

CARACTERIZAÇÃO E USO DE GONGOCOMPOSTO PROVENIENTE DE RESÍDUOS DE PODA ARBÓREA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE RÚCULA

Nathalia Oliveira Cruz Bugni¹, Luiz Fernando de Sousa Antunes², José Guilherme Marinho Guerra³,
Maria Elizabeth Fernandes Correia⁴

RESUMO – Os resíduos vegetais oriundos das podas arbóreas dos grandes centros urbanos nem sempre têm uma destinação adequada. Reaproveitar estes resíduos destinando-os à compostagem é uma alternativa viável. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência dos substratos orgânicos obtidos pela gongocompostagem mediada pelo diplópode *Trigoniulus corallinus*, na produção de mudas de rúcula. Os resíduos empregados na gongocompostagem foram os galhos finos e folhas de quatro espécies arbóreas: *Terminalia catappa* (Amendoeira), *Licania tomentosa* (Oiti), *Senna siamea* (Cassia), *Albizia lebbbeck* (Albícia), gongocompostados por 120 dias. Os substratos gerados foram caracterizados quanto às suas propriedades físicas, físico-químicas e químicas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e cinco tratamentos, constituídos por mudas de rúcula desenvolvidas cinco substratos. Aos 24 dias após a sementeira avaliou-se a massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca de raízes, volume de raízes, o vigor da muda e estabilidade do torrão. A condutividade elétrica e as propriedades físicas dos gongocompostos revelou que as características se encontravam dentro de níveis adequados ao emprego como substratos. Quanto às propriedades químicas, os níveis de fósforo nos gongocompostos proporcionaram a obtenção de mudas de rúcula com massas fresca e seca de parte aérea e raízes inferiores ao substrato à base de vermicomposto, tido como controle. As propriedades físicas dos gongocompostos refletiram na produção de mudas com melhor estabilidade do torrão. É possível produzir gongocompostos a partir de resíduos de poda arbórea, no entanto sugere-se inserir outros tipos de poda arbórea de modo a obter substratos mais ricos em teores de fósforo e magnésio ou ainda verificar qual a proporção adequada de farinha de ossos a ser adicionada nos gongocompostos obtidos neste estudo.

Palavras chave: diplópodes, *Eruca sativa* L., gongocompostagem, olericultura, substrato orgânico.

EFFICIENCY OF MILLICOMPOSTS FROM TREE PRUNING RESIDUES IN THE PRODUCTION OF ARUGULA SEEDLINGS (ERUCA SATIVA L.)

ABSTRACT – Vegetable residues from tree pruning in large urban centers are not always properly disposed of. Reusing the waste for composting is a viable alternative. This work aimed to evaluate the efficiency of organic substrates obtained by millicomposting mediated by the *Trigoniulus corallinus*, in the production of arugula seedlings. The residues used in millicomposting were the thin branches and leaves of four tree species: *Terminalia catappa* (Amendoeira), *Licania tomentosa* (Oiti), *Senna siamea* (Cassia), *Albizia lebbbeck* (Albícia), millicomposted for 120 days. The generated substrates were characterized in terms of their physical, physical-chemical, and chemical properties. The experimental design was in randomized blocks with four replications and five treatments, consisting of arugula seedlings developed on five substrates. At 24 days after sowing, fresh and dry shoot weight, fresh and dry root weight, root volume, seedling vigor, and root ball stability were evaluated. The electrical conductivity and physical properties of millicomposts revealed that the characteristics were within levels suitable for use as substrates. As for the chemical properties, the

¹ Engenheira Agrônoma e Mestre em Fitotecnia (PPGF-UFRuralRJ).

² Biólogo, Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fitotecnia (PPGF-UFRuralRJ), E-mail: fernando.ufrj.agro@gmail.com.

³ Engenheiro Agrônomo (UFRRJ), Doutor em Agronomia (CPGACS - UFRRJ) e pesquisador da Embrapa Agrobiologia.

⁴ Bióloga (UFRJ), Doutora em Agronomia (CPGACS - UFRRJ) e pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.



levels of phosphorus in the millicomposts provided the obtaining of arugula seedlings with a fresh and dry mass of aerial part and roots inferior to the substrate based of vermicompost, taken as a control. The physical properties of millicomposts reflected in the production of seedlings with better stability of the clod. It is possible to produce millicomposts from tree pruning residues, however, it is suggested to insert other types of tree pruning to obtain substrates richer in phosphorus and magnesium contents or to check the appropriate proportion of bone meal to be added to the millicomposts obtained in this study.

*Keywords: diplopods, *Eruca sativa* L., millicomposting, olericulture, organic substrate.*

INTRODUÇÃO

Considerando que um dos fatores limitantes à produção de mudas é a obtenção de substratos de qualidade a custos que viabilizem a atividade, torna-se importante o constante desenvolvimento de pesquisas que possibilitem produzir substratos a partir de materiais de baixo custo e fácil aquisição, como a matéria orgânica residual (Steffen et al., 2010; Costa et al., 2015). Nesse contexto, o reaproveitamento dos resíduos provenientes das atividades urbanas, tais como as podas de espécies arbóreas, pode reduzir significativamente o custo de substratos para produção de mudas, em consequência da menor necessidade de se adquirir matérias-primas (Souza et al., 2013).

Um assunto pouco abordado no que tange ao “tema resíduos” é o expressivo número de galhos, troncos e demais componentes oriundos da arborização urbana, que são descartados em decorrência das atividades diárias de podas nas áreas públicas. Somente na cidade do Rio de Janeiro, segundo a Diretoria Técnica e de Logística da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), são geradas aproximadamente 30 toneladas por dia de resíduos de poda pela empresa. Já no município de São Paulo, a prefeitura calcula que é recolhido em torno de 124 ton dia⁻¹ de resíduos oriundos de poda, o que anualmente representa cerca de 50.000 toneladas entre galhos e troncos (Rocha et al., 2015).

Uma forma de evitar o descarte inadequado ou até mesmo a incineração dos resíduos de podas seria reaproveitá-los através do processo de gongocompostagem, técnica alternativa à compostagem convencional, a qual consiste na utilização de gongolos (diplópodes), representantes da macrofauna saprófaga, para potencializar a decomposição dos resíduos orgânicos por meio de sua atividade alimentar. À medida em que ocorre a fragmentação dos resíduos, há a deposição e acúmulo das excreções (coprólitos) dos gongolos, resultando então na formação do húmus de gongolo (gongocomposto), material orgânico estável e com propriedades físicas e químicas adequadas que permitem seu uso como substrato na produção de mudas (Antunes et al., 2016, Antunes et al., 2021).

Os estudos realizados utilizam indivíduos da espécie *Trigoniulus corallinus*, originária do sudeste asiático, mas que se encontra distribuída por todo território brasileiro. Diplópodes desta espécie podem ser encontrados em regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todo o globo terrestre, sendo comumente observados em ambientes agrícolas, principalmente pela sua coloração castanho-avermelhada bem característica (Shelley et al., 2006; Bianchi; Correia 2007). Popularmente conhecidos como gongolos, piolhos-de-cobra ou grangugis, dependendo da região do país, os diplópodes provaram ser os membros importantes da cadeia alimentar de detritos no ecossistema rico em serapilheira (Martens et al., 2002; Wilson; Anderson 2004). Em regiões tropicais estes organismos são mais importantes do que as minhocas na ciclagem de nutrientes no solo (Costaneto, 2007), participando ativamente da aeração do solo e facilitando a decomposição da matéria orgânica por fungos e bactérias. Além disso, excretam amônia e ácido úrico, importantes fontes de nitrato no solo, estimulando o metabolismo microbiano, essencial na reciclagem de nutrientes (Souza et al., 2014).

Antunes et al. (2018) ao utilizarem resíduos orgânicos agrícolas e urbanos no processo de gongocompostagem, tais como folhas de pata-de-vaca, aparas de grama, folhas de bananeira e papelão, obtiveram gongocompostos de qualidade, os quais proporcionaram excelente desenvolvimento da alface tanto na fase de mudas quanto no desempenho agrônomo nos campos de produção. No entanto, a pesquisa na linha de manejo e transformação dos resíduos orgânicos por meio da gongocompostagem deve avançar, pois ainda não há resultados disponíveis no Brasil com a produção de gongocompostos provenientes de resíduos de poda arbórea.

Diante do exposto, o presente trabalho consistiu na produção de gongocompostos a partir de diferentes resíduos de podas arbóreas, caracterizando-os quanto às suas propriedades físicas, físico-químicas e químicas, além de verificar a eficiência destes compostos como substratos orgânicos na produção de mudas de *Eruca sativa* L. (rúcula).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de realização dos experimentos, obtenção dos resíduos de podas e produção dos gongocompostos

Os diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus* (Gervais) e o material vegetal proveniente de espécies arbóreas destinados à gongocompostagem foram coletados na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), criado em 1993, pertencente à Fazendinha Agroecológica Km 47. O SIPA possui uma área de aproximadamente de 80 ha, está localizado no município de Seropédica – RJ, entre as coordenadas 22°46' S e 43°41' W e a 33 m de altitude em relação ao nível do mar (Dias, 2007). O clima é quente e úmido, classificado como Aw, com chuvas concentradas no período de novembro a março e precipitação anual média de 1213 mm (Cruz, 2005).

As espécies arbóreas utilizadas no experimento foram escolhidas tendo como base o número de árvores listadas em um levantamento realizado pela COMLURB e pela Fundação Parques e Jardins, da Prefeitura do Rio de Janeiro, no ano de 2015, que foram as seguintes: *Terminalia catappa* Linn (Amendoeira), *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Oiti), *Senna siamea* (Lam.) (Cassia), *Albizia lebeck* (Benth.) (Albízia) (Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, 2015).

Para obtenção dos substratos a partir do processo de gongocompostagem, foram estabelecidas as seguintes proporções com base em volume/volume: 40% de aparas de *Paspalum notatum* (grama) + 30% de dos resíduos de podas de cada uma das espécies arbóreas (folhas, folíolos e galhos finos, dispostos em galpão coberto para secagem natural antes de serem empregados à gongocompostagem), que foram triturados, sendo duas espécies leguminosas: *Albizia lebeck* (Albízia) e *Senna siamea* (Cassia); e duas não leguminosas: *Licania tomentosa* (Oiti) e *Terminalia catappa* (Amendoeira).

Após a secagem dos resíduos e preparo das misturas, estas foram adicionadas a 20 anéis de concreto com capacidade de 40 L, nos quais foram adicionadas o volume de 0,3 L de gongolos em cada anel. O processo de gongocompostagem durou 120 dias, iniciado em maio de 2017 e finalizado em setembro de 2017. O delineamento experimental adotado nesta etapa experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (misturas) e cinco repetições (anéis de concreto).

Caracterização físico-química, química e física dos gongocompostos

Ao final dos 120 dias o material foi retirado, peneirado em malha de 2 mm e foram realizadas as

análises físico-químicas, químicas e físicas. As análises de pH foram realizadas em solução de água destilada (5:1 v/v) e a condutividade elétrica foi determinada no mesmo extrato aquoso obtido para a medição do pH, de acordo com o método descrito por Brasil (2008). Cabe ressaltar que foram feitas três repetições para todos os parâmetros avaliados. Para caracterizar os gongocompostos e o substrato utilizado no SIPA (83% de vermicomposto + 15 de fino de carvão + 2% de torta de mamona) quanto às suas características químicas, foram encaminhadas amostras de cada substrato ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para a determinação dos teores de P, K, Ca e Mg, de acordo com a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017). A determinação dos teores de N e C foram feitas no analisador elementar (CHN), conhecido também como método de Dumas (Nelson; Sommers, 1996). As propriedades físicas dos substratos avaliadas foram as seguintes: macroporosidade, microporosidade, porosidade total, capacidade de retenção de água e densidade volumétrica, obtidas pelo método da mesa de tensão, utilizando anéis metálicos de 100 mL e tensão de 60 cm de coluna d'água (Teixeira et al., 2017).

Avaliação da qualidade dos gongocompostos na produção de mudas de rúcula

Para avaliar a eficiência dos gongocompostos produzidos, optou-se pela produção de mudas de rúcula (*Eruca sativa* L.). Os tratamentos empregados foram formados pelos quatro gongocompostos produzidos a seguir: S1 - AM+CA (40% grama + 30% Amendoeira + 30% Cassia); S2 - AM+AL (40% grama + 30% Amendoeira + 30% Albízia); S3 - OI+CA (40% grama + 30% Oiti + 30% Cassia); S4 - OI+AL (40% grama + 30% Oiti + 30% Albízia) e S5- SIPA, como substrato controle, o qual é produzido e utilizado rotineiramente na Fazendinha Agroecológica Km 47. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido com 200 células para realizar a semeadura, adicionando três sementes de rúcula peletizadas por célula. Aos quatro dias após a semeadura foi efetuado o desbaste nas bandejas, mantendo então apenas uma planta por célula. O delineamento experimental utilizado no experimento de produção das mudas de rúcula foi de blocos casualizados, com cinco substratos e quatro repetições.

Aos 24 dias após a semeadura, foram retiradas completamente ao acaso, dez mudas de rúcula por unidade experimental, das quais foram avaliados os seguintes parâmetros: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raízes (MFR), massa seca das raízes (MSR), volume de raiz (VR), vigor da



muda (VM) e estabilidade do torrão (ET). A massa seca da parte aérea e das raízes foram determinadas após a pesagem de suas respectivas massas frescas, sendo dispostas em sacos de papel e mantidas em estufa a 65 °C por 72 horas e posteriormente pesadas. O volume de raiz foi determinado de acordo com a diferença da coluna d'água em proveta, quando acrescida a raiz.

O vigor das mudas (VM) foi determinado por uma adaptação metodológica de Franzin *et al.* (2005), onde classifica-se com notas que vão de 1 a 4. Nota 1: ótimo vigor, acima de 5 folhas, altura maior que 5 cm; nota 2: vigor bom, 4 a 5 folhas, altura maior que 5 cm com amarelado não proeminente; nota 3: amarelecimento notório, 4 a 5 folhas, tamanho até 5 cm, porém com deficiência nutricional bem destacada; nota 4: deficiência nutricional, problemas na altura, número de folhas reduzido.

A estabilidade do torrão (ET) é determinada por uma adaptação metodológica de Gruszynski (2002), cujas notas variam de 1 a 4. Nota 1: 50% ou mais do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; nota 2: 30 a 50% do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; nota 3: torrão destaca-se do recipiente, porém não permanece coeso; nota 4: o torrão é destacado completamente do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso.

Análises estatísticas

Para a análise dos dados foram feitas avaliações da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de

Bartlett e da normalidade pelo Teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância, com a aplicação do teste Scott-Knott no nível de probabilidade de 5%, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH não diferiram entre os gongocompostos produzidos a partir dos resíduos de Amendoeira e Cassia (S1 - AM+CA), Amendoeira e Albízia (S2 - AM+AL), Oiti e Cassia (S3- OI+CA), Oiti e Albízia (S4 - OI+AL). Todavia, de acordo com a Tabela 1, os valores foram mais baixos do que o do substrato S5 - SIPA (elaborado a partir de mistura de vermicomposto de esterco bovino, cravão vegetal e farelo de mamona).

Kratz (2011) considera que os valores ideais de pH devem estar situados entre 5,0 e 6,5, uma vez que nesta faixa, em teoria, há menor suscetibilidade das mudas à toxicidade provocada por sais e por elementos químicos, que limitam o pleno crescimento do sistema radicular, reduzindo a capacidade de absorção de nutrientes. Os valores de pH de todos os substratos (Tabela 1) foram superiores a faixa considerada ideal. Embora o substrato SIPA tenha exibido pH mais alcalino, esta propriedade físico-química não foi limitante à obtenção de mudas orgânicas vigorosas com padrão comercial.

Tabela 1 - Valores de pH, condutividade elétrica, relação carbono/nitrogênio (C/N) e teores de macronutrientes totais dos substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de rúcula

Substratos	pH	Relação		Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
		CE (dS m ⁻¹)	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
S1 - AM+CA	7,33 b	1,25 b	19,09 e	408,64 c	21,41 a	1,81 b	5,49 b	24,65 b	6,52 b
S2 - AM+AL	7,50 b	1,22 b	26,42 a	430,13 a	16,28 c	1,48 b	5,86 b	20,78 c	3,19 c
S3 - OI+CA	7,30 b	1,22 b	23,35 b	417,11 b	17,86 b	1,74 b	5,10 c	21,74 c	2,84 c
S4 - OI+AL	7,43 b	1,26 b	22,78 b	422,28 b	18,54 b	1,99 b	5,17 c	27,15 a	2,89 c
S5 - SIPA	8,13 a	2,11 a	21,57 c	326,73 d	15,15 d	5,25 a	6,27 a	14,95 d	7,06 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

S1 - AM+CA (40% grama + 30% Amendoeira + 30% Cassia); S2 - AM+AL (40% grama + 30% Amendoeira + 30% Albízia); S3 - OI+CA (40% grama + 30% Oiti + 30% Cassia); S4 - OI+AL (40% grama + 30% Oiti + 30% Albízia) e S5- SIPA (83% vermicomposto + 15% de fino de carvão + 2% de torta de mamona).

A condutividade elétrica (CE) expressa a concentração de sais contida nos substratos. Segundo Araújo Neto et al. (2009), os valores ideais de CE para substratos destinados à produção de mudas devem estar situados entre 1,0 e 2,0 dS m⁻¹. Desta forma, verifica-se que todos os gongocompostos avaliados apresentaram valores de CE dentro desta faixa, exceto o S5 – SIPA (Tabela 1), cujo valor foi levemente maior do que o limite superior preconizado pelos autores supracitados, o que pode ser atribuído à matéria-prima utilizada na formulação do substrato, que foi constituído por húmus de minhoca oriundo do esterco bovino acrescido de 2% de farelo de mamona.

Os teores de nutrientes variaram entre os substratos tanto em relação ao N, quanto ao P, K, Ca e Mg (Tabela 1). Com relação ao N, foi observada variação proporcional de até 42%, quando se comparou o substrato S5 - SIPA e S1 - AM+CA. É relevante destacar o papel preponderante da disponibilidade de N no substrato para o crescimento de mudas, haja visto que sua falta ou indisponibilidade afetam o desenvolvimento da parte aérea, o crescimento das raízes, a eficiência fotossintética, o processo de produção e translocação de fotoassimilados (Taiz; Zieger, 2004).

O substrato S5 – SIPA, tido como controle, também exibiu maiores teores de P, K e Mg (Tabela 1). Os gongocompostos S1 e S2 apresentaram valores próximos aos do substrato S5 para K e para os teores de Mg, apenas o substrato S1 se aproximou do S5 (Tabela 1). A diferença nos teores dos nutrientes P, K e Mg no substrato S5 - SIPA é atribuída ao esterco bovino e ao farelo de mamona, materiais ricos nestes nutrientes.

O fósforo apresenta funções estruturais importantes ao desenvolvimento vegetal, participando da fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular e

principalmente, no fornecimento de energia (ATP), o que resulta no maior crescimento e desenvolvimento inicial das plantas, principalmente do sistema radicular (Vieira et al., 2015). Ao contrário do nitrogênio e do fósforo, o potássio não apresenta função estrutural, contudo está associado à maior resistência das plantas quando submetidas a condições adversas, como baixa disponibilidade de água e temperaturas extremas, por conta de sua função na abertura e fechamento dos estômatos (Berti et al., 2017). Dentre as funções do magnésio destaca-se o seu papel na composição da molécula de clorofila, participando de vários processos, como fotossíntese, respiração, síntese de carboidratos e proteínas (Silva et al., 2017).

Em contrapartida, todos os substratos à base de gongocompostos apresentaram teores de Ca maiores do que o substrato S5 - SIPA. O cálcio é um elemento fundamental na permeabilidade das membranas e manutenção da integridade celular, sendo exigido para a divisão e expansão das células. É componente da parede celular e lamela média, e ainda serve como ativador de algumas enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, como a alfa-amilase (Garrone et al., 2016). Mas é improvável que a disponibilidade deste elemento tenha alguma influência relevante no desenvolvimento das mudas de rúcula, pois o substrato S5 foi o que proporcionou a melhor resposta vegetal, embora seu teor de Ca tenha sido menor.

Quanto às características físicas dos substratos (Tabela 2), observaram-se diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados. Variações pequenas de densidade volumétrica (inferiores a 10%), embora significativas (P<0,05), foram detectadas ao se comparar os gongocompostos entre si, porém, os valores foram muito menores quando comparados com a densidade do substrato S5 – SIPA.

Tabela 2 - Percentuais de macroporosidade (MAC), microporosidade (MIC) e porosidade total (POT), capacidade de retenção de água (CRA) a 10 cm de coluna d'água e densidade volumétrica (DV) dos substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de rúcula

Substratos	MAC	MIC	POT	CRA	DV
	----- (%) -----			(mL 50 cm ⁻³)	(kg m ⁻³)
S1 - AM+CA	28,55 c	53,01 b	81,56 c	29,79 c	162,27 d
S2 - AM+AL	35,61 a	46,93 c	82,54 c	23,73 d	165,30 c
S3 - OI+CA	29,46 b	53,60 b	83,06 b	30,61 b	162,70 d
S4 - OI+AL	30,09 b	58,00 a	88,09 a	35,22 a	179,30 b
S5 - SIPA	26,55 c	56,56 a	83,11 b	33,65 b	371,20 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05).



Gonçalves; Poggiani (1996) estabeleceram faixas adequadas para as características físicas dos substratos. No que se refere à macroporosidade, os autores consideram a faixa de 35-45% como sendo a adequada para macroporosidade. No entanto, apenas o substrato S2 ficou com o percentual dentro da faixa proposta (Tabela 2) e os demais substratos apresentaram macroporosidade variando de 26 a 30%. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Antunes et al. (2019), os quais ao utilizarem o gongocomposto como substrato na produção de mudas de girassol ornamental, registraram macroporosidade de 31%, faixa considerada média por Gonçalves e Poggiani (1996).

Quanto à microporosidade, os substratos orgânicos S1, S2 e S3 apresentaram valores dentro da faixa considerada adequada (45-55%) segundo Gonçalves e Poggiani (1996). Já os substratos S4 e S5 apresentaram microporosidade um pouco acima da faixa proposta. A microporosidade é responsável pela retenção de água no substrato, que quando eleva-se consideravelmente, acaba por gerar um menor volume de substrato explorado, consequentemente há menor absorção de água e nutrientes, os quais são de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento das mudas (Maggioni *et al.*, 2014).

Para a porosidade total (POT), Gonçalves; Poggiani (1996) consideram como adequados percentuais que variam entre 75 a 85%. Todos os substratos permaneceram dentro da faixa especificada (Tabela 2), exceto o substrato S4, exibindo POT 3% superior a faixa ideal. Os resultados corroboram com os valores encontrados por Antunes et al. (2018), que utilizou gongocompostos de diferentes tempos de obtenção como substrato para produzir mudas de alface. Entretanto, Carrijo et al. (2002) afirmam que os substratos utilizados no cultivo de hortaliças devem apresentar porosidade total acima de 85%.

Outra característica física importante inerente a qualquer substrato e, particularmente na produção de mudas de hortaliças em bandejas, é a capacidade de retenção de água. Tendo em vista que as células das bandejas comumente empregadas na produção de mudas de hortaliças são pequenas, um substrato que apresente baixa capacidade de retenção, ou que retenha água em excesso, não será adequado para este fim, visto que acarretará em problemas que impactarão no vigor e na qualidade das mudas, em decorrência, respectivamente, do déficit hídrico ou do excesso de retenção água no ambiente radicular.

Níveis adequados de retenção de água em substratos, sugeridos por Gonçalves e Poggiani (1996), encontram-se entre 20 e 30 mL 50 cm⁻³. Nesta faixa pode-se notar que se encontram os gongocompostos S1 - AM+CA,

S2 - AM+AL e S3 - OI+CA (Tabela 2). O substrato S4 - OI+AL e S5 - SIPA apresentaram valores maiores de capacidade de retenção de água, correspondendo, respectivamente, a 17 e 12 % acima do limite sugerido pelos autores. Deve-se destacar a coerência entre os resultados de densidade volumétrica e capacidade de retenção de água, o que denota a relação próxima envolvendo estas características. Os substratos cujas densidades encontram-se na faixa preconizada como ótima, são também aqueles que apresentam valores adequados de capacidade de retenção de água.

Conhecer a densidade volumétrica dos substratos com vistas à produção de mudas é um fator de alta relevância, visto que se permite inferir sobre outras características físicas, bem como o ambiente do substrato influenciará a capacidade de retenção de água, o crescimento do sistema radicular e a acessibilidade à absorção de água e nutrientes pelas plantas (Fermino, 2003).

De acordo com Fermino (2003), a faixa adequada de densidade volumétrica de substratos destinados à produção de mudas em bandejas situa-se 100 e 300 kg m⁻³. Sendo assim, pode-se notar na Tabela 2, que os gongocompostos estão situados na faixa de valores supracitados. Em contrapartida, o substrato S5 - SIPA apresentou maior densidade que os gongocompostos e menor proporção de macroporos, o que pode ser entendido pela presença, por ocasião da formulação, de matérias-primas com menor diâmetro de partícula, tais como o húmus de minhoca.

O substrato S5 - SIPA proporcionou os melhores resultados em todos os parâmetros fitotécnicos avaliados, com exceção para a variável estabilidade do torrão, a qual foi inferior em relação aos gongocompostos (Tabela 3).

Os valores médios dos parâmetros de massa fresca e seca de parte aérea, bem como a massa fresca e seca de raízes das mudas de rúcula produzidas no substrato S5 - SIPA foram superiores às médias observadas nos gongocompostos (Tabela 3). Uma vez sabido que a rúcula é uma hortaliça de elevada necessidade nutricional no início de seu ciclo, é oportuno afirmar que os maiores teores de fósforo, potássio e magnésio tenham interferido diretamente no maior acúmulo de fitomassa das mudas (Ensinas et al., 2009; Makkar et al., 2017).

Não houve diferenças estatísticas entre os substratos no que se refere ao parâmetro volume de raiz (VR), embora, assim como nos demais tratamentos, o substrato S5- SIPA tenha apresentado valores superiores. Para o parâmetro de estabilidade do torrão, novamente ocorreu diferença estatística entre o substrato S5 - SIPA e

os demais substratos, contudo, nesse quesito, as notas dos gongocompostos foram consideradas melhores (Tabela 3), pois seus torrões apresentaram maior firmeza, facilidade de retirada das bandejas e coesão (Figura 1). Possivelmente

a estrutura granular dos coprólitos, constituintes do gongocomposto, facilitou a expansão e adesão do sistema radicular nestes substratos.

Tabela 3 - Valores médios de massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR), volume de raízes (VR), vigor de muda (VM) e estabilidade do torrão (ET), das mudas de rúcula produzidas nos diferentes substratos orgânicos

Substratos	MFPA	MSPA	MFR	MSR	VR (mL)	VM	ET
	----- (mg planta ⁻¹) -----						
S1 - AM+CA	1,80 b	0,25 b	0,36 b	0,047 a	1,37 a	2,17 a	3,90 a
S2 - AM+AL	1,50 b	0,22 b	0,41 b	0,037 a	1,50 a	2,32 a	3,85 a
S3 - OI+CA	1,35 b	0,23 b	0,30 b	0,020 a	1,25 a	2,20 a	3,85 a
S4 - OI+AL	1,91 b	0,26 b	0,37 b	0,017 a	1,25 a	2,22 a	3,90 a
S5 - SIPA	4,85 a	0,55 a	0,83 a	0,090 a	2,20 a	1,57 b	3,15 b
CV (%)	27	24	42	86	52	6	3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05).

Observa-se que, de acordo com a Tabela 1, o substrato S5 - SIPA exibiu elevada diferença no teor de fósforo, proporcionando maior incremento de biomassa nas mudas de rúcula em relação aos gongocompostos. Grant et al. (2001) afirmou que, no início do ciclo vegetativo, uma baixa disponibilidade de fósforo pode restringir o desenvolvimento da parte aérea e radicular das mudas, de forma que a planta não consiga mais se recuperar, ainda que seja fornecida quantidade adequada de fósforo, posteriormente. Cavallaro Júnior (2006) obteve valores positivos de massa fresca da parte aérea em plantas de rúcula, assim como Lana et al. (2004) observaram um aumento de massa fresca na parte aérea de alface, ambos utilizando a adubação fosfatada. O vigor de muda do substrato S5-SIPA foi considerado superior e diferiu estatisticamente dos demais substratos. Foi observado menor número de folhas e altura de plantas entre os gongocompostos, quando comparados ao substrato S5 - SIPA (Figura 1).

Oliveira (2011) observou qualidade superior em aspectos como altura da planta, área foliar, massa fresca e massa seca, em mudas de rúcula produzidas em substratos orgânicos com adição de 3% e 4% de farelo de mamona. A mesma autora comenta que tais resultados demonstram que a rúcula apresenta uma maior exigência nutricional, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho, onde o substrato S5 – SIPA, foi capaz de fornecer mais nutrientes às plantas de rúcula. Embora os gongocompostos tenham apresentado teores superiores de N, provavelmente

parte deles não esteve prontamente disponível, refletindo no desenvolvimento abaixo do esperado.



Figura 1 - Mudas de rúcula produzidas nos diferentes substratos orgânicos. S1 - AM+CA; S2 - AM+AL; S3 - OI+CA; S4 - OI+AL e S5 - SIPA.

CONCLUSÕES

É possível produzir gongocompostos a partir de resíduos de poda arbórea, no entanto, os menores conteúdos de fósforo limitaram o crescimento das mudas de rúcula. As propriedades físicas de todos os gongocompostos permitem obter mudas com torrões estáveis, facilitando a retirada da bandeja para o transplante a campo.

Trabalhos futuros deverão ser realizados de modo a testar outros resíduos de poda urbana, de modo

que a combinação destes resíduos resulte em compostos orgânicos com melhores conteúdos de P e Mg, para que assim haja a possibilidade de produzir mudas de rúcula semelhantes ao substrato S5-SIPA, tido como controle neste experimento.

Ademais, torna-se interessante estudar qual seria as proporções adequadas de farinha de ossos e torta de mamona a serem adicionadas nos gongocompostos, visando suprir as necessidades nutricionais da rúcula bem como de outras espécies olerícolas.

LITERATURA CITADA

ANTUNES, L.F.S.; SOUZA, R.G.; VAZ, A.F.S.; FERREIRA, T.S.; CORREIA, M.E.F. Evaluation of millicomposts from different vegetable residues and production systems in the lettuce seedling development. *Organic Agriculture*, p.1-12, 2021.

ANTUNES, L.F.S.; AZEVEDO, G.; CORREIA, M.E.F. Produção de mudas de girassol ornamental e seu desenvolvimento em vasos utilizando como substrato o gongocomposto. *Revista Científica Rural*, v.21, n.2, p.299-314, 6 ago 2019.

ANTUNES, L.F.S.; SCORIZA, R.N.; FRANÇA, E.M., SILVA, D.G.; CORREIA, M.E.F.; ALMEIDA LEAL, M.A.; ROUWS, J.R.C. Desempenho agrônomo da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.8, n.3, p.57-65, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/ojs/rbas/article/view/3009/pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ANTUNES, L.F.S.; SCORIZA, R.N.; SILVA, D.G.D.; CORREIA, M.E.F. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v.46, n.5, p.815-819, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01038478201600050085> Acesso em: 20 out. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150714>.

ARAÚJO NETO, S.E.; AZEVEDO, J.M.A.; OLIVEIRA GALVÃO, R.; LIMA OLIVEIRA, E.B.; FERREIRA, R.L.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural*, v.39, n.5, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/331/33113643016/>>. Acesso em: 21 out. 2018.

BERTI, C.L.F.; KAMADA, T.; SILVA, M.P.; MENEZES, J.F.S.; OLIVEIRA, A.C.S. Crescimento de mudas de baru em substrato enriquecido com nitrogênio, fósforo

e potássio. *Cultura Agrônoma: Revista de Ciências Agrônomicas*, v.26, n.2, p.191-202, 2017.

BIANCHI, M.O.; CORREIA, M.E.F. Mensuração do consumo de material vegetal depositado sobre o solo por diplópodes. Seropédica: *Embrapa Agrobiologia*, 2007. 4p. (Circular Técnica, 20). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-publicacoes/-/publicacao/622242/mensuracao-do-consumo-de-material-vegetal-depositado-sobre-o-solo-por-diplopodes>>. Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL. 17. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa SDA Nº 31 de 23 de outubro de 2008. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo da Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de maio 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. 2008.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CAVALLARO JÚNIOR, M.L. *Fertilizantes orgânicos e minerais como fontes de N e de P para produção de rúcula e tomate*. 2006. 47f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/dissertacoes/pb1803904.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

COSTA, E.; ESPÍRITO SANTO, T.L.; SILVA, A.P.; SILVA, L.E.; OLIVEIRA, L.C.; BENETT, C.G.S.; BENETT, K.S.S. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. *Horticultura Brasileira*, v.33, n.1, p.110-118, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362015000100110&lng=en&rm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 27 out. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362015000100018>.

COSTANETO, M. The perception of Diplopoda (Arthropods, Myriapods) by the inhabitants of the country of Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil and Costa. *Acta Biológica Colombiana*, v.12, p.123-134, 2007.

CRUZ, F.A. *Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ*. 2005. 65p. Dissertação, mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2005. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/daniel/Downloads/Material/Teses%20Orientadas/Dissertacao%20Francisco%20Cruz.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.



- DIAS, J.E. *Monitoramento do uso da terra e dos níveis de nutrientes no solo Sistema Integrado de Produção Agroecológica utilizando geoprocessamento*. 2007. 111p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica- RJ, 2007. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/handle/tede/549?locale=pt_BR>. Acesso em: 27 out. 2018.
- ENSINAS, S.C.; BISCARO, G.A.; BORELLI, A.B.; MÔNACO, K.A.; MARQUES, R.J.R.; ROSA, Y.B.C.J. Níveis de fertirrigação nas características morfológicas de mudas de rúcula. *Agrarian*, v.2, n.3, p.7-17, 2009. Disponível em: <ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/download/376/285>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- FERMINO, M.H. *Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas*. 2003. 81f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2269>>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia* [online], v.38, n.2, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200001>. Acesso em: 10 out. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.D.; GARCIA, D.C.; SANTOS, O.D. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.193-197, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25051.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2018.
- GARRONE, R.F.; DE CAMPOS, A.G.; SILVEIRA, C.P.; JUNIOR, J.L. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. *Revista Ciência Agrônoma*, v.47, n.1, p.22-31, 2016. DOI: 10.5935/1806-6690.20160003.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: *Solo-Suelo-Congresso Latino Americano de Ciência do Solo*, 13, 1996. Águas de Lindóia-SP. Relação de trabalhos. Águas de Lindóia: SLCS/SBCS/ESALQ/USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1 CD ROM.
- GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S. *A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta*. POTAFOS, Piracicaba, 2001. 16p. Informações Agrônomicas. Disponível em: <<http://www.ipni.net/publication/iabrazil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/%24FILE/Jornal%2095.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- GRUSZYNSKI, C. *Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas*. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/72644>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- KRATZ, D. *Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth*. 2011. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25859/Dissertacao%20Dagma%20Kratz_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 ago. 2018.
- LANA, R.M.Q.; JÚNIOR, L.A.Z.; LUZ, J.M.Q.; SILVA, J.C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.525-528, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362004000300004>. Acesso em: 18 ago. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000300004>.
- MAGGIONI, M.S.; ROSA, C.B.C.J.; ROSA JUNIOR, E.J.; SILVA, E.F.; ROSA, Y.B.C.J.; SCALON, S.P.Q.; VASCONCELOS, A.A. Desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.16, n.1, p.10-17, 2014.
- MAKKAR, C.; SINGH, J.; PARKASH, C. Vermicompost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in *Linum usitassimum* L. for organic agriculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, v.6, n.3, p.203-218, 2017.
- MARTENS, M.M.; ALPHEI, J.; SCHAEFER, M.; SCHEU, S. Millipedes and Earthworms increase the decomposition rate of 15N labelled winter rape in and arable fi eld. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, v.37, n.1, p.43-51, 2002.
- NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: SPARKS, D.L. *et al.* (Eds.). *Methods of Soil Analysis*. Madison: SSSA and ASA. 1996. 983p.
- OLIVEIRA, E.A.G. *Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido*.



2011. 78p. Dissertação de mestrado. Seropédica: UFRRJ. Disponível em: <<http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgf/files/2013/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-PPGF-Eva-Adriana-Gon%C3%A7alves-de-Oliveira.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. *Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade do Rio de Janeiro, 2015*. 2015. 416p. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5560381/4146113/PDAUtotal5.pdf>> Acesso em: 06 nov. 2016.

ROCHA, A.J.F.; SOUZA, R.L.P.; LIMA REDA, A.L.; SILVA, G.T. *Sustainable destination for the urban tree pruning waste*. XV Safety, Health and Environment World Congress, Porto, Portugal, p.137-138, 2015. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/shewc2015/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SHELLEY, R.M.; CARMANY, R.M.; BURGESS, J. Introduction of the millipede *Trigoniulus corallinus* (Gervais, 1847) (Spirobolida: Trigoniulidae), in Florida, U.S.A. *Entomological News*, v.117, n.2, p.239-241, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232662384_Introduction_of_the_milliped_Trigoniulus_corallinus_Gervais_1847_Spirobolida_Trigoniulidae_in_Florida_USA>. Acesso em: 12 set. 2018.

SILVA, L.G.F.; BARROS, B.; SANTOS, J.V.G.; MANZOLI, V.Q.; SALLES, R.A.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA BERILLI, S. Efeito da adubação foliar com diferentes fontes de magnésio no desenvolvimento de mudas do mamão. *SEAGRO: Anais da Semana Acadêmica do Curso de Agronomia DO CCAE/UFES*, v.1, n.1, 2017.

SOUZA, E.G.F.; JÚNIOR, A.P.B.; SILVEIRA, L.M.; SANTOS, M.G.; SILVA, E.F. Emergência e

desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. *Revista Ceres*, v.60, n.6, p.902-907, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-737X2013000600020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 18 set. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600020>.

SOUZA, T.S.; CHRISTOFOLETTI, C.A.; BOZZATTO, V.; FONTANETTI, C.S. The use of diplopods in soil ecotoxicology – A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.103, p.68-73, 2014.

STEFFEN, G.P.K.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; MACHADO, R.G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. *Acta Zoológica Mexicana*, número especial 2, p.333-343, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26nspe2/v26nspe2a25.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.719.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. *Manual de métodos de análise de solo*. 3.ed. Brasília-DF: Embrapa, 2017.

VIEIRA, C.R.; WEBER, O.L.S.; SCARAMUZZA, J.F. Saturação por bases e doses de P no crescimento e nutrição de mudas de cerejeira (Amburana Acreana Ducke). *Nativa*, Sinop, v.3, n.1, p.01-09, 2015.

WILSON, H.M.; ANDERSON, L.I. Morphology and taxonomy of Paleozoic millipedes (Diplopoda: Chilognatha: Archipolypoda) from Scotland. *Journal of Paleontology*, v.78, n.1, p.169-184, 2004.

Recebido para publicação em 09/03/2021, aprovado em 29/04/2021 e publicado em 18/05/2021.