

Article

Gongocompostagem: Técnica Sustentável para a Obtenção de Composto Orgânico para o Cultivo de Mudas de Brócolis

Luiz Fernando de Sousa Antunes ¹ , André Felipe de Sousa Vaz ² , Maria Elizabeth Fernandes Correia ³ 

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro; ORCID: 0000-0001-8315-4213; E-mail: fernando.ufrrj.agro@gmail.com

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; ORCID:0000-0002-2750-1660; E-mail: afsagro@hotmail.com

³ Embrapa Agrobiologia; ORCID: 0000-0003-1919-6659; E-mail: elizabeth.correia@embrapa.br

ABSTRACT

Millicomposting is a technique still little known in Brazil and in the world, consisting of the food activity of millipedes, which potentiate the fragmentation of agricultural and urban residues and through the accumulation of their fecal pellets, the formation of the organic compost by which we call of millicompost. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the millicompost in the production of broccoli seedlings. The substrates used were the following: millicompost obtained at 180 days of millicomposting and the commercial substrate. The substrates were characterized in terms of their physical-chemical, chemical and physical properties. The dry masses of the aerial part and roots (g), plant height (cm), number of leaves, notes of seedling vigor and clod stability were evaluated. The experimental design adopted was completely randomized, with four replications, each consisting of the evaluation of 10 plants randomly removed from the trays at 23 days after sowing. The millicompost showed a greater supply of nutrients and water retention capacity, in addition to a lower volumetric density, thus providing the formation of broccoli seedlings with superior quality in relation to the seedlings developed on the commercial substrate. The millicompost represents a new alternative of organic substrate for producers, as it provides more vigorous seedlings for transplanting in the production beds.

Keywords: millipedes; agricultural and urban waste; millicompost; quality seedlings; horticulture.

RESUMO

A gongocompostagem é uma técnica ainda pouco conhecida no Brasil e no mundo, consistindo na atividade alimentar dos gongolos, os quais potencializam a fragmentação dos resíduos agrícolas e urbanos e através do acúmulo de seus péletes fecais ocorre a formação do composto orgânico pelo qual chamamos de gongocomposto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do gongocomposto na produção de mudas de brócolis. Os substratos utilizados foram os seguintes: gongocomposto obtido aos 180 dias de gongocompostagem e o substrato comercial. Os substratos foram caracterizados quanto às suas propriedades físico-químicas, químicas e físicas. Foram avaliadas as massas secas da parte aérea e de raízes (g), altura de plantas (cm), número de folhas, notas do vigor de muda e estabilidade do torrão. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, cada qual constituída pela avaliação de 10 plantas retiradas aleatoriamente das bandejas aos 23 dias após a semeadura. O gongocomposto apresentou maior aporte de nutrientes e capacidade de retenção de água, além da menor densidade volumétrica, proporcionando assim a formação de mudas de brócolis com qualidade superior em relação às mudas desenvolvidas no substrato comercial. O gongocomposto representa uma nova



Submissão: 13/07/2021



Aceite: 05/08/2021



Publicação: 30/12/2021



alternativa de substrato orgânico aos produtores, pois proporciona a obtenção de mudas mais vigorosas para o transplante nos canteiros de produção.

Palavras-chave: gongolos; resíduos agrícolas e urbanos; gongocomposto; mudas de qualidade; horticultura.

1. Introdução

Os resíduos orgânicos tornaram-se um grande foco de pesquisa devido à ameaça que representam ao ambiente e à saúde humana na sociedade moderna. A produção mundial de resíduos agrícolas é de mais de centenas de megatoneladas por ano e uma grande parte desses resíduos agrícolas são descartados inadequadamente ou queimados diretamente, intensificando ainda mais o aquecimento global e a poluição do ar (Zhang et al. 2016).

A compostagem é um processo biológico que atua na transformação da matéria orgânica presente nos resíduos em material humificado, onde o composto gerado pode ser utilizado como adubo orgânico na agricultura, hortas e jardins (Antunes et al. 2021). Ademais, além do seu baixo custo de produção, é uma técnica ambientalmente correta para o processamento sustentável desses resíduos (López-González et al. 2015). Da compostagem clássica, em que a atividade microbiana tem importância decisiva, até a compostagem intermediada por invertebrados da fauna de solo, como a vermicompostagem e a gongocompostagem, diferentes misturas, práticas e manejos têm sido propostos com o objetivo de melhorar a eficiência da compostagem e a qualidade do composto produzido.

A gongocompostagem é uma biotecnologia nova, pouco conhecida e ambientalmente correta, que proporciona a biotransformação dos resíduos vegetais em matéria orgânica estável, a qual é promovida pela atividade dos diplópodes, popularmente chamados de gongolos, piolhos-de-cobra, embuás, grangugis ou maria-café, a depender da região do Brasil em que se encontram. A espécie de diplópode *Trigoninilis corallinus* apresenta viabilidade para a gongocompostagem, pois apresenta distribuição pantropical, ocorrendo amplamente em diferentes ambientes agrícolas, e de fácil reconhecimento pela sua distinta cor vermelha (Antunes 2017).

Os diplópodes estão amplamente distribuídos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, exercendo um papel importante na melhoria da fertilidade do solo, pois são capazes de mobilizar nutrientes presos na serapilheira e enriquecer o solo com nitrogênio (N), carbono (C), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K), em situações de microcosmos (Antunes et al. 2019a). Isso é decorrente da capacidade do consumo de serapilheira associada a uma elevada atividade microbiana presente nas fezes dos diplópodes. Quando a serapilheira passa pelo tubo digestivo, esse material é triturado, o que aumenta a sua superfície específica, umedecido e enriquecido com microrganismos (Correia & Aquino 2005). Os diplópodes chegam a metabolizar de 0,3 a 7% do material ingerido e ao excretar a atividade microbiana continua em seus pellets fecais, o que aumenta a bioconversão dos resíduos vegetais (Ambarish & Sridhar 2013).

O produto final da gongocompostagem é o húmus de gongolo, o qual vem sendo chamado de gongocomposto (Antunes et al. 2018). O uso de resíduos orgânicos como fornecedores de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa para diminuir o custo de produção das mudas hortícolas (Silva Júnior et al. 2014).

Considerando que o substrato é imprescindível à produção de mudas olerícolas e que deve reunir características físicas, químicas e biológicas que assegurem o bom desenvolvimento vegetal na fase de mudas e no posterior desenvolvimento nos canteiros de produção. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar a eficiência do gongocomposto obtido a partir de resíduos agrícolas e urbanos na produção de mudas de brócolis, além de difundir a técnica da gongocompostagem de modo a disponibilizar uma nova opção de substrato orgânico a partir de fontes renováveis à sociedade em geral.

2. Material e Métodos

2.1 O Processo de Gongocompostagem e Obtenção do Gongocomposto

O processo de gongocompostagem foi conduzido na área experimental do Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA, localizado na Fazendinha Km 47, Seropédica-RJ. O clima da região é quente e úmido, classificado como Aw, com chuvas concentradas no período de novembro a março e precipitação anual média de 1213 mm (Oliveira Júnior et al. 2014). Para isso, utilizou-se um anel de concreto com altura de 0,5 m e largura de 1 m, com capacidade para receber 400 litros de resíduos (Figura 1). Na primeira etapa, os



resíduos foram quantificados e depositados no interior do anel. A gongocompostagem foi estabelecida a partir da mistura de resíduos de *Bauhinia sp.* (folhas de pata-de-vaca), *Paspalum notatum* (aparas de grama), *Musa sp.* (folhas de bananeira) e papelão picado. A proporção dos materiais foi, respectivamente, de 160 litros, 120 litros, 80 litros e 40 litros. Em seguida foram misturados de forma a deixar a mistura bem homogênea, adicionados no anel e molhados (Figura 1).

Na segunda etapa, o anel recebeu uma quantidade aproximada de 2,2 litros de gongolos, que equivale a uma população de aproximadamente 3.960 indivíduos adultos (Figura 1), coletados manualmente em canteiros de minhocultura, em composteiras e em gramado contendo aparas recentes. O anel permaneceu coberto com sombrite, cuja função foi impedir que os gongolos ali existentes fugissem ao subir pela parede do anel ou ainda impedir a entrada de algo indesejado durante o processo de gongocompostagem (Figura 1).

No decorrer de todo o processo de gongocompostagem houve a necessidade de observar a umidade do material contido nos anéis, sendo que a manutenção desta umidade foi realizada com adição de água via regador (aproximadamente quatro litros por anel de concreto) semanalmente ou quando necessário, a fim de mantê-la em torno de 50-60%, cuja finalidade era proporcionar um ambiente favorável à sobrevivência dos gongolos e continuidade do processo de compostagem.

Os gongocompostos foram obtidos aos 180 dias após iniciar-se todo processo supracitado. Os resíduos foram retirados e peneirados em malha de 2 mm (Figura 1) e armazenados em sacos plásticos, os quais foram submetidos às análises físicas, físico-químicas e químicas e posteriormente destinados à produção de mudas de hortaliças.



Figura 1. Esquema sequencial do processo de gongocompostagem realizado pelos gongolos da espécie *Trigoniulus corallinus* até a obtenção do gongocomposto para uso como substrato na produção de mudas de hortaliças. Fonte: os autores

2.2 Caracterização das Propriedades Físicas, Físico-químicas e Químicas do Gongocomposto

As características físicas avaliadas nos substratos orgânicos foram as seguintes: macroporosidade, microporosidade, porosidade total, capacidade de retenção de água e densidade volumétrica (Teixeira et al. 2017). Para caracterizar os substratos quanto às suas características físico-químicas, 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). Quanto às propriedades químicas, foram encaminhadas amostras de cada substrato orgânico ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa



Agrobiologia, para determinação dos teores totais de P, K, Ca e Mg, avaliados por meio de digestão das amostras, conforme o método descrito por Teixeira et al. (2017). A determinação dos teores de N e C foi feita no analisador elementar (CHN) (Nelson & Sommers 1996). Foram realizadas triplicatas para todas análises supracitadas.

2.3 Produção das Mudanças de Brócolis

O experimento foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ e os substratos utilizados no experimento foram os seguintes: gongocomposto obtido com 180 dias de gongocompostagem (item 3.1) e o substrato comercial Biomix[®] orgânico.

Para avaliar a eficiência do gongocomposto, sementes de brócolis Piracicaba precoce (*Brassica oleracea* var. itálica) foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células preenchidas com os substratos supracitados e para as avaliações utilizou-se dez plantas por parcela experimental. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por 10 mudas retiradas aleatoriamente de cada bandeja. Aos 23 dias após a semeadura avaliou-se os seguintes parâmetros fitotécnicos: massas secas da parte aérea e das raízes (g), altura de plantas (cm), número de folhas, vigor de muda e estabilidade do torrão.

O vigor de muda (VM) é uma metodologia adaptada de Franzin et al. (2005), classificando como: nota 1: ótimo vigor, número de folhas ≥ 4 , altura maior que 5 cm e ausência visual de deficiência nutricional; nota 2: vigor bom, número de folhas ≥ 4 , altura ≥ 5 cm e início de amarelado não proeminente nas folhas basais; nota 3: vigor regular, número de folhas ≥ 4 , altura ≥ 5 cm; deficiência nutricional expressa por um amarelecimento proeminente que se estende para além das folhas basais ou outro sintoma intrínseco; nota 4: vigor ruim, deficiência nutricional bem destacada, expressa por problemas na altura (≤ 5 cm), número de folhas reduzido (≤ 4 folhas) e amarelecimento intenso ou outro sintoma intrínseco.

A estabilidade do torrão (ET) é uma metodologia adaptada de Freitas et al. (2010) e Gruszynski (2002), classificando como: nota 1: baixa estabilidade, 50% ou mais do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda e o torrão não permanece coeso; nota 2: entre 30 a 50% do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda, porém o torrão não permanece coeso; nota 3: regular, entre 15 a 30% do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda, porém não permanece coeso; nota 4: boa estabilidade, o torrão é destacado completamente do recipiente com até 90% de coesão e perda máxima de até 10% do substrato; nota 5: ótima estabilidade, o torrão é destacado completamente do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso, com perdas inferiores a 10% de substrato.

Após a coleta e tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2014).

3. Resultados

3.1 Propriedades Físico-químicas, Químicas e Físicas dos Substratos

O valor de pH do gongocomposto foi significativamente superior ao encontrado no substrato comercial Biomix[®] orgânico. A condutividade elétrica (CE) também apresentou diferença significativa entre os substratos, sendo a CE do Biomix[®] orgânico 66,7% menor. A relação carbono/nitrogênio (C/N) foi 2,7 vezes maior no substrato Biomix[®] orgânico, já o conteúdo de carbono total presente neste substrato foi inferior ao encontrado no gongocomposto (Tabela 1). Quanto aos teores totais dos macronutrientes, o gongocomposto apresentou médias significativamente superiores para N, P, K, Ca e Mg (Tabela 1).

Os percentuais de macroporos e microporos presentes nos substratos foram significativamente diferentes entre si. O gongocomposto exibiu 31,84% menos macroporos em relação ao substrato Biomix[®] orgânico, que por sua vez apresentou 9,94% menos microporos em relação ao gongocomposto (Tabela 1). A porosidade total não diferiu entre os substratos, exibindo valores semelhantes entre si (Tabela 1). A capacidade de retenção de água seguiu o mesmo padrão que a microporosidade, sendo que o gongocomposto exibiu percentuais significativamente maiores em relação ao substrato Biomix[®] orgânico (Tabela 1). Quanto à densidade volumétrica, o gongocomposto foi 27,5% menos denso que substrato Biomix[®] orgânico (Tabela 1).


Tabela 1. Características físico-químicas, químicas e físicas dos substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de brócolis.

Parâmetros	Substratos	
Características físico-químicas	Gongocomposto	Comercial
pH	7,92 a	7,27 b
CE (dS m ⁻¹)	0,84 a	0,28 b
Características químicas	Gongocomposto	Comercial
Relação C/N	16,84 b	46,56 a
Carbono (g kg ⁻¹)	354 a	325 b
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	21,02 a	6,98 b
Fósforo (g kg ⁻¹)	3,40 a	1,43 b
Potássio (g kg ⁻¹)	4,83 a	2,61 b
Cálcio (g kg ⁻¹)	37,41 a	9,52 b
Magnésio (g kg ⁻¹)	4,63 a	3,60 b
Características físicas	Gongocomposto	Comercial
Porosidade total (%)	78,97 a	78,80 a
Macroporos (%)	12,50 b	18,34 a
Microporos (%)	66,47 a	60,46 b
Capacidade de retenção de água (mL 50 cm ⁻³)	33,24 a	30,23 b
Densidade volumétrica (kg m ⁻³)	290 b	400 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste F ($p \leq 0,05$).

3.2 Produção de Mudas de Brócolis

As mudas de brócolis produzidas no gongocomposto apresentaram médias significativamente superiores para todos os parâmetros fitotécnicos (Figuras 2 e 3), exceto para o número de folhas, onde o substrato comercial exibiu média 6,52% maior em relação ao gongocomposto (Figura 2-D). Desta forma, as diferenças percentuais dos demais parâmetros fitotécnicos nas mudas oriundas do gongocomposto foram 217, 148, 117 e 36% maiores para massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), altura de planta (AP) e nota da estabilidade do torrão (ET), respectivamente. Quanto à nota do vigor de muda, o gongocomposto proporcionou vigores de muda próximos da nota 1, a qual foi 44% menor em relação às mudas do substrato comercial, cuja nota média foi 3 (Figura 2-E).

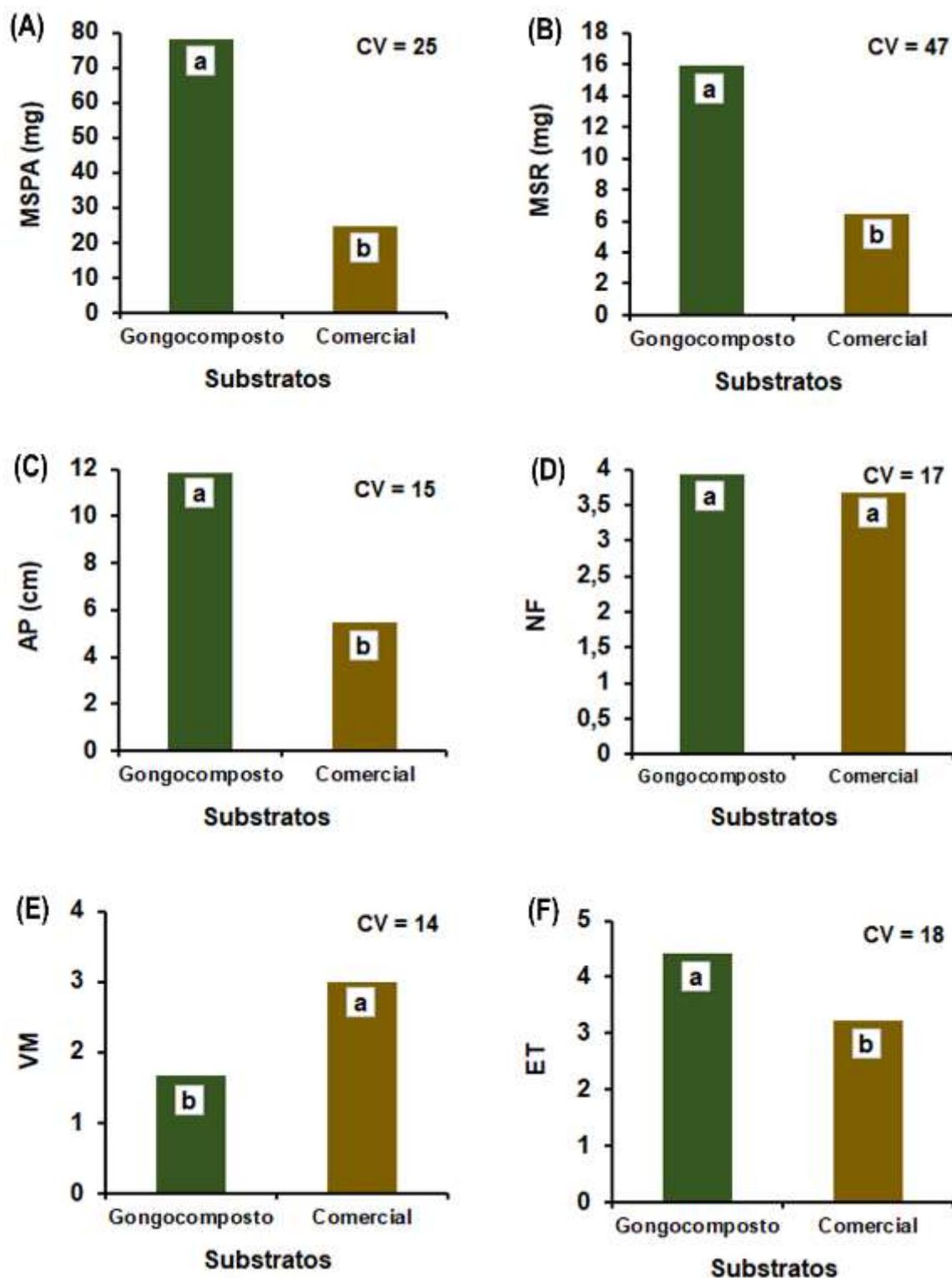


Figura 2. (A) Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA); (B) massa seca de raízes (MSR); (C) altura de plantas (AP); (D) número de folhas (NF); (E) vigor de muda (VM) e (F) estabilidade do torrão (ET) de mudas de brócolis produzidas nos substratos orgânicos aos 23 dias após a semeadura. Letras iguais nas barras não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). Fonte: os autores.



Figura 3. Diferenças morfológicas entre as mudas de brócolis produzidas nos substratos orgânicos aos 23 dias após a semeadura. À esquerda, a muda desenvolvida no gongocomposto (A) e à direita a muda proveniente do substrato comercial (B). Fonte: os autores.

4. Discussão

4.1 Propriedades Físico-químicas, Químicas e Físicas dos Substratos

Kratz e Wendling (2013) relatam que se tratando da utilização de substratos orgânicos, sem a adição de solo na sua composição, a recomendação é trabalhar em com um intervalo de pH de 4,4 a 6,2. Os dois substratos apresentaram valores de pH acima do recomendado pelos autores, variando de 7,27 a 7,92 (substrato comercial e gongocomposto, respectivamente). Entretanto, estes valores não foram capazes de influenciar negativamente no desenvolvimento e tampouco na qualidade das mudas do gongocomposto (Figura 3-A). Já as mudas provenientes do substrato comercial foram afetadas pela carência de nutrientes (Figura 3-B).

Os valores de CE entre 2,0 a 4,0 dS m⁻¹ são considerados altos para substratos, valores de 1,0 a 2,0 dS m⁻¹ são normais e menores que 1,0 dS m⁻¹ são considerados baixos (Araújo Neto et al. 2009), portanto, os dois substratos apresentaram concentrações baixa de sais. É interessante que a CE não apresente valores elevados, pois o excesso de sais solúveis no substrato pode interferir na germinação ou nas demais fases de desenvolvimento das plantas cultivadas nos substratos.

De acordo com Pascual et al. (2018), a razão C/N tem sido usada como um índice para determinar a estabilidade do substrato orgânico, uma vez que foi estabelecido que uma relação C/N 15 permite às plantas a absorção do nitrogênio sem que ele lixivie como nitrato e as razões C/N acima de 15 representam valores nos quais o nitrogênio é imobilizado. Outro ponto a ser considerado é quanto ao teor de N presente no substrato, já que valores baixos associados a determinadas misturas de matérias-primas farão com que a relação C/N seja maior. É o caso do substrato comercial, que é constituído por várias misturas, entre elas a casca de pinus, que possui uma relação C/N mais alta (Antunes et al. 2021). A instrução normativa n° 61 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2020) destaca que a relação C/N não pode ser superior a 20 para compostos orgânicos, deste modo, o gongocomposto atende aos requisitos propostos para ser utilizado como substrato ou composto.



Os maiores conteúdos de nutrientes presentes no gongocomposto foram observados para Ca e N, os quais foram 292 e 201% superiores, respectivamente, em relação aos conteúdos observados no substrato comercial Biomix[®] orgânico. Antunes et al. (2016) destacam que a atividade dos microrganismos presentes no intestino dos gongolos é capaz de disponibilizar os nutrientes aprisionados no material vegetal que eles consomem e parte deles são eliminados nas fezes. O sistema digestivo dos invertebrados do solo contém micróbios evolutivamente diversos e que isso implica na ocorrência de diversas associações, uma das quais é responsável pela decomposição da matéria orgânica e ciclo dos nutrientes (Correia et al. 2018). Além dos benefícios observados pela atividade dos gongolos, a maior riqueza de nutrientes do gongocomposto pode ser resultante dos resíduos utilizados durante a gongocompostagem, já que a grama apresenta 2% de N e a pata de vaca 3,5% de Ca em seus tecidos (Antunes et al. 2019b), constituindo juntos 70% da mistura.

As propriedades físicas dos substratos também são capazes de influenciar positivamente ou negativamente no desenvolvimento vegetal em recipientes. Gonçalves e Poggiani (1996) estabeleceram faixas adequadas para as características físicas dos substratos. Para a porosidade total, os autores consideram como adequados percentuais que variam entre 75 a 85%, estando ambos os substratos com 78%. Quanto à macroporosidade, todos os substratos apresentaram valores acima da faixa considerada adequada (45-55%), já para a microporosidade, ambos apresentaram percentuais abaixo do adequado (35-45%). Os níveis adequados de capacidade de retenção de água (CRA) devem estar entre 20 - 30 mL 50 cm⁻³, deste modo, o substrato comercial atende à faixa proposta, entretanto o gongocomposto exibiu uma CRA 10% maior. De acordo com Sá et al. (2020), em geral, os substratos constituídos por resíduos orgânicos apresentam uma predominância de microporos em detrimento dos macroporos, levando a uma maior retenção de água, corroborando com as propriedades físicas do gongocomposto.

Fermino et al. (2014) estabelece como referência para substratos utilizados em bandejas, valores de densidade volumétrica entre 100 e 300 kg m⁻³. Sendo assim, apenas o gongocomposto apresentou-se dentro do padrão, enquanto que o substrato comercial teve sua densidade 33% maior que a faixa proposta pelo autor. Maggioni et al. (2014) destacam que os substratos com menores densidades proporcionam maior porosidade, melhor drenagem e menor restrição física ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

4.2 Produção de Mudanças de Brócolis

Souza e Resende (2014) explicam que na produção de mudas de brócolis em bandejas é essencial a utilização de substratos orgânicos de qualidade, capazes de fornecer os nutrientes necessários à nutrição e desenvolvimento das plantas. Considerando que o volume de cada célula é de 16 cm³, certifica-se que o gongocomposto forneceu adequadamente água, ar e nutrientes, além de proporcionar ótima sustentação ao sistema radicular das mudas de brócolis, refletindo na excelente qualidade das mudas obtidas, cujos parâmetros fitotécnicos foram superiores aos encontrados nas mudas provenientes do substrato comercial.

Ramanathan e Alagesan (2012) ao compararem a eficiência do vermicomposto e gongocomposto gerados aos 60 dias, oriundos de restos de flores, na produção de pimenta em vasos, obtiveram os melhores parâmetros de altura de plantas, número de folhas, área foliar, número e peso de frutos no gongocomposto. Resultados similares aos observados neste trabalho também foram registrados por Antunes et al. (2021), onde os gongocompostos obtidos a partir de diferentes resíduos vegetais, localidades e espécies de gongolos, resultaram na produção de mudas de alface com maiores médias de altura da planta, número de folhas e vigor da muda, em relação ao substrato comercial Biomix[®] orgânico.

Antunes et al. (2016) verificaram que o conteúdo de nutrientes como cálcio, magnésio e fósforo, bem como as características físico-químicas e físicas do composto gerado por diplópodes, foram eficientes como substrato na produção de mudas de alface, corroborando com os resultados alcançados neste trabalho.

Embora o experimento não tenha prosseguido à fase de transplante ao campo de produção, o maior aporte de matéria seca observado nas mudas desenvolvidas no gongocomposto, bem como toda sua estrutura radicular, apresentada pela boa estabilidade do torrão (Figura 3-A), nos permite inferir que elas teriam um excelente desempenho agrônomo.

5. Conclusões

O gongocomposto apresenta eficiência no desenvolvimento de mudas de brócolis com qualidade, sendo superior às mudas provenientes do substrato comercial. Ademais, representa uma nova alternativa de substrato orgânico que garantirá aos produtores a



obtenção de mudas mais vigorosas para o transplante nos canteiros de produção, aliando a reciclagem de resíduos à economia na aquisição de substratos comerciais ou matérias-primas para sua formulação.

Referências

- Ambarish CN, Sridhar KR 2013. Production and quality of pill-millipede manure: a microcosm study. *Agricultural Research* 2(3):258-264.
- Antunes LFS 2017 *Produção de gongocompostos e sua utilização como substrato para produção de mudas de alface*. Tese de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 73 pp.
- Antunes LFS, Scoriza RN, França EM, Silva DG, Correia MEF, Leal MAA, Rouws JRC 2018. Desempenho agrônomo da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* 8: 57-65.
- Antunes LFS, Scoriza RN, Silva DG, Correia MEF 2019a. Consumo de resíduos agrícolas e urbanos pelo diplópode *Trigoniulus corallinus*. *Nativa* 7(2):162-168.
- Antunes LFS, Azevedo G, Correia MEF 2019b. Produção de mudas de girassol ornamental e seu desenvolvimento em vasos utilizando como substrato o gongocomposto. *Revista Científica Rural* 21(2):299-314.
- Antunes LFS, Scoriza RN, Silva DG, Correia MEF 2016. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. *Ciência Rural* 46(5):815-819.
- Antunes LFS, Souza RG, Vaz AFS, Ferreira TS, Correia MEF 2021. Evaluation of millicomposts from different vegetable residues and production systems in the lettuce seedling development. *Organic Agriculture* 11:1-12.
- Araújo Neto SE, Azevedo JMA, Galvão RO, Oliveira EBL, RLF 2009. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural* 39 (5): 1408-13.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA [homepage on the Internet]. Instrução Normativa n. 61, de 08 de julho de 2020. Regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura [updated 2020 Jul 8; cited 2020 Oct 8]. Available from: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA [homepage on the Internet]. 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. [updated 2008 Jul 8; cited 2020 Oct 8]. Available from: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/fertilizantes-substratos>
- Correia DS, Passos SR, Proença DN, Moraes PV, Xavier GR, Correia MEF 2018. Microbial diversity associated to the intestinal tract of soil invertebrates. *Applied Soil Ecology* 131:38-46.
- Correia MEF, Aquino AD 2005. Os diplópodes e suas associações com microrganismos na ciclagem de nutrientes. *Embrapa Agrobiologia* 41 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 199).
- Ferreira Df 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia* 38(2): 109-112.
- Fermino MH, Gonçalves RS, Silveira JRP, Battistin A, Trevisan M, Busnello AC 2014. Fibra de palmeira como substrato para hortaliças. *Horticultura Brasileira* 32(4):404-8.
- Franzin SM, Menezes NL, Garcia DC, Santos OS 2005. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. *Horticultura Brasileira* 23(2): 193-197.
- Freitas TAS, Barroso DG, Souza LS, Geraldo J 2010. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. *Revista Árvore* 34(5):761-770.
- Gonçalves JLM, Poggiani F 1996. Substratos para produção de mudas florestais. In: *Congresso Latino Americano de Ciência do Solo* 13.
- Gruszynski C 2002 *Resíduo agro-industrial "casca de tungue" como componente de substrato para plantas*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 41 pp.
- Kratz D, Wendling I, Nogueira AC, Souza PVDD 2013. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. *Revista Árvore* 37(6):1103-1113.
- López-González JA, Suárez-Estrella F, Vargas-García MC, López MJ, Jurado MM, Moreno J 2015. Dynamics of bacterial microbiota during lignocellulosic waste composting: studies upon its structure, function-ality and biodiversity. *Bioresource Technology* 175:406-416.



- Maggioni MS, Rosa CBCJ, Rosa Junior EJ, Silva EF, Rosa YBCJ, Scalon SPQ, Vasconcelos AA 2014. Desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 16(1): 10–17.
- Nelson DW, Sommers LE 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loeppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnston CT, Sumner ME *Methods of Soil Analysis. Madison: SSSA and ASA*, 983 pp.
- Oliveira Júnior JF, Delgado RC, Gois G, Lannes A, Dias FO, Souza JC, Souza M 2014. Análise da precipitação e sua relação com sistemas meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. *Floresta e Ambiente*. 21(2):140–149.
- Pascual JA, Ceglie F, Tuzel Y, Koller M, Koren A, Hitchings R, Tittarelli F 2018. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38(3):35.
- Ramanathan B, Alagesan P 2012. Evaluation of millicompost versus vermicompost. *Current Science* 103(2):140-143.
- Sá FP, Belniaki AC, Panobianco M, Gabira MM, Kratz D, Lima EAD, Wendling I, Magalhães WLE 2020. Peach palm residue compost as substrate for *Bactris gasipaes* self-sustaining seedlings production. *International journal of recycling organic waste in agriculture* 9(2):183–192.
- Silva Júnior JV, Beckmann-Cavalcante MZ, Brito LPS, Avelino RC, Cavalcante IHL 2014. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. *Revista Ciência Agronômica*. 45(3):528-536.
- Souza JL, Resende P 2014. Manual de horticultura orgânica. *Aprenda fácil editora* (3):834 pp.
- Teixeira PC, Donagema GK, Fontana A, Teixeira WG 2017. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos, Brasília, 230 pp.
- Zhang L, Zhang H, Wang Z, Chen G, Wang L 2016. Dynamic changes of the dominant functioning microbial Community in the compost of a 90-m³aerobic solid state fermentor revealed by integrated meta-omics. *Bioresour Technol* (203)1-10.