compostos de biossólido e casca de arroz carbonizada.

Tabela 4 - Médias de massa fresca e seca de parte aérea e sistema radicular de plântulas de *Cedrela fissilis* em diferentes substratos.

Tratamento	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA(g)	MSSR (g)
T1	7,34cd	5,78ab	2,5ab	1,83ns
T2	3,88d	3,38c	1,70b	1,44
T3	9,73bc	4,16bc	2,73ab	1,49
T4	5,01d	4,25bc	1,92b	1,66
T5	14,19a	7,85a	3,72 ^a	2,01
T6	14,08ab	7,25a	3,60 ^a	2,46
Média	9,04	5,45	2,70	1,82
CV (%)	21,86	16,97	24,36	28,58

T1 - 100% substrato comercial; T2 - 100% de casca de arroz carbonizada (CAC); T3 - 100% de lodo de arroz parboilizado; T4 - 50% de casca de arroz carbonizado (CAC) e 50% de substrato comercial; T5 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de substrato comercial e T6 - 50% de lodo de arroz parboilizado e 50% de casca de arroz carbonizada.

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autores.

4. Conclusões

Os resíduos agroindustriais estudados, em especial o lodo, misturados ao substrato comercial, reduzem os custos de produção, proporcionando mudas de melhor crescimento e qualidade, podendo ser indicados para produção de mudas de cedro, constituindo-se em uma solução ambientalmente correta para destinação do mesmo.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, testar os substratos em outras espécies florestais, para consolidação das informações obtidas neste trabalho.

Referências

- Anuário Brasileiro do Arroz 2019. (2018) Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018, 96.
- Araújo, C. S., Lunz, A. M. P., Santos, V. B., Andrade Neto, R. C., Nogueira, S. R., & Santos, R. S. (2020). Use of agro-industry residues as substrate for the production of *Euterpe precatoria* seedlings. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50. doi: 10.1590/1983-40632020v50i5058709.
- Barstow, M. (2018). *Cedrela fissilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T33928A68080477. 10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en.
- Brasil. Portaria nº 443, de 17 de dez. de 2014 do Ministério do Meio Ambiente. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, Anexo nº 1, Diário Oficial da União, 18 de dez. de 2014.
- Carneiro, J. G. A. (1995). *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451 p.
- Carvalho P. E. R. (2005). *Cedro*. Colombo: Embrapa Florestas. 17p. (Circular Técnica, 113).
- Chinatto, E., Baldissera, F. G., & Avila, A. L. (2011). Caracterização e avaliação da germinação de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* (Vell.) submetidas a diferentes substratos. *Unoesc & Ciência*, 2 (2), 129-138.
- Covre, W. P., Pereira, W. V. S., Gonçalves, D. A. M.; Teixeira, O. M. M., Amarante, C. B., & Fernandes, A. R. (2020). Phytoremediation Potential of *Khaya ivorensis* and *Cedrela fissilis* in Copper Contaminated Soil. *Journal of Environmental Management*, 268: 110733. 10.1016/j.jenvman.2020.110733.
- Cherobini, E. A. I., Muniz, M. F. B., & Blume, E. (2008) Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. *Ciência Florestal*, 18 (1), 65-73. 10.5902/19805098511.
- Ferreira, M. de C., Costa, S. M., & Pasin, L. A. A. (2015). Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau ferreira. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais*, 3 (2), 120-124. 10.14583/2318-7670.v03n02a08.
- Figuerêdo, K. S., Silva, R. R., Dias, M. A. R., Freitas, G. A.; Ribeiro, M. M. C., & Melo, A. V. (2014). Addition of rice hulls in different substrates to *Eucalyptus globulus* seedlings production. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 5(1), 71-78. 10.20873/jbb.uft.cemaf.v5n1.figueredo.
- Floriano, E. P. (2004). *Germinação e dormência de sementes florestais*. Caderno didático, 2, Santa Rosa.
- Fonseca, E. F., Silva, G. O., Terra, D. L. C. V., Souza, P. B. (2017). Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. *Revista Desafios*, 4(4), 32-40.
- Gomes, A. D. V. & Freire, A. L. O. (2019) Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função do substrato e sombreamento. *Scientia Plena*, 15 (11). 10.14808/sci.plena.2019.110203.
- Gradin, J. & Techio, J. W. (2014). Potencial de fitorremediação de algumas espécies do bioma mata atlântica. In Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte: IBEAS. <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/IV-014.pdf>.
- Guerrini, I. A. & Trigueiro, R. M. (2004). Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 1069-1076.
- Kratz, D. & Wendling, I. (2016). Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. *Revista. Ceres*, 63 (3), 348-354.
- Leonel, H. M., Fernandes, M. A., Mendes, L. G. G. & Oliveira, N. (2018). Logística verde e a destinação do lodo de ETA e de ETE: uma abordagem teórica. In: V Congresso of Industrial management and aeronautical technology. São José dos Campos: FATEC. <https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/96>.
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 155p.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176-177.
- Melo, L. A., Abreu, A. H. M.; Leles, P. S. S., Oliveira, R. R. & Silva, D. T. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 28(1), 47-55.
- Paredes-Villanueva, K., López, L., Cerrillo, R. M. N. (2016). Regional chronologies of *Cedrela fissilis* and *Cedrela angustifolia* in three forest types and their relation to climate. *Trees*, 30 (5), 1581-1593. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-016-1391-8>.
- Pereira, A. C. A. & Garcia, M. L. (2017). Disposição de lodo de ETE de indústria alimentícia no solo: efeitos na água subterrânea. *Geociências*, São Paulo, 36(2), 275-283. https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volum_e36_2_files/36-2-artigo-06.pdf
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed.UAB/NTE/UFSM.. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

- Pereira, M. O., Navroski, M. C., Hoffmann, P. M., Grabias, J., Blum, C. T., Nogueira, A. C., & Rosa, D. P. (2017). Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16 (4), 376-385. 10.5965/10.5965/223811711642017376.
- R Core Team. R: (2019). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ribeiro, J. G., Leles, P. S., Fonseca, A. C., Sousa, T. J. S. & Santana, J. E. S. (2018) Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de duas espécies florestais utilizadas na arborização urbana. *REVSBAU*, Curitiba, 13(2), p. 01-12. 10.5380/revsbau.v13i2.63592.
- Rodrigues E., Cassas F., Conde B. E, Da Cruz C., Barretto E. H. P, Santos, G., Figuera, G. M., Passero, L. F. D., Santos, M. A., Gomes, M. A. S., Matta, P., Yazbek, P., Garcia, R. J. F., Braga, S., Aragaki, S., Honda, S., Sauini, T., Fonseca-Kruel, V. S., & Tickin, T. (2020) Participatory ethnobotany and conservation: a methodological case study conducted with quilombola communities in Brazil's Atlantic Forest. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16. 10.1186/s13002-019-0352-x
- Rota, L. D. & Pauletti, G. F. (2008). Efeito da adição de casca de arroz em substrato comercial a base de turfa na produção de mudas de *Viola tricolor* L. *Revista Brasileira de Agrobiologia*, Pelotas, 14 (3-4), p.45-48.
- Santos, S. S., Moura, M. F., Guedes, R. S., Gonçalves, E. P., Alves, E. U. & Melo, P. A. F. R. (2009). Emergência e vigor de plântulas de *Cedrela fissilis* L. em função de diferentes posições de profundidades de semeadura. *Revista Biotemas*, 22 (4), 45-52.
- Santos, F. E. V., Kunz, S. H., Caldeira, M. V. W., Azevedo, C. H. S. & Rangel, O. J. P. (2014). Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 18 (9), 971-979.
- Sakuragui, C. M., Stefano, M. V., & Calazans, L. S. B. (2013). Meliaceae. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Scivittaro, W. B., Santos, K. F., Castilhos, D. D. & Castilhos, R. M. V. (2007). *Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).
- Sousa, T. J. S., Alonso, J. M., Leles, P. S. S., Abel, E. L. S., Ribeiro, J. G. & Santana, J. E. S. (2019) Mudas de *Luehea divaricata* produzidas com biossólidos de duas estações de tratamento de esgoto. *Advances in Forestry. Science*, Cuiabá, 6 (2), 595-601.
- Trazzi, P. A., Caldeira, M. V. W., Reis, E. F. & Silva, A. G. (2014). Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. *Cerne*, Lavras, 20(2), 293-302.
- Trigueiro, R. M. & Guerrini, I. A. (2014). Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. *Revista Árvore*, 38(4), 657-665.
- Vaz, V. M.; Gonçalves, D. S. & Souza, P. B. (2018). Influência da casca de arroz carbonizada no desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (VELL.) Morong. *UNICIÊNCIAS*, 22(2), 76-80.
- Vieira, A. C. C., Terra, D. L. C. V., Fonseca, E. F. & Souza, P. B. (2019). Utilização de resíduos agroindustriais na produção de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão). *Magistra*, Cruz das Almas, 30, 86-93.
- Villela, A. T. (2007) *Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de acácia negra (Acacia mearnsii de Wild)*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil.
- Zacharias, S. R., Cuadrado-Pachón, D., Oliveira, L. P., Batista, S. G, Arruda, R. do C. de O. & Bortolotto, I. M. (2020) Plantas lenhosas conhecidas para tecnologia em um assentamento rural no cerrado. *Revista Etobiología*, 18(2), 41-61. Recuperado de: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/317/368>.