



Resíduos da fabricação de cuia e de pedra ametista: substratos alternativos na produção de mudas

Gourd of manufacturing and amethyst stone: alternative substrate for the production of seedlings

Marcos Vinícius Marques Pinheiro¹, Maria Inês Diel², Denise Schmidt³, Oscar Valeriano Sánchez Valera⁴, , Maicon Desconsi³, Gilnei Riboli Bonetti³

¹Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Estadual do Maranhão, 65055-310 São Luís, MA, Brasil

²Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000 – Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria – RS, Brasil

³Laboratório de Cultura de Tecidos e Extrativos Aromáticos, Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, Linha Sete de Setembro s/n, 98.400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: denise@ufsm.br

⁴Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, campus Tezonapa, Mexico

Recebido em: 12/06/2018

Aceito em: 10/11/2019

Resumo: A fabricação de cuia e artesanatos, bem como a extração de pedra ametista, apresentam elevada importância econômica e social para o estado do Rio Grande do Sul. No entanto, o trabalho dos artesãos e as atividades mineiras resultam em elevado volume de resíduos que não possuem destinação adequada, provocando danos ambientais. Assim, o objetivo foi avaliar o potencial de utilização dos resíduos da fabricação de cuias (RFC) e da extração de pedra ametista (REP) como alternativas de substrato para a produção de mudas de alface e tomateiro, no período de abril a maio de 2014 em Frederico Westphalen, RS. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições para cada experimento. Os tratamentos dos experimentos foram: T1 - 100% substrato comercial (SC), T2 - 25% resíduo (RFC ou REP) + 75% SC, T3 - 50% resíduo + 50% SC, T4 - 75% resíduo + 25% SC, e T5 - 100% resíduo; sendo avaliados índice de velocidade de emergência e porcentagem de germinação. A partir dos resultados, foi possível observar que a utilização de RFC ou REP na proporção de 25%, como componente de substrato comercial, não afeta a germinação das sementes de alface e tomate. Dessa forma, recomenda-se a adição de resíduos da fabricação de cuia e extração de pedra ametista ao substrato para reduzir os custos de produção de mudas e do impacto ambiental.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, *Lycopersicon esculentum*, Porcentagem de germinação, Índice de velocidade de emergência

Abstract: The manufacture of the gourd and derivative handicrafts as well as amethyst stone extraction have high economic and social importance for the state of Rio Grande do Sul. However, the work of artisans and mining activities result in large amounts of waste that do not have proper disposal, causing damage environmentally. Thus, the objective was to evaluate the potential use of residues from the manufacture of “cuia”(RFC) and amethyst stone extraction (REP) as a substrate alternative for the production of lettuce and tomato seedlings in the period April-May 2014 in Frederico Westphalen, RS. We used a completely randomized design with five treatments and five repetitions for each of the experiments. The experiments were: T1 - 100% commercial substrate (SC), T2 - 25% residue (RFC or REP) + 75% SC, T3 - 50% residue + 50% SC, T4 - 75% residue + 25% SC and T5 - 100% waste; being evaluated the emergence speed index and percentage of germination. From the results, it was observed that the use of RFC or REP in a proportion of 25% as a commercial substrate component does not affect seed germination of lettuce and tomato. Therefore, it is recommended the addition of waste from the manufacture of gourd and amethyst stone extraction to the substrate to reduce short production of seedlings and environmental impact.

Key words: *Lactuca sativa*, *Lycopersicon esculentum*, Percentage of germination, Emergency speed index





Introdução

A produção de mudas de hortaliças constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho final das plantas (Nadai et al., 2015). Normalmente, esta produção é dependente da utilização de fertilizantes minerais no qual são baseados tanto em combustíveis fósseis quanto em depósitos de minerais (Sigurnjak et al., 2016). A combinação de resíduos orgânicos com fertilizantes inorgânicos torna-se uma estratégia capaz de reduzir a taxa de fertilizantes inorgânicos adicionados normalmente ao solo, diminuindo assim, os riscos de degradação dos solos e a lixiviação de nutrientes, mantendo ao mesmo tempo a qualidade do solo (Hernández et al., 2016).

Na tentativa de encontrar soluções para minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos urbanos e agroindustriais, vem se buscando alternativas para a composição de substratos, como por exemplo, pó de basalto e casca de arroz carbonizada (Costa et al., 2014) casca de arroz queimada e bagaço de cana-de-açúcar (Diel et al., 2016), palha de café e casca de pinus (Caldeira et al., 2013); esterco bovino e caprino (Neto et al., 2014); fibra de coco, casca de pinus carbonizada, calcário, casca de urucum e serragem de MDF (Massad et al., 2015), dentre outros.

Geralmente, o sucesso da produção de mudas está na escolha de um bom substrato que deve ter base física e nutricional para o desenvolvimento vegetal (Silveira et al., 2002); características de economia hídrica; boa aeração; capacidade de retenção de água e nutrientes; elevada estabilidade estrutural; resistência à decomposição e sanidade (Kämpf, 2005). Dessa forma, resíduos agroindustriais podem ser utilizados em composição junto a substratos de origem inorgânicos, os quais possuem elevado custo, encarecendo a produção.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais como componentes de substratos orgânicos, pode garantir a obtenção de material alternativo, de baixo custo, fácil disponibilidade e ainda auxiliar na redução do acúmulo no ambiente (Massad et al., 2015). Por exemplo, no Rio Grande do Sul o processo de fabricação de cuias e artesanatos derivados do porongo (*Lagenaria siceraria*) cultivada em várias propriedades do estado, gera o pó de cuia como resíduo. Ainda no

estado do Rio Grande do Sul, a extração de pedra ametista, principalmente no município de Ametista do Sul no qual aponta como maior produtor de geodos de Ametista a nível mundial, gerando cerca de 86m³ de resíduos por mês num garimpo médio (Rosenstengel e Hartmann, 2012), que assim como o resíduo da fabricação de cuia, é imprescindível a busca de soluções ambientais ideais para reduzir o impacto ambiental que este subproduto pode gerar se descartado de forma irracional.

Devido a expressiva quantidade de resíduos gerados por essas duas atividades no estado, e por não possuírem destinação final adequada, estes acabam acumulando-se, o que provoca impactos ambientais por queima (resíduos de cuia) e poluição (resíduo de pó de rocha). Além disso, estudos que avaliem a eficiência destes dois resíduos como composição de substrato, são inexistentes, sendo necessária a realização de estudos de viabilidade como forma de disseminar o conhecimento a respeito dos efeitos destes para a utilização como produção de mudas. Dessa forma, para minimizar os impactos destas atividades, o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade da utilização alternativa de resíduos da fabricação de cuia e da extração de pedra ametista, em diferentes proporções de substrato, na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) e alface (*Lactuca sativa*).

Materiais e Métodos

Foram realizados dois experimento instalados no período de abril a maio de 2014, na área da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen – Rio Grande do Sul, situada na região Noroeste do estado, cujas coordenadas geográficas são latitude 27° 23' 48''S e 53° 25' 45''O, altitude de 490 m. De acordo com a classificação de Koppen, o clima nesta região é Cfa, temperado úmido com verão quente.

Os experimentos foram conduzidos em condições de estufa tipo arco de 20x10m e 3,0 m de pé direito, cobertas com filme de polietileno transparente de baixa densidade e espessura de 150 µm de espessura tratado contra as radiações de ultravioleta, com 87% de transmitância, sendo não seletivo.

Foram utilizados substrato comercial Carolina® (SC), resíduo da fabricação de cuia



(RFC) e resíduo da extração de pedra ametista (REP). O RFC foi obtido em uma propriedade rural no município de Frederico Westphalen – RS, e o REP diretamente das minas no município de Ametista do Sul – RS. A separação dos resíduos foi realizada a partir de peneiração, sendo utilizada apenas a fração com partículas menores para a produção de mudas. Para isso, as análises física e química dos substratos foram realizados no Laboratório de Análises de Solo e Tecido Vegetal da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI *campus* Frederico Westphalen.

O delineamento experimental utilizado para ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo a unidade experimental composta por 20 mudas/repetição, totalizando 100 mudas avaliadas em cada tratamento. Os tratamentos constaram de cinco proporções de substratos formulados a partir de misturas volumétricas. Para o experimento I (resíduo da fabricação de cuia), de composição de SC e RFC, utilizou-se das seguintes composições de substratos: T₁ - 100% SC; T₂ - 75% SC + 25% RFC; T₃ - 50% SC + 50% RFC; T₄ - 25% SC + 75% RFC; T₅ - 100% RFC.

Para o experimento II (resíduo da extração de pedra ametista), de composição de SC com REP, utilizou-se das seguintes composições de substratos: T₁ - 100% SC T₂ = 75% SC + 25% REP; T₃ = 50% SC + 50% REP; T₄ = 25% SC + 75% REP; T₅ = 100% REP. As características físicas, químicas e condutividade elétrica foram determinadas para cada substratos dos experimentos I e II.

Os tratamentos foram conduzidos em bandeja de poliestireno expandido com 200 células para a cultura da alface (*Lactuca sativa*) e 128 células para a cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), mantidos em sistema de irrigação tipo *floating* com solução nutritiva composta por Hidrogod[®], Calvicit[®] e ferro (0,5, 0,4 e 0,06 g L⁻¹, respectivamente).

As cultivares utilizadas foram a alface Grand Rapids (tipo Crespa), com germinação de 85% e tomate Kada (tipo Santa Cruz), com 90%

de germinação. Realizou-se a semeadura de forma manual, colocando-se três sementes por célula. Após a emergência das mudas, foi realizado o desbaste, deixando apenas uma unidade por célula. Realizou-se o manejo da irrigação com a retirada das mudas do *floating*, diariamente às 16 horas e repostas no dia seguinte, às 9 horas.

Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE). Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) realizou-se a contagem das plântulas emergidas de forma diária, conforme a seguinte fórmula:

$$IVE = \frac{n_1}{d_1} + \dots + \frac{n_i}{d_i}$$

Onde: n = número de plântulas germinadas e d = número de dias, da semeadura até a última contagem.

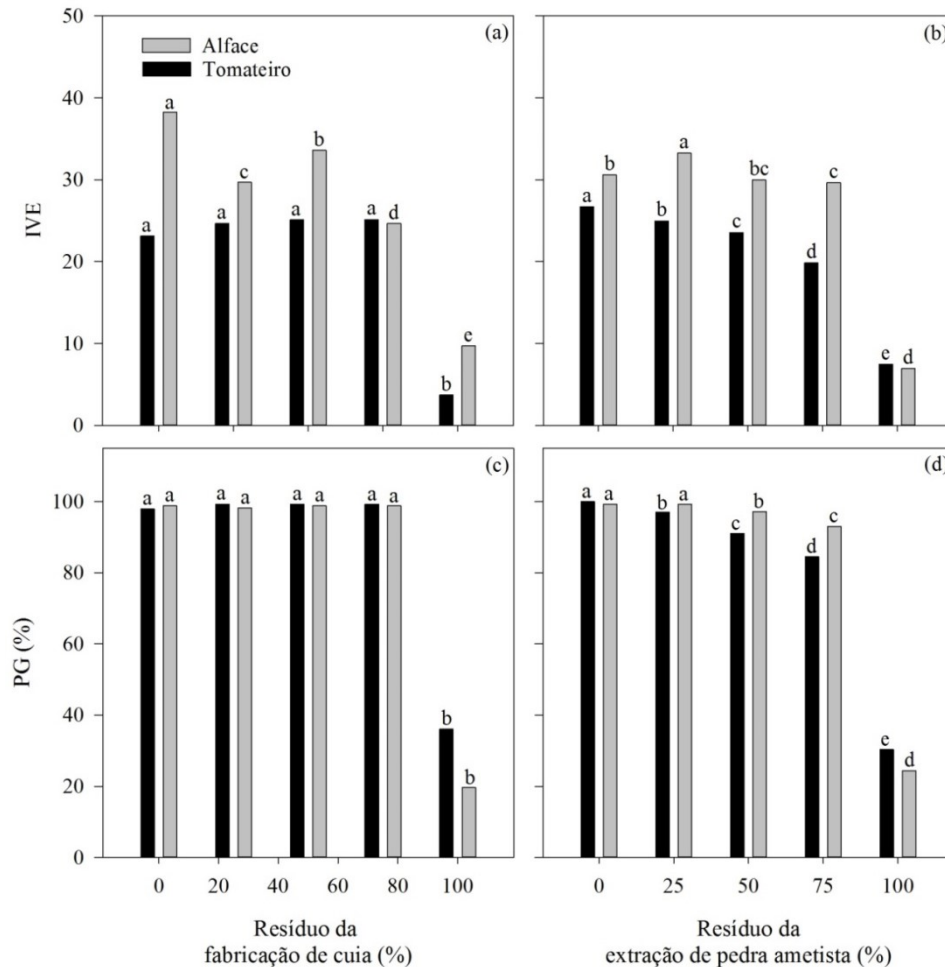
Para avaliar o efeito das concentrações dos resíduos (RFC e REP) sobre as plantas, realizou-se regressão linear para as variáveis IVE e PG, nas proporções de 0, 25, 50, 75, e 100% de composição dos resíduos (RFC e REP) com o SC.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, a partir do programa estatístico SAS.

Resultados

Pela análise de variância, foi possível observar que houve diferença pelo teste F, a 5% de significância para ambos os experimentos.

Para o experimento I, observou-se que as espécies apresentaram respostas diferenciadas, no qual as variáveis IVE e PG em tomateiro foram afetadas quando utilizado 100% de RFC ($p < 0,05$). Para a alface, todas as composições com RFC afetou o IVE ($p < 0,05$), no entanto, para PG, apenas o 100% de RFC foi inferior quando comparado aos demais tratamentos (Figura 1a). Foi possível observar também que a adição de 100% de RFC, reduziu a porcentagem de germinação.



3 **Figura 1.** Índices de Velocidade de Emergência (IVE) e porcentagem de germinação (PG) de tomateiro e
 4 alfaca submetidos a diferentes concentrações de resíduo da fabricação de cuia (a, b) e de resíduo da extração
 5 de pedra ametista (b, c) em composição com substrato comercial Carolina[®]. Frederico Westphalen - RS,
 6 2017. *Médias seguidas por letras iguais na barra do mesma cor não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%
 7 de significância.

9 Para o experimento II, a adição de qualquer
 10 concentração de REP ao substrato comercial
 11 reduziu tanto IVE quanto PG para a cultura do
 12 tomateiro, em que o T1 foi superior quando
 13 comparado aos demais tratamentos, para as duas
 14 variáveis citadas (26,73 e 100%,
 15 respectivamente). Apesar disso, quando
 16 comparado ao T2 (75% SC + 25% REP) os
 17 valores de IVE e PG (24,96 e 97,02%,
 18 respectivamente), foram numericamente próximos
 19 aos valores citados anteriormente. Para o IVE da
 20 cultura do alfaca, foi possível observar que o T2
 21 (75% SC + 25% REP) foi superior aos demais
 22 tratamentos, e para PG, não diferiu apenas quando
 23 comparado ao tratamento com 100% de SC
 24 ($p < 0,05$) (Figura 1a; 1d). No tomateiro, ao utilizar
 25 o resíduo da extração de pedra ametista, observou-se
 26 o decréscimo nos valores de IVE e PG

27 conforme se aumentou as proporções deste
 28 resíduo (REP).

29 Quanto ao nutriente N, RFC (19,98) foi o
 30 que apresentou maior teor, seguido de SC (9,99) e
 31 REP, no qual obteve o menor valor (1,07). Os
 32 resíduos RFC e REP foram os que apresentaram
 33 elevados teores de P, quando comparado ao SC.
 34 Tanto SC quanto REP alcançaram valores ideais
 35 de K (0,97 e 0,76, respectivamente), e RFC valor
 36 elevado de 5,69, o que pode prejudicar a absorção
 37 de Ca e Mg, prejudicando assim, o
 38 desenvolvimento das plântulas. Para Ca e Mg, o
 39 SC demonstrou quantidade de 6,68 e 33,3,
 40 respectivamente, e valores reduzidos foram
 41 observados tanto em REP (3,94 e 7,89,
 42 respectivamente) quanto RFC (1,04 e 1,15,
 43 respectivamente) (Tabela 1). No entanto, quanto a
 44 relação Ca:Mg, foi possível observar que SC (5:1)



45 teve maior relação quando comparado a REC e REP (1:1 e 2:1, respectivamente).

46

47 **Tabela 1.** Análise química e física dos substratos utilizados na germinação de tomateiro e alface. Frederico
48 Westphalen, RS. 2016.

Propriedades	Substratos		
	SC	RFC	REP
Químicas			
N (mmol _c dm ⁻³)	9,99	19,98	1,07
P (mg dm ⁻³)	7,00	18,00	16,00
K (mmol _c dm ⁻³)	0,97	5,69	0,76
Ca (mmol _c dm ⁻³)	6,68	1,04	3,94
Mg (mmol _c dm ⁻³)	33,3	1,15	7,89
CE (mS m ⁻¹)	0,8	0,8	2,4
pH em água	6,10	10,00	10,20
Físicas			
Densidade Partícula (g cm ⁻³)	0,82	0,51	3,10
Capacidade de retenção de água (%)	29,0	14,0	20,0
Porosidade total (%)	87,0	90,0	65,0

49 SC: substrato comercial Carolina[®], RFC: resíduo da fabricação de cuia, REP: resíduo da extração de pedra ametista

50

51 Para a condutividade elétrica, tanto SC 83
52 quanto RFC, foi possível observar valores de 0,8, 84
53 e para REP observou-se valor de 2,4. Para o pH, 85
54 foi possível observar valor mais neutro para o SC 86
55 (6,10) e mais básico para os resíduos RFC e REP 87
56 (10,00 e 10,20, respectivamente). Para a 88
57 densidade das partículas, observou-se que o REP 89
58 (3,10) teve maior porcentagem quando comparado 90
59 ao SC e RFC (0,82 e 0,51, respectivamente). Para 91
60 a capacidade de retenção de água (%), foi possível 92
61 observar valores de SC, RFC e REP de 29, 14 e 93
62 20%, respectivamente. Para a porosidade total, 94
63 observou-se maior porcentagem para RFC e SC 95
64 (90 e 87%, respectivamente), seguido de 65% de 96
65 REP. 97

66 67 **Discussão**

68
69 Para a produção de mudas em viveiro, leva- 101
70 se em conta que o substrato utilizado deve possuir 102
71 características de destaque, como: consistência, 103
72 estrutura, elevada capacidade de retenção de água 104
73 e porosidade; sendo importante a busca por novos 105
74 estudos relacionados aos componentes dos 106
75 substratos, como resíduos orgânicos e industriais 107
76 para a obtenção de mudas com boa qualidade e 108
77 menor custo (Caldeira et al., 2013). No entanto, 109
78 não existe um substrato considerado ideal para 110
79 cada cultura, todos eles têm vantagens e 111
80 desvantagens, assim, sua escolha dependerá das 112
81 características de cada cultura e do custo para 113
82 aquisição (Nadai et al., 2015). 114

83 Por exemplo, no presente trabalho, quando
84 utilizado 100% do substrato comercial Carolina[®]
85 (SC), foi possível observar valores elevados de
86 IVE e PG, pois uma das características
87 importantes foi que o SC apresentou maior
88 capacidade de retenção de água, sendo benéfico
89 para a germinação do tomateiro; pois uma elevada
90 capacidade de retenção de água fornece as
91 condições ideais para a emergência de sementes
92 de tomate (Silveira et al., 2002). Os maiores IVE e
93 PG ocorrem provavelmente devido a capacidade
94 dos substratos proporcionarem quantidade
95 suficiente de água no processo de embebição da
96 semente; ou seja, durante a embebição a água é
97 essencial para reativação do sistema metabólico e
98 sínteses de novos compostos durante a
99 germinação (Wagner Júnior et al., 2007).

100 Deve-se buscar pela utilização de diversas
101 combinações de substratos alternativos visando a
102 melhoria e a maximização da produção, além da
103 redução de custos de produção (Neto et al., 2014).
104 Santos et al. (2013) utilizando substrato
105 comercial, fibra de coco, esterco bovino, esterco
106 caprino e cinza vegetal em diversas misturas e
107 proporções sobre a produção de mudas de tomate
108 rasteiro, observaram diferença para IVE, obtendo-
109 se os maiores valores em substrato comercial e
110 fibra de coco, demonstrando baixos resultados nos
111 tratamentos que continham cinza vegetal, isso
112 devido a redução da aeração provocado pela
113 adição deste resíduo. O mesmo foi observado no
114 presente trabalho, no qual o tratamento com 100%
115 de RFC, reduziu a porcentagem de germinação,



116 isto devido provavelmente ao elevado pH deste
117 tratamento, além da elevada densidade de
118 partículas, baixa capacidade de retenção de água e
119 elevada porosidade total (Tabela 1).

120 Para a cultura da alface, a proporção de
121 25% de resíduo da extração de pedra ametista
122 (REP) forneceu quantidade de água suficiente
123 para melhor embebição, a qual provavelmente foi
124 alterada por maior quantidade de água
125 proporcionada pelo substrato comercial (T1),
126 reduzindo assim o IVE. O excesso de água
127 provoca uma deficiência no suprimento de
128 oxigênio devido a uma rápida embebição pelas
129 sementes, retardando assim, o processo de
130 emergência (Azeredo et al., 2010), contudo, isso
131 não foi fator para reduzir a porcentagem de
132 germinação (Figura 1b). Para a alface, substratos
133 com maior aeração promovem rápida emergência
134 e maior porcentagem de germinação da cultura
135 (Smiderle et al., 2001). As sementes de tomate,
136 necessitam de maior tempo para emergir, no qual
137 também reduz a porcentagem de emergência,
138 quando utilizados substratos com capacidade de
139 retenção de água de 10% e densidade de 0,45 g
140 cm^{-3} (Costa et al., 2007).

141 A redução dos valores de IVE e PG, ao
142 aumentar as proporções de REP, pode estar
143 relacionada a uma elevada densidade desse
144 material, o qual mostra um valor de 3,1 g cm^{-1} ; e
145 de acordo com Macías et al. (2010), encontra-se
146 acima do recomendado, pois densidades maiores
147 que 0,6 g cm^{-1} não são aceitáveis em diversos
148 substratos alternativos, como por exemplo, fibra
149 de coco, casca de arroz e bagaço de cana. Esta
150 elevada densidade pode ter causado redução no
151 tamanho das partículas (López-Baltazar et al.,
152 2013), o que diminuiu a capacidade de retenção
153 de água, pela alta porosidade diminuindo a
154 disponibilidade de água (Diel et al., 2016).

155 No caso do REP, partículas de menor
156 tamanho retém maior quantidade de água, no
157 entanto, torna-se deficiente em aeração
158 (porosidade total). Ou seja, os componentes de
159 menor tamanho irão ocupar os macroporos, o que
160 reflete na redução da porosidade total, e assim
161 possibilitará maior retenção de água. Para
162 porosidade total, foi possível observar valores
163 próximos de SC e RFC (87 e 90%,
164 respectivamente) sendo superiores quando
165 comparado ao REP (65%). Os valores ideais de
166 porosidade total é de cerca de 60-75%
167 (Campanharo et al., 2006). A maior porosidade de

168 um substrato pode dificultar o contato da semente
169 com o meio, o que reduz a disponibilidade de
170 água importante para a germinação das sementes
171 (Kämpf, 2005). A disponibilidade hídrica para
172 sementes está relacionada diretamente com o
173 percentual germinativo, pois a hidratação é o fator
174 limitante dos processos metabólicos que ocorrem
175 nas sementes (Menezes et al., 1993). A porosidade
176 ideal considerada para substratos hortícolas é de
177 85% (Lopes et al., 2011), sendo o espaço
178 adequado para a realização de processos
179 dinâmicos com o ar e solução do solo. Dessa
180 forma, a aeração proporcionada pela porosidade
181 pode favorecer o melhor crescimento das mudas
182 (Santos e Teixeira, 2010).

183 A alface é moderadamente sensível à
184 salinidade, o que reflete no decréscimo de
185 produção de 13% a cada aumento unitário de
186 condutividade elétrica (CE), acima de 1,3 dSm^{-1}
187 (Trani et al., 2007).

188 A elevada salinidade do resíduo de pó de
189 rocha pode contribuir na redução da absorção de
190 água pelas plantas, o que comprovadamente
191 reduziu a germinação das plântulas de alface e
192 tomate do presente trabalho. Provavelmente o
193 poder tampão do material orgânico e sua
194 influência sobre a ação dos sais é capaz de refletir
195 na germinação deficitária e no baixo
196 desenvolvimento das plântulas, isso demonstra a
197 importância do monitoramento constante dos
198 materiais utilizados na composição de substratos
199 (Trani et al., 2007). Outros autores relatam ainda
200 que a baixa porcentagem de emergência de
201 plântulas pode estar relacionada ao elevado pH e o
202 elevado teor total de sais solúveis (condutividade
203 elétrica), o que reflete no baixo desenvolvimento
204 das mudas nos substratos (Luz et al., 2004).
205 Valores de pH inferiores a 4,0 ou superiores a 8,0
206 podem retardar ou inibir o processo germinativo
207 (Wagner Júnior et al., 2007), tal como observado
208 no presente estudo ao utilizar concentrações de
209 100% de RFC e REP, no qual mostraram pH de
210 10,0 e 10,2, respectivamente.

211 Além de poder afetar a germinação, em pH
212 muito elevados pode ocorrer também a redução da
213 disponibilidade dos micronutrientes disponíveis
214 para as plantas, sendo que a maior disponibilidade
215 de nutrientes ocorre em pH situado entre 5,2–5,5 e
216 6,0–7,0 para substratos de base orgânica e
217 mineral, respectivamente (Kämpf, 2000). Para o
218 desenvolvimento das mudas de alface, a faixa
219 ideal de pH é de 6,0-6,8, sendo capaz de



- 220 disponibilizar os nutrientes necessários à planta
221 (Klein et al., 2012). No entanto, pH acima de 6,5
222 pode acarretar problemas com a disponibilidade
223 de P, Fe, Mn, Zn e Cu (Kämpf, 2000).
224 No presente trabalho quando se utilizou
225 resíduos da fabricação de cuia e da extração de
226 pedra ametista, foi possível observar que a
227 emergência de sementes de tomateiro e alface, em
228 pequenas proporções, não diferiram quando
229 comparado à utilização de substrato comercial
230 100%, no entanto, o uso destas misturas podem
231 prolongar o tempo necessário para a formação das
232 mudas. Portanto, é necessário fornecer
233 alternativas renováveis para melhorar a
234 sustentabilidade do ecossistema agrícola
235 (Hernández et al., 2016), além de utilizar resíduos
236 agrícolas e/ou orgânicos, que estejam
237 regionalmente disponíveis e com grande
238 facilidade de acesso, podendo ser uma das formas
239 sugeridas para a reciclagem de nutrientes e a
240 obtenção de mudas, para diminuir os custos de
241 produção (Neto et al., 2014; Massad et al., 2015)
242 sem reduzir a produtividade das culturas.
- 243
244 **Conclusões**
245
246 A adição de resíduos da fabricação de cuia
247 e da extração de pedra ametista ao substrato
248 comercial pode se tornar uma alternativa para
249 reduzir custos da produção de mudas, refletindo
250 em maiores lucratividades ao produtor, além da
251 redução do impacto ambiental.
- 252 Para a emergência de sementes, recomenda-
253 se a utilização dos resíduos da fabricação de cuia
254 e da extração de pedra ametista na proporção de
255 25% como componente de substrato comercial
256 para a etapa de germinação de tomateiro e alface.
- 257
258 **Agradecimentos**
259
260 À agência de financiamento à pesquisa CAPES
261 (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
262 Nível Superior), e ao CONACYT (Consejo
263 Nacional de Ciencia y Tecnología) pela concessão
264 da bolsa de estudos ao quarto autor.
- 265
266 **Referências**
267
268 AZEREDO, G. A.; SILVA, B. M.; SADER, R.;
269 MATOS, V. P. Umedecimento e substratos para
270 germinação de sementes de repolho. **Pesquisa**
271 **Agropecuaria Tropical**, v.40, n.1, p.77-82, 2010.
272
273 CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W.
274 M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S.
275 Substratos alternativos na produção de mudas de
276 *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v.37,
277 n.1, p.31-39, 2013.
278
279 CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.;
280 LIRA JUNIOR, M. A.; ESPINDULA, M. C.;
281 COSTA, J. V. T. Características física de
282 diferentes substratos para produção de mudas de
283 tomateiro. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p.140-
284 145, 2006.
285
286 COSTA, L. A. de M.; PEREIRA, D. C.; COSTA,
287 M. S. S. de M. Substratos alternativos para
288 produção de repolho e beterraba em consórcio e
289 monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia**
290 **Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.150-156,
291 2014.
292
293 COSTA, C.; RAMOS, S.; SAMPAIO, R.;
294 GUILHERME, D.; FERNANDES, L. Fibra de
295 coco e resíduo de algodão para substrato de mudas
296 de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.25,
297 p.387-391, 2007.
298
299 DIEL, M. I.; SCHMIDT, D.; OLIVOTO, T.;
300 ALTISSIMO, C. S.; PRETTO, M. M.;
301 PINHEIRO, M. V. M.; SOUZA, V. Q.; CARON,
302 B. O.; STOLZE, J. R. Efficiency of water use for
303 strawberries cultivated in different semi-
304 hydroponic substrates. **Australian Journal of**
305 **Basic and Applied Sciences**, v.10, n.8, p.31-37,
306 2016.
307
308 HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO,
309 J.-L.; GARCÍA, C. Use of compost as an
310 alternative to conventional inorganic fertilizers in
311 intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops—
312 Effects on soil and plant. **Soil & Tillage**
313 **Research**, v.160, n.1, p.14-22, 2016.
314
315 KÄMPF, A. N. 2000. **Produção comercial de**
316 **plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária,
317 254p.
318
319 KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETEU, E. O.;
320 ANTONIO, V.; KLEIN, O. Caracterização
321 química e física de substratos para a produção de
322 mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária**
323 **Gaúcha**, v.18, n.2, p.129-144, 2012.



- 324
325 LÓPEZ-BALTAZAR, J. MÉNDEZ, M. A.;
326 PLIEGO, L.; ARAGÓN, R. E.; ROBLES, M. M.
327 L. Evaluación agronómica de sustratos en
328 plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en
329 invernadero. **Revista Mexicana de Ciencias**
330 **Agrícolas**, v.4, n.6, p.1139-1150, 2013.
331
332 LOPES, G. E. M.; VIEIRA, H. D.; JASMIM, J.
333 M.; SHIMOYA, A.; MARCIANO, C. R. Casca do
334 fruto da mamoneira como substrato para as
335 plantas. **Ceres**, v.58 n.3, p.350-358, 2011.
336
337 LUZ, J. M.; BELLODI, A. L.; MARTINS, S. T.;
338 DINIZ, K. A.; LANA, R. M. Q. Composto
339 orgânico de lixo urbano e vermiculita como
340 substrato para a produção de mudas de alface,
341 tomate e couve-flor. **Bioscience Journal**, v.20,
342 n.1,p.67-74, 2004.
343
344 MACÍAS, R. R.; GONZÁLEZ, E. G.;
345 COVARRUBIAS, G. I.; NATERA, F. Z.
346 Caracterización física y química de sustratos
347 agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero.
348 **Interciencia**, v.35, n.7, p.515-520, 2010.
349
350 MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SANTOS, T.
351 B.; CARDOSO, R. L. R.; SARMENTO, M. F. Q.
352 Sustratos alternativos na produção de mudas de
353 flamboyant e ipê-mirim. **Revista Verde de**
354 **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**,
355 v.10, n.2, p.251-256, 2015.
356
357 MENEZES, N. L. D.; SILVEIRA, T. L. D. D.;
358 STORCK, L. Efeito do nível de umedimento do
359 substrato sobre a germinação de cucurbitáceas.
360 **Ciência Rural**, v.23, n.2, p.157-160, 1993.
361
362 NADAI, F. B.; MENEZES, J. B. D. C.;
363 RODRIGUES, H. C.; CATÃO, M.;
364 ADVÍNCULA, T.; COSTA, C. A. Produção de
365 mudas de tomateiro em função de diferentes
366 formas de propagação e sustratos. **Revista**
367 **Agroambiente**, v.9, n.3, p.261-267, 2015.
368
369 NETO, J. J. S.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A.;
370 NASCIMENTO, N. F. F.; BATISTA, D.;
371 SAPUCAY, M.; RÊGO, M. Influência de
372 sustratos alternativos para produção de
373 pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.).
374 **Revista Agropecuária Técnica**, v.34, n.1, p.21-
375 29, 2014.
376
377 ROSENSTENGEL, L. M.; HARTMANN, L. A.
378 Geochemical stratigraphy of lavas and fault-block
379 structures in the Ametista do Sul geode mining
380 district, Paraná volcanic province, southern Brazil.
381 **Ore Geology Reviews**, v.48, n.1, p.332-348,
382 2012.
383
384 SANTOS, R. A.; MONÇÃO, O. P.; SILVA, B. S.;
385 SANTOS, J. X.; BARROS, B. C.; SOUZA, A. X.
386 Influência de sustratos e bandejas para produção
387 de mudas de tomate rasteiro. **Cascavel**, v.6, n.1,
388 p.95-102, 2013.
389
390 SANTOS, M. N.; TEIXEIRA, M. L. F. Semente
391 de amendoeira (*Terminalia catappa* L.)
392 (Combretaceae) como substrato para o cultivo de
393 orquídeas epífitas. **Acta Scientiarum.**
394 **Agronomy**, v.32, n.2, p.339-343, 2010.
395
396 SIGURNJAK, I.; MICHELS, E., CRAPPÉ, S.,
397 BUYSSENS, S., TACK, F. M. G.; MEERS, E.
398 Utilization of derivatives from nutrient recovery
399 processes as alternatives for fossil-based mineral
400 fertilizers in commercial greenhouse production
401 of *Lactuca sativa* L. **Scientia Horticulturae**,
402 v.198, n.1, p.267-276, 2016.
403
404 SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.;
405 GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.;
406 MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato
407 para produção de mudas de tomateiro.
408 **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.211-216,
409 2002.
410
411 SMIDERLE, O. J.; SALIABE, A. B.; HAYASHI,
412 A. H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface,
413 pepino e pimentão em sustratos combinando
414 areia, solo e Plantmax®. **Horticultura Brasileira**,
415 v.19, n.3, p.386-390, 2001.
416
417 TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.;
418 SCHWINGEL, M. Avaliação de sustratos para
419 produção de mudas de alface. **Horticultura**
420 **Brasileira**, v.25, n.2, p.256-260, 2007.
421
422 WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.;
423 ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.;
424 BRUCKNER, C. H. Efeito do pH da água de
425 embebição e do trincamento das sementes de
426 maracujazeiro amarelo na germinação e



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

427 desenvolvimento inicial. **Ciência e**
428 **Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1014–1019, 2007.