



## PRODUÇÃO DE MUDAS DE CALÊNDULA EM SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E LODO PROVENIENTE DO TRATAMENTO DE ESGOTO

### PRODUCTION OF MARIGOLD SEEDLINGS IN SUBSTRATES BASED ON AGROINDUSTRIAL RESIDUES AND SLUDGE FROM SEWAGE TREATMENT

<sup>1</sup>Thais Wacholz Köhler, <sup>2</sup>Roberta Jeske Kunde, <sup>3</sup>Ivan dos Santos Pereira, <sup>4</sup>Adilson Luis Bamberg

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos a base de lodo de estação de tratamento de esgoto domiciliar (LETE) e resíduos agroindustriais na produção de mudas de calêndulas (*Calendula officinalis* L.). O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Embrapa Clima Temperado situada em Pelotas-RS, no período de 17/05 a 07/06/2017. Os tratamentos avaliados foram: T1: Testemunha (Substrato comercial Beifort®), T2: 33,3% LETE + 33,3% cinza de casca de arroz + 33,3% bagaço de cana-de-açúcar, T3: 16,65% LETE + 41,67% cinza de casca de arroz + 41,67% bagaço de cana-de-açúcar, T4: 12,48% LETE + 43,76% cinza de casca de arroz + 43,76% bagaço de cana-de-açúcar, T5: 8,32% LETE + 45,84% cinza de casca de arroz + 45,84% bagaço de cana-de-açúcar e T6: 4,16% LETE + 41,07% cinza de casca de arroz + 54,76% bagaço de cana-de-açúcar. O delineamento experimental adotado foi o de bloco casualizados com seis tratamentos e três repetições, sendo cada uma das repetições constituídas de 16 plantas. Foram avaliadas as variáveis: percentual de germinação e de mortalidade e altura da parte aérea aos 7, 14 e 21 dias. Conclui-se que a proporção de 16,65% de LETE + 41,67% de cinza de casca de arroz + 41,67% de bagaço de cana-de-açúcar resultou em condições mais favoráveis para a germinação e desenvolvimento inicial de calêndulas.

**Palavras chave:** lodo de esgoto, substratos alternativos, *calendula officinalis* L.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of different substrates based on sludge from a household sewage treatment plant (LETE) and agroindustrial residues on the production of calendula (*Calendula officinalis* L.).

<sup>1</sup> Discente, Curso de Tecnologia em gestão ambiental

<sup>2</sup> Prof. Dra. Universidade Católica de Pelotas

<sup>3</sup> Prof. Dr. Universidade Católica de Pelotas

<sup>4</sup> Pesquisador Dr. EMBRAPA

seedlings. The work was conducted in a greenhouse belonging to the Embrapa Clima Temperado located in Pelotas-RS, in the period from 17/05 to 07/06/2017. The treatments evaluated were: T1: attestant (Beifort® Substrate commercial), T2: 33.3% LETE + 33.3% rice husk ash + 33.3% sugarcane bagasse, T3: 16.65% LETE + 41.67% rice hull ash + 41.67% sugarcane bagasse, T4: 12.48% LETE + 43.76% rice husk ash + 43.76% sugarcane bagasse, T5: 8.32% LETE + 45.84% rice husk + 45.84% sugarcane bagasse and T6: 4.16% LETE + 41.07% rice husk ash + 54.76% sugarcane bagasse. The experimental design was randomized block with six treatments and three replicates, each of the replicates consisting of 16 plants. Were evaluated the variables: percentage of germination and mortality and plant height at 7, 14 and 21 days. It is concluded that the proportion of 16.65% of LETE + 41.67% of rice husk ash + 41.67% of sugarcane bagasse resulted in more favorable conditions for the germination and initial development of calendulas.

**Keywords:** sewage sludge, alternative substrates, *calendula officinalis* L.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a espécie *Calendula officinalis* L. é conhecida popularmente como calêndula, mal-me-quer, maravilha, mal-me-quer-dos-jardins, margarida-dourada, calêndula do campo, calêndula do jardim, maravilhas do campo e possui flores coloridas, variando do amarelo ao alaranjado. É uma herbácea anual, porém desenvolve-se melhor e é mais produtiva quando cultivada no inverno, sendo resistente a geadas leves (MONTANARI, 2000). Sua propagação dá-se exclusivamente por sementes, mas podem necessitar de tratamento para superar a dormência.

A calêndula é cultivada em todo o mundo, inclusive no Brasil, devido as suas propriedades medicinais e potencial ornamental (BERTONI et al., 2006). Suas flores são utilizadas em forma de chá, compressas ou extratos contra afecções dermatológicas, com ação antipruriginosa, anti-inflamatória e cicatrizante, fazendo parte da composição de preparações de medicamentos para tratamento de eritemas solares, queimaduras e dermatoses secas (SIMÕES, 2003; PAGNANO et al., 2008).

O crescimento populacional e a atividade antrópica têm causado impactos negativos ao meio ambiente, e a preocupação com a conservação dos recursos

naturais é cada vez maior. Esse crescimento tem gerado grandes desafios, como produção de água de boa qualidade, coleta e tratamento de esgoto; e gerenciamento e disposição de resíduos sólidos.

Durante o processo de tratamento de esgoto é gerado um subproduto chamado de lodo de estação de tratamento de esgoto (LETE) que após passar por tratamento que garanta sua segurança para uso agrícola é considerado como bio-sólido. A disposição final dos lodos gerados nas estações de tratamento de esgoto (ETEs) vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes nos dias de hoje. A grande quantidade de lodos gerada pelas ETEs exige procedimentos adequados de disposição no ambiente, pois podem apresentar metais pesados, agentes patogênicos e quando descartados de forma irregular, podem liberar grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e outros, resultando em contaminação ambiental principalmente do solo e dos recursos hídricos como rios, córregos e lençol freático.

Ao longo dos últimos anos, diversas alternativas tecnológicas foram propostas para o destino desse resíduo, tais como a disposição direta em aterros sanitários, emprego na construção civil, indústria cerâmica e geração de energia, além de outras aplicações industriais diversas. No Brasil, a resolução do CONAMA 375/2006 foi criada recomendando que os lodos gerados no Brasil sejam aplicados em áreas agrícolas, para motivar a reciclagem desses resíduos de forma barata, sustentável e ambientalmente segura.

Estudos demonstraram a viabilidade de uso do lodo de esgoto como matéria-prima na formulação de substratos. A formulação de misturas a base de LETEs e resíduos agroindustriais gerados regionalmente como a cinza de casca de arroz e do bagaço da cana-de-açúcar permite um ganho ambiental, além de apresentar baixo custo, reduzindo os gastos na produção de mudas.

Para a produção de mudas, alguns fatores são de grande importância, como o substrato, a semente, o volume do recipiente, e o manejo das mudas. Dentre

esses fatores, um dos mais importantes é a composição dos substratos, uma vez que a germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento de estacas estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (CALDEIRA et al., 2000). Os substratos podem ser compostos por um único material ou pela formulação de diferentes tipos de materiais, contudo, devem apresentar características físicas, químicas e biológicas adequadas, além de disponibilidade de aquisição, fácil manuseio e transporte (DELARMELINA et al., 2013). Os resíduos orgânicos, quando utilizados na composição de substratos, promovem o crescimento dos organismos, melhoram o nível de fertilidade e aumentam a capacidade de troca de cátions, afetando diretamente a qualidade das mudas (KNAPIK et al., 2005).

A utilização de resíduos orgânicos urbanos na composição de substratos é uma alternativa que pode ser viável na produção de mudas, como é o caso do lodo de esgoto (SANTOS et al., 2013). Este resíduo pode ser usado como fonte de matéria orgânica e de nutrientes, demonstrando resultados satisfatórios quando combinado como componente orgânico na formulação de substratos (GUERRINI & TRIGUEIRO, 2003; TRAZZI, 2011; CALDEIRA et al., 2012; CALDEIRA et al., 2013; DELARMELINA et al. 2013).

Os primeiros a utilizarem substratos no Brasil foram produtores de flores, principalmente os localizados em Holambra (SP), por isso a maioria das grandes empresas do ramo estão localizadas na região (FERMINO, 2014). Levantamento realizado pela Abisolo (2009) estima que o mercado brasileiro utilize cerca de 900 mil metros cúbicos por ano. A qualidade do substrato resulta da combinação de suas propriedades químicas e físicas, as quais podem ser ajustadas pela formulação de misturas duplas ou triplas (NEGREIROS et al., 2003).

Os substratos devem apresentar capacidade de retenção, disponibilidade de água e porosidade adequadas, estabilidade de estrutura, além de estarem livres de patógenos, de pragas, de sementes de espécies invasoras e de substâncias nocivas ao desenvolvimento das plantas. Os materiais mais utilizados na composição de

substratos são: turfa, vermiculita, argila, areia, argila expandida, ardósia expandida, poliestireno expansível, espuma fenólica, casca de arroz carbonizada, fibra de madeira, chips de madeira, fibra de coco, entre outros (KAMPF, 2000). Devido à crescente produção comercial de mudas de plantas ornamentais, buscam-se substratos que proporcionam melhor crescimento e floração, e sejam obtidos a baixo custo.

De um modo geral, resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente utilizados como componentes de substratos, sendo uma alternativa para minimizar o impacto ambiental decorrente da sua destinação, além de gerar produtos de baixo custo. No entanto, são escassas as informações a respeito do uso desses materiais na produção de mudas de calêndula. Baseado nessas informações, o trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de calêndula quanto a germinação, altura e mortalidade das mudas produzidas em substratos compostos com diferentes proporções de lodo de esgoto, cinza de casca de arroz e bagaço de cana-de-açúcar.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi conduzido durante o período de 17/05/17 a 07/06/17 em casa de vegetação pertencente à Embrapa Clima Temperado, localizada na BR 392, Km 78, 9º Distrito de Pelotas–RS, cuja localização geográfica é de: 31º40'S e 52º26'W; 60 m de altitude. O clima da região pode ser classificado como temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes.

Para formulação do substrato, foram utilizadas diferentes doses de lodo de estação de tratamento de esgoto (LETE) de cinza da casca de arroz e o bagaço da cana-de-açúcar. O LETE foi solarizado, moído e passado em peneira de 8mm. O bagaço da cana-de-açúcar foi obtido a partir de colmos colhidos manualmente, que tiveram sua palha removida, sendo passados em moinho para extração do caldo, resultando no bagaço, que posteriormente foi seco em estufa agrícola a 25°C.

Depois da secagem, o bagaço foi triturado em triturador para material orgânico, e peneirado em malha de 8mm (Figura 1).



**Figura 1.** Cinza de casca de arroz peneirada (A); bagaço de cana-de-açúcar após extração do caldo (B). Fonte: Thais Wacholz Kohler.

A cinza da casca de arroz foi peneirada de modo que a granulometria final foi 100% <4,00 mm e >0,3mm. Após a adequação dos materiais foram formuladas as misturas dos substratos estudados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Proporções das misturas de lodo de estação de tratamento de esgoto (LETE), cinza de casca de arroz e bagaço de cana-de-açúcar para a composição do substrato alternativo.

| Tratamento | LETE                                       | Cinza  | Bagaço de cana-de-açúcar |
|------------|--|--------|--------------------------|
| T1         | Testemunha: Substrato Comercial - Beifort® |        |                          |
| T2         | 33,3%                                      | 33,3%  | 33,3%                    |
| T3         | 16,65%                                     | 41,67% | 41,67%                   |
| T4         | 12,48%                                     | 43,76% | 43,76%                   |
| T5         | 8,32%                                      | 45,84% | 45,84%                   |
| T6         | 4,16%                                      | 41,07% | 54,76%                   |



Após a formulação dos substratos, foi realizada a análise granulométrica de cada um dos tratamentos. Para a análise de granulométrica foram utilizadas 100 gramas de cada tratamento, com três repetições, passadas em conjunto de peneiras das seguintes malhas: 4,76; 2,00; 1,00; 0,50; e <0,50 mm, sob agitação manual durante 3 minutos. Após a agitação, o material retido em cada peneira foi pesado, sendo calculado o valor percentual relativo ao peso total da amostra (100 gramas = 100%). Os percentuais encontrados em cada tratamento encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Distribuição granulométrica dos substratos formulados a base de lodo de estação de tratamento de esgoto, cinza de casca de arroz e bagaço de cana de açúcar.

| GRANULOMETRIA |         |         |         |         |          |
|---------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Tratamento    | 4,76 mm | 2,00 mm | 1,00 mm | 0,50 mm | <0,50 mm |
| T1            | 1,42%   | 16,49%  | 24,97%  | 19,31%  | 37,81%   |
| T2            | 2,45%   | 28,40%  | 29,72%  | 28,34%  | 11,09%   |
| T3            | 3,36%   | 27,40%  | 25,32%  | 16,26%  | 27,66%   |
| T4            | 2,41%   | 19,85%  | 24,99%  | 37,08%  | 15,67%   |
| T5            | 2,20%   | 19,98%  | 21,94%  | 19,10%  | 36,78%   |
| T6            | 2,04%   | 18,86%  | 24,27%  | 21,54%  | 33,29%   |

Para a semeadura, foram utilizadas sementes de *Calendula officinalis* L. da cultivar Bonina Sortida (Isla®). Previamente à semeadura, as sementes foram submetidas a tratamento de quebra de dormência, onde foram distribuídas sobre uma folha de papel mata-borrão umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel (Figura 2) e levadas para geladeira a uma temperatura entre 5-10°C, onde permaneceram por 7 dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).



**Figura 2.** Sementes de *Calendula officinalis* L. submetidas a tratamento de quebra de dormência.  
Fonte: Thais Wacholz Kohler.

Após esse período, as sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido, totalizando 96 células (16 repetições x 6 tratamentos) contendo os substratos nas diferentes formulações (tratamentos). A semeadura foi realizada dia 17/05/2017 e as bandejas permaneceram em estufa climatizada por 10 dias em temperatura constante de 25°C, sendo levadas, após esse período, para casa de vegetação para aclimatização. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: taxa de germinação, altura da parte aérea e taxa de mortalidade aos 21 dias após a semeadura.

Os resultados obtidos nesse experimento foram submetidos à análise de variância, e quando diferenças significativas foram observadas, as médias foram comparadas pelo teste Duncan, a 5% de probabilidade através do software Winstat 2.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

## RESULTADOS

Pôde-se verificar que, dentre os tratamentos avaliados, T2 (33,3% LETE, 33,3% cinza, 33,3% bagaço de cana-de-açúcar) apresentou os maiores percentuais



de taxa de mortalidade (Tabela 3). Esses resultados podem estar relacionados à maior proporção de LETE neste tratamento quando comparado aos demais. Altas proporções de LETE favorecem a retenção de água em excesso, prejudicando as fases iniciais da cultura. Santos et al. (2017) avaliando a influência do lodo de esgoto sobre a germinação de sementes de marmeleiro (*Alibertia edulis*) verificaram que altas proporções de lodo foram prejudiciais a germinação das sementes. Adicionalmente, estes autores concluíram que baixas e médias proporções de lodo em substratos podem ser benéficas às plantas por conter grande quantidade de matéria orgânica e nutriente.

**Tabela 3.** Valores médios de taxa de germinação (%), altura da parte aérea (cm) e taxa de mortalidade (%) aos 21 dias após a semeadura de plântulas de calêndula sob diferentes substratos formulados a base de lodo de estação de tratamento de esgoto, cinza de casca de arroz e bagaço de cana de açúcar.

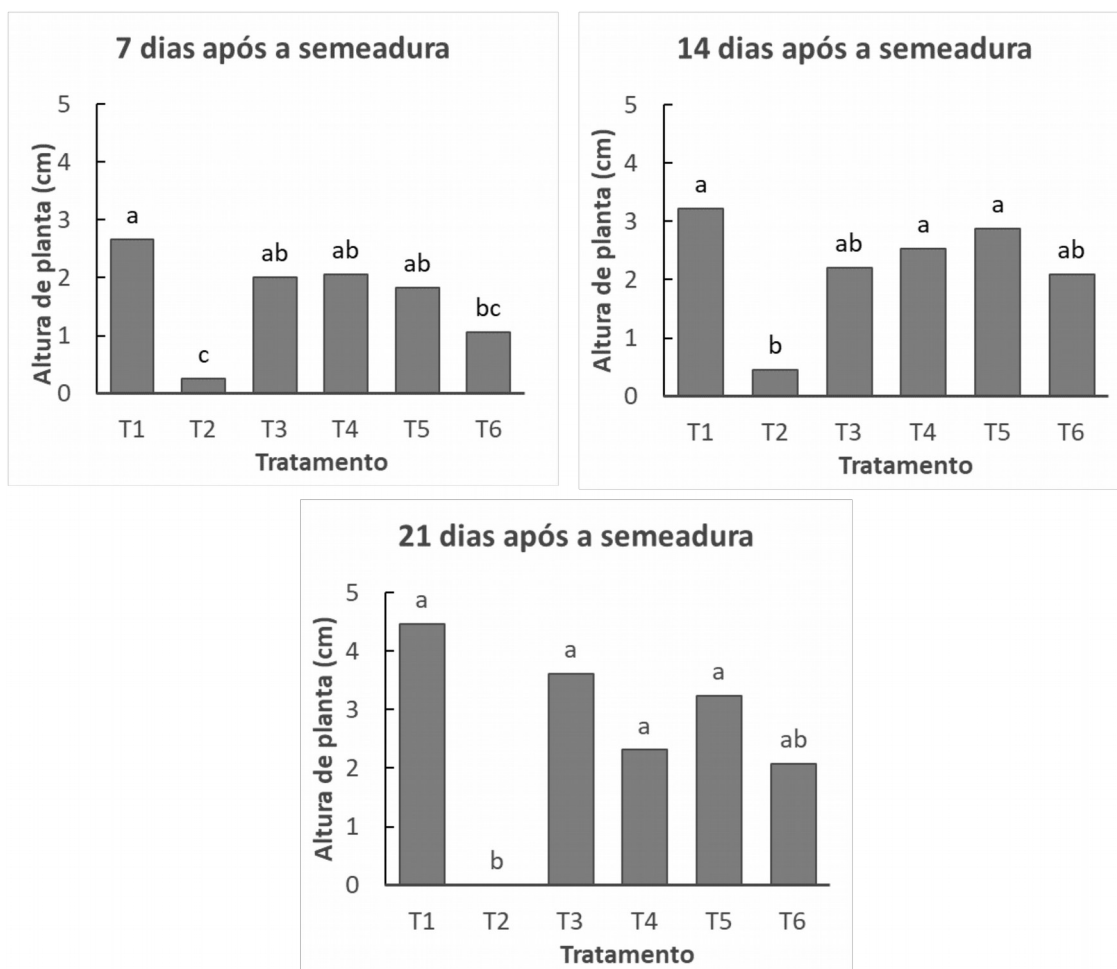
| TRATAMENTO | TAXA DE GERMINAÇÃO (%) | ALTURA DA PARTE AÉREA (cm) | TAXA DE MORTALIDADE (%) |
|------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| T1         | 37,50 a                | 4,22 a                     | 0,00 b                  |
| T2         | 18,75 a                | 0,00 b                     | 100,00 a                |
| T3         | 56,25 a                | 3,60 a                     | 22,20 b                 |
| T4         | 43,75 a                | 3,24 a                     | 28,50 b                 |
| T5         | 50,00 a                | 3,64 a                     | 25,00 b                 |
| T6         | 50,00 a                | 3,00 ab                    | 12,50 b                 |

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para o percentual de germinação. Entretanto, com relação aos valores numéricos, o maior

percentual de germinação pôde ser observado no tratamento T3 (16,65% LETE, 41,67% cinza da casca de arroz e 41,67% de bagaço de cana-de-açúcar). Esse fato deve-se possivelmente em função da boa relação entre os componentes do substrato, que garantiu condições favoráveis de nutrição, fornecimento de água e aeração do substrato para o desenvolvimento das mudas.

Apesar de não ter apresentado um bom percentual de germinação, constatou-se no tratamento T1 (substrato comercial Beifort®) o menor índice de mortalidade (0%) e maior altura da parte aérea aos 21 dias. De acordo com Neto et al. (2013), os substratos comerciais devem apresentar como características uma adequada porcentagem de microporos para a produção de mudas, o que lhe confere capacidade de retenção de água satisfatória, influenciando positivamente o desenvolvimento das plântulas, conforme foi constatado neste experimento.

Considerando a variável altura de plantas, com exceção do T2 e T6 (maior e menor dose de LETE, respectivamente) os demais substratos apresentaram altura de planta estatisticamente iguais ao substrato comercial, nas três datas avaliadas, ou seja, aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura (figura 3). Isso demonstra que as formulações alternativas apresentaram desempenho compatível com o substrato comercial tido como testemunha.



**Figura 3.** Valores médios de altura de planta (cm) avaliada aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura de plântulas de calêndula sob diferentes substratos formulados a base de lodo de estação de tratamento de esgoto, cinza de casca de arroz e bagaço de cana de açúcar.

De modo geral, pôde-se observar que a taxa de germinação da cultura foi afetada por algum fator externo ao experimento, como por exemplo, a efetividade da quebra de dormência, ou condições hídricas do substrato na ocasião da semeadura. É importante considerar que esse trabalho se propôs a avaliar o desempenho de substratos desenvolvidos a partir de resíduos agroindustriais sobre a fase inicial da cultura da calêndula, ou seja, até a fase de transplante das mudas. Considerando-se as variáveis analisadas, pode-se inferir que os melhores resultados ocorreram com

as doses intermediárias de LETE (8,32%, 12,48% e 16,65 % de LETE). Dessa forma, recomenda-se que os trabalhos de pesquisa possam avaliar o desempenho de formulações similares, contemplando todas as fases da cultura, além de validar as mesmas formulações para outras espécies ornamentais.

## CONCLUSÕES

Baseado nos resultados conclui-se que é possível a utilização de substratos a base de LETE e resíduos agroindustriais até a proporção de 16,65%, pois concentrações acima deste valor afetam negativamente o desenvolvimento da planta.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, B.W. et al. Micropropagação de *Calendula officinalis* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.2, p.48-54, 2006.
- CALDEIRA M.V.W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, v. 28, n.1-2, p.19-30, 2000.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Bio sólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Revista Floresta (Online)**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013.
- DELARMELINA, W. M. et al. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.
- FERMINO, H. F. Substratos: Composição, caracterização, e métodos de análise. **Agrolivros**. Guaíba, 112 p., 2014.
- KÄMPF, A.N. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agropecuária, 2000.

KNAPIK, J. G. et al. Crescimento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, PR, v. 51, p. 33-44, 2005.

MONTANARI JUNIOR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Revista Agroecológica**, v.1, n.2, p.24-25, 2000.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRAGA, L. R.; BRUCKNER, C. H. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.294, p. 243-249, 2003.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. Sistema de análise estatística para windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003.

NETO, J. J. S. et al. Influência de substratos alternativos para produção de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.). **Revista AGROTEC** – v. 34, n. 1, p 21–29, 2013.

PAGNANO, L. de O. et al. Morfometria de fibroblastos e fibrócitos durante o processo cicatricial na pele de coelhos da raça Nova Zelândia Branco tratados com calêndula. *Ciência Rural*, v.38, n.6, p.1662-1666, 2008.

SANTOS, F. E. V. **Produção de mudas de *Aegiphila sellowiana* Cham em diferentes substratos com lodo de esgoto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

SANTOS, J. S. et al. Influência do lodo de esgoto sobre a germinação de sementes de *alibertia edulis* (rich) a. rich ex dc. (rubiaceae). 1º Simpósio Científico sobre Recursos Naturais- SCRn, 2017.

SIMÕES, C. M.O. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 1102p.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F**. Jerônimo Monteiro: UFES, 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

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