10.30612/agrarian.v13i48.8288

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

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 Pinheiro[1], Maria Inês Diel[2], Denise Schmidt[3], Oscar Valeriano Sánchez Valera[4], , Maicon Desconsi[3], Gilnei Riboli Bonett[3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Estadual do Maranhão, 65055-310 São Luís, MA, Brasil
[2]Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000 – Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria – RS, Brasil
[3]Laboratório de Cultura de Tecidos e Extrativos Aromáticos, Departamento de Ciências Agronômicas 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
[4]Instituto 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

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

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 27º 23’ 48’’S e 53º 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

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

(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: T_1 - 100% SC; T_2 - 75% SC + 25% RFC; T_3 - 50% SC + 50% RFC; T_4 -25% SC + 75% RFC; T_5 - 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: T_1 - 100% SC T_2 = 75% SC + 25% REP; T_3 = 50% SC + 50% REP; T_4 = 25% SC + 75% REP; T_5 = 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:

$$IVE = \frac{ni}{di} + \cdots + \frac{ni}{di}$$

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.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

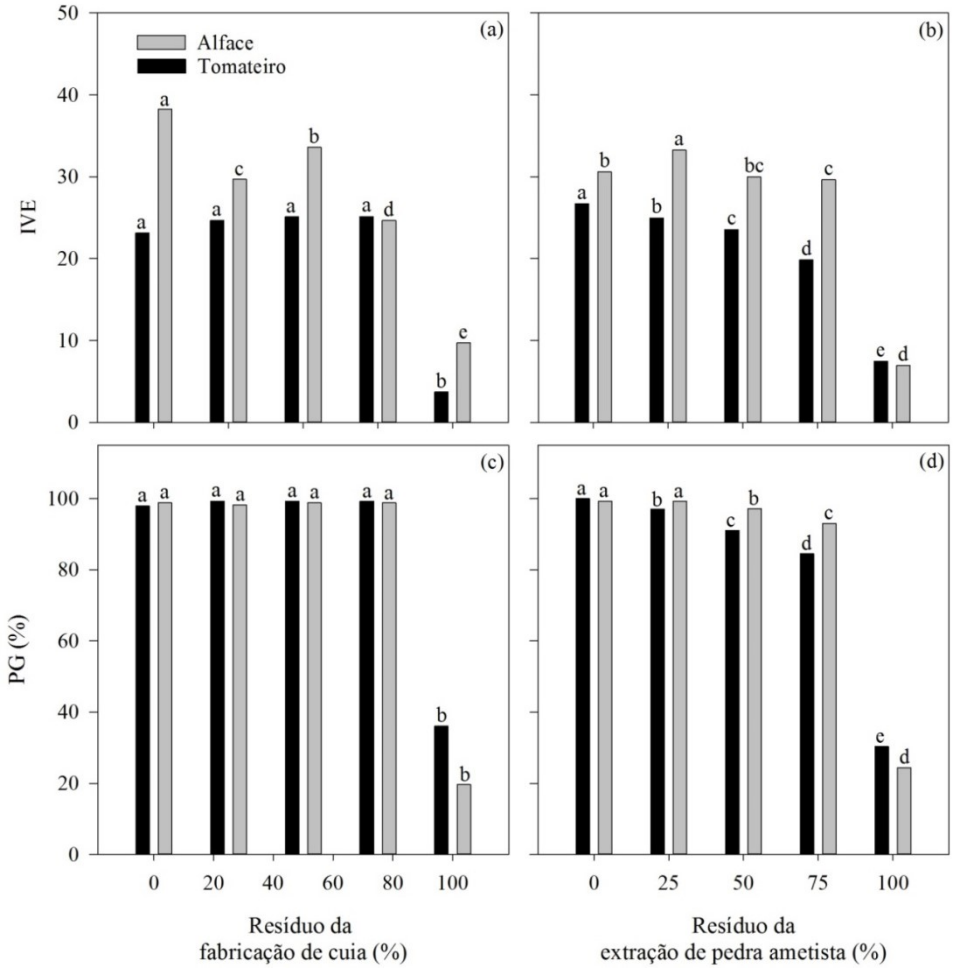

Figura 1. Índices de Velocidade de Emergência (IVE) e porcentagem de germinação (PG) de tomateiro e alface submetidos a diferentes concentrações de resíduo da fabricação de cuia (a, b) e de resíduo da extração de pedra ametista (b, c) em composição com substrato comercial Carolina®. Frederico Westphalen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

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

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

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

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

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

Propriedades	**Substratos**		
Químicas	**SC**	**RFC**	**REP**
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

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

Para a condutividade elétrica, tanto SC quanto RFC, foi possível observar valores de 0,8, e para REP observou-se valor de 2,4. Para o pH, foi possível observar valor mais neutro para o SC (6,10) e mais básico para os resíduos RFC e REP (10,00 e 10,20, respectivamente). Para a densidade das partículas, observou-se que o REP (3,10) teve maior porcentagem quando comparado ao SC e RFC (0,82 e 0,51, respectivamente). Para a capacidade de retenção de água (%), foi possível observar valores de SC, RFC e REP de 29, 14 e 20%, respectivamente. Para a porosidade total, observou-se maior porcentagem para RFC e SC (90 e 87%, respectivamente), seguido de 65% de REP.

Discussão

Para a produção de mudas em viveiro, leva-se em conta que o substrato utilizado deve possuir características de destaque, como: consistência, estrutura, elevada capacidade de retenção de água e porosidade; sendo importante a busca por novos estudos relacionados aos componentes dos substratos, como resíduos orgânicos e industriais para a obtenção de mudas com boa qualidade e menor custo (Caldeira et al., 2013). No entanto, não existe um substrato considerado ideal para cada cultura, todos eles têm vantagens e desvantagens, assim, sua escolha dependerá das características de cada cultura e do custo para aquisição (Nadai et al., 2015).

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

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

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

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

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

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

No caso do REP, partículas de menor tamanho retém maior quantidade de água, no entanto, torna-se deficiente em aeração (porosidade total). Ou seja, os componentes de menor tamanho irão ocupar os macroporos, o que reflete na redução da porosidade total, e assim possibilitará maior retenção de água. Para porosidade total, foi possível observar valores próximos de SC e RFC (87 e 90%, respectivamente) sendo superiores quando comparado ao REP (65%). Os valores ideais de porosidade total é de cerca de 60-75% (Campanharo et al., 2006). A maior porosidade de um substrato pode dificultar o contato da semente com o meio, o que reduz a disponibilidade de água importante para a germinação das sementes (Kämpf, 2005). A disponibilidade hídrica para sementes está relacionada diretamente com o percentual germinativo, pois a hidratação é o fator limitante dos processos metabólicos que ocorrem nas sementes (Menezes et al., 1993). A porosidade ideal considerada para substratos hortícolas é de 85% (Lopes et al., 2011), sendo o espaço adequado para a realização de processos dinâmicos com o ar e solução do solo. Dessa forma, a aeração proporcionada pela porosidade pode favorecer o melhor crescimento das mudas (Santos e Teixeira, 2010).

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

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

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

disponibilizar os nutrientes necessários à planta (Klein et al., 2012). No entanto, pH acima de 6,5 pode acarretar problemas com a disponibilidade de P, Fe, Mn, Zn e Cu (Kämpf, 2000).

No presente trabalho quando se utilizou resíduos da fabricação de cuia e da extração de pedra ametista, foi possível observar que a emergência de sementes de tomateiro e alface, em pequenas proporções, não diferiram quando comparado à utilização de substrato comercial 100%, no entanto, o uso destas misturas podem prolongar o tempo necessário para a formação das mudas. Portanto, é necessário fornecer alternativas renováveis para melhorar a sustentabilidade do ecossistema agrícola (Hernández et al., 2016), além de utilizar resíduos agrícolas e/ou orgânicos, que estejam regionalmente disponíveis e com grande facilidade de acesso, podendo ser uma das formas sugeridas para a reciclagem de nutrientes e a obtenção de mudas, para diminuir os custos de produção (Neto et al., 2014; Massad et al., 2015) sem reduzir a produtividade das culturas.

Conclusões

A adição de resíduos da fabricação de cuia e da extração de pedra ametista ao substrato comercial pode se tornar uma alternativa para reduzir custos da produção de mudas, refletindo em maiores lucratividades ao produtor, além da redução do impacto ambiental.

Para a emergência de sementes, recomenda-se a utilização dos resíduos da fabricação de cuia e da extração de pedra ametista na proporção de 25% como componente de substrato comercial para a etapa de germinação de tomateiro e alface.

Agradecimentos

À agência de financiamento à pesquisa CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), e ao CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) pela concessão da bolsa de estudos ao quarto autor.

Referências

AZEREDO, G. A.; SILVA, B. M.; SADER, R.; MATOS, V. P. Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.40, n.1, p.77-82, 2010.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.31-39, 2013.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características física de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p.140-145, 2006.

COSTA, L. A. de M.; PEREIRA, D. C.; COSTA, M. S. S. de M. Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.150-156, 2014.

COSTA, C.; RAMOS, S.; SAMPAIO, R.; GUILHERME, D.; FERNANDES, L. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.25, p.387-391, 2007.

DIEL, M. I.; SCHMIDT, D.; OLIVOTO, T.; ALTISSIMO, C. S.; PRETTO, M. M.; PINHEIRO, M. V. M.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O.; STOLZE, J. R. Efficiency of water use for strawberries cultivated in different semi-hydroponic substrates. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.10, n.8, p.31-37, 2016.

HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J.-L.; GARCÍA, C. Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops—Effects on soil and plant. **Soil & Tillage Research**, v.160, n.1, p.14-22, 2016.

KÄMPF, A. N. 2000. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 254p.

KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETEU, E. O.; ANTONIO, V.; KLEIN, O. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.18, n.2, p.129-144, 2012.

LÓPEZ-BALTAZAR, J. MÉNDEZ, M. A.; PLIEGO, L.; ARAGÓN, R. E.; ROBLES, M. M. L. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.4, n.6, p.1139-1150, 2013.

LOPES, G. E. M.; VIEIRA, H. D.; JASMIM, J. M.; SHIMOYA, A.; MARCIANO, C. R. Casca do fruto da mamoneira como substrato para as plantas. **Ceres**, v.58 n.3, p.350-358, 2011.

LUZ, J. M.; BELLODI, A. L.; MARTINS, S. T.; DINIZ, K. A.; LANA, R. M. Q. Composto orgânico de lixo urbano e vermiculita como substrato para a produção de mudas de alface, tomate e couve-flor. **Bioscience Journal**, v.20, n.1,p.67-74, 2004.

MACÍAS, R. R.; GONZÁLEZ, E. G.; COVARRUBIAS, G. I.; NATERA, F. Z. Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero. **Interciencia**, v.35, n.7, p.515-520, 2010.

MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SANTOS, T. B.; CARDOSO, R. L. R.; SARMENTO, M. F. Q. Substratos alternativos na produção de mudas de flamboyant e ipê-mirim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.2, p.251-256, 2015.

MENEZES, N. L. D.; SILVEIRA, T. L. D. D.; STORCK, L. Efeito do nível de umedeimento do substrato sobre a germinação de cucurbitaceas. **Ciência Rural**, v.23, n.2, p.157-160, 1993.

NADAI, F. B.; MENEZES, J. B. D. C.; RODRIGUES, H. C.; CATÃO, M.; ADVÍNCULA, T.; COSTA, C. A. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agroambiente**, v.9, n.3, p.261-267, 2015.

NETO, J. J. S.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A.; NASCIMENTO, N. F. F.; BATISTA, D.; SAPUCAY, M.; RÊGO, M. Influência de substratos alternativos para produção de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.). **Revista Agropecuária Técnica**, v.34, n.1, p.21-29, 2014.

ROSENSTENGEL, L. M.; HARTMANN, L. A. Geochemical stratigraphy of lavas and fault-block structures in the Ametista do Sul geode mining district, Paraná volcanic province, southern Brazil. **Ore Geology Reviews**, v.48, n.1, p.332–348, 2012.

SANTOS, R. A.; MONÇÃO, O. P.; SILVA, B. S.; SANTOS, J. X.; BARROS, B. C.; SOUZA, A. X. Influência de substratos e bandejas para produção de mudas de tomate rasteiro. **Cascavel**, v.6, n.1, p.95-102, 2013.

SANTOS, M. N.; TEIXEIRA, M. L. F. Semente de amendoeira (*Terminalia catappa* L.) (Combretaceae) como substrato para o cultivo de orquídeas epífitas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.339–343, 2010.

SIGURNJAK, I.; MICHELS, E., CRAPPÉ, S., BUYSENS, S., TACK, F. M. G.; MEERS, E. Utilization of derivatives from nutrient recovery processes as alternatives for fossil-based mineral fertilizers in commercial greenhouse production of *Lactuca sativa* L. **Scientia Horticulturae**, v.198, n.1, p.267-276, 2016.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.211–216, 2002.

SMIDERLE, O. J.; SALIABE, A. B.; HAYASHI, A. H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e Plantmax®. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.386-390, 2001.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M.Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.256-260, 2007.

WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e

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