

PROCESSO DE COMPOSTAGEM A BASE DE MURUMURU (*Astrocaryum* spp.) E SEU USO COMO SUBSTRATO

Maira da Silva Araújo¹, Lucileia Lima da Silva², Letícia Azal Frare³, Hugo Mota Ferreira Leite^{3,4}, Lydia Helena da Silva de Oliveira Mota^{3,5}

¹Secretaria de Estado de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (SEAPROF), Travessa Francisco Barreto, 78, Centro, 69990-000, Mâncio Lima, Acre. mairasilvaml@hotmail.com. ²Engenheira Agrônoma, Rua Alberto Gadelha Oliveira, 167, Centro, 69990-000, Mâncio Lima, Acre. lucileiaml@gmail.com. ³Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rua José Barbosa de Barros, 1780, 18610-307, Botucatu, São Paulo. lefrare@hotmail.com. ⁴Universidade Federal do Acre, Estrada Canela Fina, km 12, Gleba Formoso, 69980-000, Cruzeiro do Sul, Acre. hugo.ufac@gmail.com. ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Estrada da APADEQ, 1.192, Ramal da Fazenda Modelo, Bairro Nova Olinda, Cruzeiro do Sul, AC, 69.980-000, Cruzeiro do Sul, Acre. lydia.mota@ifac.edu.br.

A compostagem é uma prática de reaproveitamento de resíduos vegetais que vem sendo utilizada há muito tempo e tem se tornado cada vez mais importante para a produção agrícola. Seu grande impacto está no reaproveitamento de resíduos, na redução de custos com insumos agrícolas e em manejos alternativos de produção, como a agricultura orgânica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o processo de compostagem a base de murumuru em sacos de nylon e sua qualidade como uso de substrato para formação de mudas de tomateiro. Para produção dos compostos orgânicos foram utilizados quatro tipos de materiais: Bagaço de cana-de-açúcar (BC), Cama de frango (CF), Casca de mandioca (CM) e Murumuru (MU). Os tratamentos constaram de BC+CF (2:1), CM+BC (2:1), MU+CF (2:1), CM+MU (2:1) e MU (100%). Os compostos produzidos foram utilizados como substrato para semeio de mudas de tomate. Os resultados obtidos demonstram que quando utilizados como substratos para produção de mudas, os produtos obtidos da compostagem são viáveis e as mudas respondem de forma positiva sob estes substratos. Além disso, a utilização de sacos de nylon para esse processo se mostrou muito eficaz e trouxe facilidade ao manejo da compostagem. Após 90 dias os compostos estão prontos para serem utilizados. O tratamento MU+CF foi o mais adequado para utilização como substrato para produção de mudas de tomate.

Palavras-chave: composto orgânico, germinação, resíduos vegetais.

Composting process based in Murumuru (*Astrocaryum* spp.) and its use as an agricultural substrate. Composting is a practice of reuse of vegetable waste that has been used for a long time and has become increasingly important for agricultural production. Its major impact is the reuse of waste, reduction of costs with agricultural inputs and alternative production management, such as organic agriculture. The objective of this work was to evaluate the composting process based on murumuru in nylon bags and its quality as substrate use for the formation of tomato seedlings. For the production of the organic compounds, four types of materials were used: Sugarcane bagasse (BC), chicken manure (CF), Bark of Cassava (CM) and Murumuru (MU). The treatments consisted of BC + CF (2:1), CM + BC (2:1), MU + CF (2:1), CM+MU (2:1) and MU (100%). The compounds produced were used as substrate for sowing tomato seedlings. The results obtained demonstrate that when used as substrates for seedling production, the products obtained from composting are viable and the seedlings respond positively under these substrates. In addition, the use of nylon bags for this process proved to be very effective and brought about easy management of compost. After 90 days the compounds are ready to use. MU + CF treatment was more suitable for use as a substrate for tomato seedlings production.

Key words: organic compound, germination, vegetable waste.

Introdução

O murumuru ou murmuru (*Astrocaryum spp.*) é uma palmeira que pode atingir até 15 m de altura e possui diversas maneiras de exploração. Pode ser encontrada por toda região amazônica e chegam a formar grandes populações em áreas predominantemente úmidas, alagadas ou com inundações temporárias. Seus frutos do tipo amêndoa podem ser consumidos na alimentação, ter diferentes finalidades na indústria de cosméticos, devido ao seu alto teor de óleo e a produção de manteiga de murumuru após sua prensagem, bem como o palmito e fibras. O murumuru apresenta-se como alternativa de diversificação de produção e renda para comunidades extrativistas da região amazônica (Sousa et al., 2004; Bezerra, 2012).

Dessa forma, a geração de resíduos após a industrialização das amêndoas do murumuruzeiro é grande e requer destinação correta. Segundo Galdino (2007), a cada 100 kg de caroços de murumuru secos que passam por processamento e industrialização, somente 28 kg são de amêndoas. Silva (2012) afirma ainda que a utilização da torta de murumuru é uma estratégia viável para alimentação de cordeiros em crescimento sob sistema de confinamento.

Outros tipos de resíduos mais comuns também são gerados nas unidades agrícolas como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca de mandioca e o esterco de frango provenientes de granjas. O que influencia na maior ou menor produção de cada um destes é a regionalidade de cada cultura ou criação animal.

São muitos os resíduos orgânicos de origem agrícola que podem ser usados na agricultura após o processo de compostagem, como, por exemplo, estercos, restos de cultivo e subprodutos da agroindústria. Esses tipos de resíduos apresentam composição química variada, uma vez que os teores de matéria orgânica, de nutrientes e a carga de poluentes neles presentes se mostram dependentes da origem dos mesmos. Segundo Maia et al. (2003), a compostagem é, geralmente, considerada o processo mais eficiente de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, produzindo a custos aceitáveis um produto higiênico e útil: o composto. Porém, deve-se atentar à algumas características indispensáveis no momento da compostagem, para que todo o processo ocorra de

maneira contínua, com a manutenção adequada da população de microrganismos até o final do ciclo e obtenção de um produto final de qualidade, sendo elas, a temperatura do composto, que deve ser analisada com frequência, bem como a umidade, os níveis de O₂, o pH e a relação carbono-nitrogênio (relação C/N), conforme Cruz et al. (2017).

O composto orgânico pode ser utilizado como substrato para produção de mudas de diversos tipos de olerícolas. O tomate (*Lycopersicon esculentum*) é hoje uma das mais importantes olerícolas do mundo, tanto por área cultivada como por valor comercial, onde o Brasil figura como um dos maiores produtores (Filgueira, 2013). A produção de mudas de hortaliças, como, por exemplo, o tomateiro, constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho nutricional e produtivo das plantas e a mesma está baseada na pesquisa de melhores fontes e combinações de substratos e compostos orgânicos com propriedades físicas e químicas ideais (Silveira et al., 2002; Echer et al., 2007).

Existem estudos sobre o uso de sacos de nylon para a produção de compostagem, em que relatam que as vantagens da utilização deste material para o processo são inúmeras, dentre elas, o não comprometimento da temperatura e umidade ideais, a facilidade no manuseio e revolvimento do material durante a compostagem e no transporte e comercialização do produto final, além de ser uma alternativa para pequenos produtores e hortas caseiras, que não dispõem de grandes áreas para cultivo e preparo de compostos (Oliveira et al., 2015).

Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o processo de compostagem a base de murumuru em sacos de nylon e sua qualidade como uso de substrato para formação de mudas de tomateiro, afim de reintroduzir a fração orgânica do resíduo no meio ambiente.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Propriedade Rural Frango Norte Pé da Terra, localizada no município de Mâncio Lima – Acre (07° 36' 51" S e 72° 53' 45" W). As análises químicas dos compostos produzidos foram realizadas no laboratório Qualittá Ambiental, Ji-Paraná - RO.

Os materiais utilizados para a produção dos compostos foram escolhidos visando a reutilização de subprodutos oriundos do processamento da cana-de-açúcar, do qual foi utilizado o bagaço; cama de frango, oriunda de granja local na propriedade; casca de mandioca, resíduo das casas de farinha da região; e murumuru, do qual foi utilizada a torta, resíduo da extração do óleo, que seria descartada no ambiente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos tiveram as composições: Murumuru 100% - MU; Bagaço de cana-de-açúcar + Cama de frango (2:1) - BC+CF (2:1); Murumuru + Cama de frango (2:1) - MU+ CF (2:1); Casca de mandioca + Bagaço de cana-de-açúcar (2:1) - CM+BC (2:1) e Casca de mandioca + Murumuru (2:1) - CM+MU (2:1). Esses materiais foram cortados com aproximadamente 3 a 5 cm de diâmetro e misturados nas referidas proporções.

Os materiais misturados foram colocados dentro de sacos de nylon (constituindo-se, cada saco uma parcela experimental) com dimensões de 90 cm x 65 cm, os quais permitem a aeração no seu interior. Os sacos foram preenchidos até 70 cm de altura e as proporções foram definidas por meio de marcações externas nos sacos.

Cada saco foi pesado para determinação do peso inicial e a partir de sua montagem foi monitorado diariamente. A temperatura foi medida no meio do saco, em relação ao seu comprimento, com auxílio do geotermômetro, introduzido a 10 cm de profundidade, conforme Oliveira (2008). Essa coleta era feita em dois horários distintos, às 8:00 e às 16:00, orientando-se se havia ou não a necessidade de medidas corretivas caso as temperaturas ficassem muito elevadas, pois acima de 70 °C o composto perde nitrogênio (Teixeira et al., 2006).

Para oxigenação da mistura de compostagem, foi feito o revolvimento do material a cada três dias,

segundo metodologia descrita por Pereira Neto (2007), passando-se manualmente o material de um saco para outro. À medida que era feito o revolvimento adicionava-se uniformemente água à massa de compostagem para repor a perda de água no sistema, sempre que necessário. A quantidade de água colocada ocorria de acordo com a umidade dos materiais, que era avaliada apertando-se na mão uma amostra do material, sentindo a umidade do mesmo, porém não deixando escorrer líquido entre os dedos (Pereira Neto, 2010).

Após 90 dias, por meio de observações da coloração, aspecto e temperatura, foi constatado que os compostos estavam prontos para serem utilizados, de acordo com métodos descrito e adaptado de Kiehl (2002). Durante o processo de compostagem foi observada alteração na coloração dos compostos, tendo inicialmente cor clara e, por fim, cor consideravelmente escura. Após o processo de bioestabilização, quando atinge a maturidade, ou seja, transformou-se em produto humificado, a relação C/N se situa em torno de 12/1 (Daí Pra et al., 2009). Nesse mesmo período todos os sacos contendo o material compostado foram pesados para a determinação do rendimento.

Após o término do processo de compostagem, os diferentes tratamentos foram caracterizados quimicamente. Para isso, foram retiradas subamostras em diferentes pontos de cada saco para formar uma amostra composta. As análises realizadas foram: temperatura durante o processo de compostagem, pH, carbono orgânico, relação C/N e N. A metodologia utilizada foi conforme adotada pela Embrapa (1997). A composição química inicial de cada matéria-prima está apresentada na Tabela 1. As análises químicas dos compostos produzidos foram realizadas no laboratório da Qualittá Ambiental localizada em Ji-Paraná - RO.

Para avaliação do uso e qualidade dos substratos a partir dos compostos produzidos nos diferentes tratamentos foi realizada a semeadura de tomate, variedade Santa Clara. Os tratamentos foram

constituídos de substratos nas mesmas proporções dos compostos produzidos. Os tratamentos foram distribuídos em bandeja usando uma fileira de célula por cada tratamento, totalizando 40 parcelas constituídas por 8 fileiras de células para cada

Tabela 1. Caracterização química dos materiais utilizados para a montagem dos tratamentos de composto orgânico, Mâncio Lima-AC

Descrição	PH	Nitrogênio (%)	Carbono (%)	Relação C/N
Casca de mandioca	6,80	0,90	18,95	21,15
Bagaço de cana-de-açúcar	6,00	0,20	9,87	50,36
Murumuru	5,00	1,32	36,68	27,87
Cama de frango	8,80	2,63	30,40	11,55

tratamento. A semeadura foi realizada manualmente na bandeja de poliestireno expandido colocando-se uma semente no centro de cada célula, contendo 128 células com 34,6 cm³ por célula.

Em nenhum tratamento houve adição de adubo mineral. Aos 22 dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas as variáveis: tamanho da radícula, altura do hipocótilo, peso inicial e peso seco de mudas de tomates. A parte aérea e as raízes foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e mantidos em estufa a 65°C até atingir massa constante. As amostras foram pesadas em balança analítica de precisão, para determinação da massa da matéria seca da planta inteira. Nos resultados apresentados nas tabelas, cada valor representa a média de quatro repetições

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de variância foram realizadas com base no delineamento experimental, por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

Resultados e Discussão

Na primeira fase da compostagem, chamada de mesofílica, teve duração de cinco dias. Nessa fase

predominam temperaturas moderadas, durando em média de 2 a 5 dias, mostrando que todos os tratamentos atingiram essa fase dentro do esperado, com duração de 5 dias (Barreira et al., 2009). A segunda fase, denominada termofílica, teve duração de aproximadamente 55 dias, em que é a fase mais ativa quando os microrganismos estão em sua máxima atividade de transformação da biomassa (Inácio; Miller, 2009). A terceira fase, denominada de resfriamento, teve duração média de 15 dias, na qual o composto fica com temperatura próxima do ambiente. E a fase de maturação durou em média 15 dias, ou seja, quando o composto se estabilizou e ficou adequado para uso. De acordo com a Resolução CONAMA nº481/2017 (Brasil, 2017), as temperaturas devem permanecer iguais ou superiores a 55 °C por, no mínimo, 14 dias para eliminação e/ou redução de organismos patogênicos. Dessa forma, apenas os tratamentos MU+CF e CM+BC atenderam aos requisitos da legislação vigente, sem risco de contaminações e agentes patogênicos (Figura 1).

As temperaturas da compostagem após 60 dias aproximaram-se dos valores da temperatura do ar. Comportamento semelhante foi observado por Cezar (2005), durante a compostagem de esterco de bovinos com serragem de madeira. Leal et al. (2013)

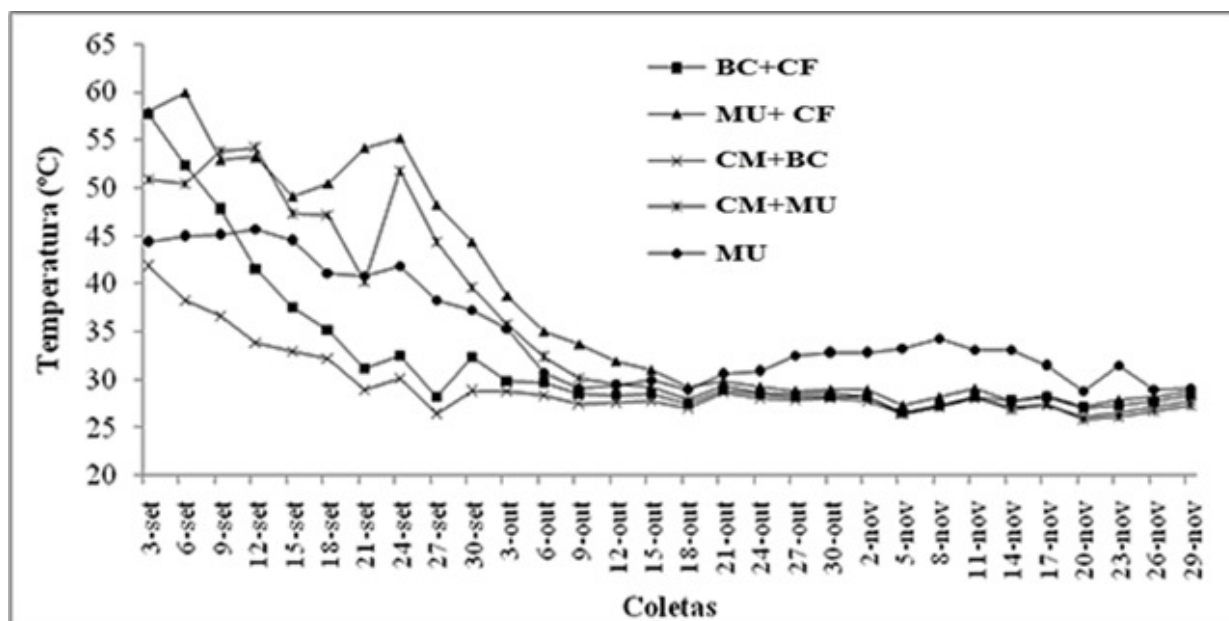


Figura 1. Variação da temperatura dos materiais de bagaço de cana-de-açúcar e cama de frango (BC+CF); murumuru + cama de frango (MU+CF); casca de mandioca e bagaço de cana-de-açúcar (CM+BC); casca de mandioca + murumuru (CM+MU); e murumuru (MU), utilizados para a montagem dos tratamentos de composto orgânico, durante 90 dias Mâncio Lima - AC.

observaram o mesmo comportamento em suas pilhas de compostagem quando foram utilizados resíduos vegetais mais esterco ou isolados. As temperaturas nos diferentes tratamentos, não seguiram o mesmo padrão (Figura 1), o que mostra a particularidade de cada material na compostagem quanto à retenção de umidade, quantidades diferentes de nutrientes e, ainda, prováveis diferenças na diversidade e quantidade de microrganismos decompositores (Mota et al., 2015). O tratamento CM+BC apresentou menor temperatura, e um dos fatores que pode ter influenciado nesse resultado é o alto valor da relação C/N dos compostos utilizados, principalmente o bagaço de cana (Tabela 1), o que pode ter ocasionado menor atividade de microrganismos. De acordo com Bernal et al. (2009), os fatores que afetam o processo de compostagem podem ser separados em dois grupos: aqueles em função dos componentes da mistura da compostagem, como o equilíbrio de nutrientes, o pH, a granulometria das partículas, porosidade e umidade; e aqueles que dependem do processamento dos componentes, tais como a concentração de oxigênio, temperatura e umidade. Ao término da compostagem, a temperatura média dos tratamentos encontrava-se próxima de 30°C, sendo assim, muito próxima da temperatura ambiente, o que indicou o fim do processo de decomposição.

Nenhum tratamento ultrapassou a temperatura de 60°C, deste modo os microrganismos decompositores não foram comprometidos, confirmando, assim, a eficiência do processo em sacos de nylon, bem como a escolha dos materiais que apresentam boas propriedades físico-químicas para o processo de compostagem, conforme sugerido por Sundberg et al. (2011), relatando que o material com características físico-químicas ideais para a compostagem pode ser proveniente da associação de dois ou mais tipos de resíduos biodegradáveis. O que pode ser observado no presente trabalho, em que a compostagem feita a partir do Murumuru somente, demonstrou comportamento mais lento para estabilização do composto quando comparada aos demais tratamentos que possuíam mistura de materiais orgânicos.

De acordo com Cotta et al. (2015) deve-se evitar temperaturas superiores a 65 °C por causarem a eliminação dos microrganismos mineralizadores responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos, podendo ocasionar a insolubilização de proteínas

hidrossolúveis e o desprendimento de amônia. Mesmo assim, a compostagem é mais eficiente quando temperaturas termófilas são mantidas, porque isso reduz um maior número de microrganismos patogênicos, além de diminuir os fatores fitotóxicos, que inibem a germinação de sementes.

Considerando a faixa ótima de pH para desenvolvimento da maioria das bactérias, entre 6,0 e 7,5, conforme análises da Tabela 2, apenas os tratamentos BC+CF (8,7) e MU (5,3) ficaram fora do intervalo adequado de pH. Para o desenvolvimento de fungos, o pH ideal está na faixa de 5,0 (Baeta-Hall et al., 2003; Silva et al., 2003). Azevedo (1997) indica que a faixa de pH para o processo pode ser muito ampla, entre 3 e 11, entretanto Silva et al. (2003) preconizam que o pH inicial deve se encontrar entre 5,5 e 8,5. Segundo Pereira Neto (2010), a faixa de pH favorável para a compostagem situa-se entre 4,5 a 9,5. De acordo com o mesmo autor, valores extremos são automaticamente regulados pelos microrganismos por meio de degradação de compostos que irão produzir subprodutos ácidos ou básicos, em função da necessidade do meio. Em relação a valores de pH aceitos pela legislação, apenas o tratamento MU não atendeu a Instrução Normativa n. 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009), que indica pH mínimo igual a 6,0 para ser comercializado. Os valores de pH mais indicados para substratos devem se encontrar na faixa de 6,0 a 7,0 para que não ocorra uma limitação na disponibilidade nutrientes (Farias et al., 2012).

Em relação ao Nitrogênio total, os substratos apresentaram uma média de 0,94%, variando 0,74 a 1,29 (Tabela 2). Os resíduos orgânicos de origem vegetal têm uma média de 1 a 4% de nitrogênio (Kiehl, 2002). Assim, pode-se inferir que os tratamentos MU+CF e MU possuem os mais altos teores de matéria orgânica, pois apresentaram 1,26 e 1,29% de nitrogênio, respectivamente. Um dos fatores para esse resultado pode ser explicado pelo uso de cama de frango que apresenta um maior valor de N como murumuru entre as matérias primas utilizadas no estudo. Melo et al. (2008) observaram, ao caracterizar diversos resíduos orgânicos, teores de N total com esterco bovino superiores quando a utilização apenas de resíduos orgânicos. Outra explicação pela maior concentração de N na compostagem é devido ao fato

Tabela 2. Valores de pH, nitrogênio (N), carbono orgânico (C.O.) e relação C/N dos compostos orgânicos produzidos nos compostos de bagaço de cana e cama de frango (BC+CF); murmuru e cama de frango (MU+CF); casca de mandioca e bagaço de cana (CM+BC); casca de mandioca e murmuru (CM+MU) e; murmuru (MU)

Tratamentos	Siglas	pH	N (%)	C.O. (%)	C/N
1 - Bagaço de cana-de-açúcar + Cama de frango	BC+CF	8,70 a	0,74 bc	8,57 c	11,62 b
2 - Murmuru + cama de frango	MU+CF	7,12 b	1,26 a	15,70 ab	12,45 b
3 - Casca de mandioca + Bagaço de cana-de-açúcar	CM+BC	7,75 b	0,49 c	12,77 bc	26,31 a
4 - Casca de mandioca + Murmuru	CM+MU	6,07 c	0,92 b	14,79 ab	16,34 b
5 - Murmuru	MU	5,30 c	1,29 a	19,69 a	15,20 b
CV (%)		5,63	15,51	19,15	21,66
Média		6,99	0,94	14,30	16,38

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

da maior perda de massa por emissão de CO₂ que ocorreu neste tratamento, o que resultou em maior concentração do N presente (Leal et al., 2013).

A relação C/N média obtida foi de 16/1, variando de 11 a 26/1. O tratamento com maior relação C/N foi o CM+BC (26/1) e os demais tratamentos não tiveram diferença (Tabela 2). Sendo assim, tratamento CM+BC não alcançou a bioestabilização, ou seja, não atingiu a maturidade para obtenção de um produto humificado, pois de acordo com Kiehl (2002), o produto completamente humificado atinge relação C/N próxima de 10/1.

Conforme comentam Gomes e Pacheco (1988), em geral, em processos de compostagem o rendimento do composto final é da ordem de 33,33% a 50% do volume inicial. O tratamento que mais se aproximou dessa faixa e obteve o resultado mais satisfatório foi o MU+BC (1:2), com 45,20% de rendimento, mostrando-se equivalente ao rendimento obtido por Vespa e Lucas Junior (2006), que foi de 41,52% de composto a partir da compostagem de resíduo sólido urbano orgânico.

Os tratamentos que tiveram menores rendimentos (Tabela 3) podem ser explicados pelo fato dos compostos utilizados, como a casca de mandioca e o murmuru possuírem teores de água mais altos e consequentemente maior umidade quando comparados com o bagaço de cana e a cama de frango.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, a variável em relação ao tamanho das raízes apresentou valores que variaram de 21,35 a 28,97 mm, verificando-se que houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao comprimento das raízes das mudas. O menor comprimento de radícula foi

observado no tratamento CM+BC, o que pode estar relacionado com o menor valor de N do substrato associado a uma elevada relação C/N (aproximadamente 26). Silva de Lima et. al (2008) citam que a alta relação C/N em substratos é inadequada devido a indução de carência de nitrogênio. Silva Júnior e Visconti (1991) citam que um substrato com boa qualidade proporciona retenção de água suficiente para a germinação e o bom desenvolvimento das raízes, além de permitir a emergência das plântulas.

Observando a variável tamanho do hipocótilo, houve diferença significativa entre os tratamentos que variaram de 22,6 a 78,2 mm para CM+MU (2:1) e MU respectivamente. Oliveira et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes quando utilizou mistura de substratos comerciais com compostos orgânicos, com variação de 30,4 à 80,8 mm, sendo que aqueles tratamentos que haviam sido incrementados com matéria orgânica demonstraram maior altura de plântulas aos 15 dias após semeadura, quando comparados com o tratamento testemunha, que continha apenas o substrato comercial. Steffen et al. (2010) também afirmam que quando adicionado húmus, esterco bovino e casca de arroz carbonizada à

Tabela 3. Rendimento dos compostos produzidos, em porcentagem, nos 90 dias de compostagem

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Rendimento (%)
BC+CF	17,67	10,5	40,57
MU+CF	26,46	14,5	45,20
CM+BC	7,87	5,5	30,11
CM+MU	15,1	10,25	32,11
MU	20,37	14	31,27

Tabela 4. Radícula, altura do hypocótilo, peso inicial e peso seco de mudas de tomates semeados em diferentes tratamentos: BC+CF (2:1), MU+CF (2:1), CM+CA (2:1), CM+MU (2:1) e MU. (cada valor representa a média de quatro repetições)

Tratamentos	Rádícula (mm)	Altura hypocótilo (mm)	Diâmetro do caule (mm)	Massa da matéria seca (g)
BC+CF (2:1)	25,36b	72,06 a	1,17 a	0,09b
MU+CF (2:1)	28,72a	75,42 a	1,19 a	0,15a
CM+BC (2:1)	21,35c	29,99 b	0,77 b	0,03c
CM+MU (2:1)	24,59b	22,6 b	0,80 b	0,02c
MU (2:1)	28,97a	78,25 a	1,36 a	0,13a
CV (%)	5,33	9,78	15,68	11,80

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

substratos comerciais para produção de mudas de tomate, o resultado é satisfatório e as plântulas atingem maior altura, devido principalmente às melhorias físicas (aeração, porosidade, densidade, entre outros), que a mistura e adição de matéria orgânica traz ao substrato. Costa et al. (2007) avaliaram diferentes combinações de substratos utilizando fibra de coco e resíduo de algodão e também obteve resultados semelhantes, com variação da altura de plantas entre 23,7 e 68,1 mm. Porém, essa avaliação foi feita aos 28 dias após a semeadura, o que indica valores abaixo dos encontrados por este trabalho.

Em relação a massa de matéria seca, houve diferença significativa entre os tratamentos, variando de 0,02 a 0,15 g. Resultados semelhantes aos tratamentos com as menores médias (CM+BC e CM+MU) foram encontrados por Rodrigues et al. (2010), quando utilizaram proporções maiores de matéria orgânica misturada ao solo como substrato (79% de solo e 21% de composto orgânico), do que em tratamentos que continham menor proporção de matéria orgânica (93% de solo e 7% de composto orgânico), apesar das avaliações terem sido feitas aos 33 dias após emergência. Os resultados desse autor variaram de 0,04 à 0,07 g. Houve discrepância quanto aos tratamentos que apresentaram os maiores valores para massa de matéria seca, ficando acima dos valores obtidos pelo mesmo autor acima, sendo que tais tratamentos eram os que continham o murumuru na composição do substrato. Silveira et al. (2002) obtiveram valores para massa de matéria seca da parte aérea variando entre 0,01 e 0,08 g quando avaliaram tratamentos utilizando pó de coco,

húmus de minhoca e substrato comercial Plantmax®, aos 25 dias após semeadura.

Para os valores obtidos de diâmetro do caule, com variação entre 0,77 a 1,36 mm, percebe-se que ficaram abaixo de valores obtidos por Teixeira et al. (2015), em tratamento utilizando composto orgânico, o qual era constituído por resíduos de horta e folhas de árvores, principalmente, obtendo valor de 1,6 mm. Ainda assim, o tratamento que mais se aproximou deste valor foi o substrato constituído apenas pelo murumuru. Costa et al. (2007) obtiveram valores de diâmetro da base do hypocótilo variando entre 0,88 à 1,78 mm, sendo que este último foi encontrado nas plântulas que estavam sobre substrato comercial Hortimix®.

Pode-se observar, ainda, que nos tratamentos contendo MU em igual proporção com os outros materiais (BC ou CM) houve tendência de melhor crescimento das mudas, ou seja, quando o MU é colocado em maior quantidade aumenta o desenvolvimento da muda. Campos e Uchida (2002) citam o diâmetro do colo como um bom indicador da qualidade da muda para a sobrevivência e crescimento após o plantio no local definitivo. Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que, as plantas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendências à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

O sistema de compostagem em sacos de nylon mostrou-se tecnicamente viável, permitindo a maturação dos materiais empregados nos compostos orgânicos. A utilização do murumuru como substrato para produção de mudas de tomate se mostrou bastante adequada, devido a obtenção dos melhores valores para tamanho de radícula, altura de hypocótilo, diâmetro de caule e massa de matéria seca neste tratamento.

Conclusões

Após 90 dias, por meio de observações da coloração e temperatura, os compostos estão prontos para serem utilizados.

Os compostos que apresentaram melhores resultados referente às análises químicas foram o murumuru + cama de frango (MU+CF); casca de mandioca + murumuru (CM+MU); e murumuru (MU).

O tratamento MU+CF foi o mais adequado para utilização como substrato para produção de mudas de tomate.

Literatura Citada

- AZEVEDO, L. A. S. 1997. Manual de quantificação de doenças de plantas. São Paulo, SP, Novartis Biociências. 11 p.
- BAETA-HALL, L. et al. 2003. A compostagem como processo de valorização dos resíduos na extração de azeite em contínuo. Boletim de Biotecnologia da UME (Brasil) 1:31-37.
- BARREIRA, L. P. 2009. Processos de compostagem e sistemas de triagem e compostagem de resíduo sólido urbano orgânico. In: Silva, F. C. et al. Gestão pública de resíduo sólido urbano: compostagem e interface agro-florestal. Botucatu, SP, FEPAP. pp.56.
- BERNAL, M. P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, R. 2009. Manure composting and chemical criteria for compost maturity assessment: a review. Bioresource Technology 100:5444-5453.
- BEZERRA, V. S. 2012. Considerações sobre a palmeira Murumuruzeiro (*Astrocaryum murumuru* Mart.). Macapá, AP, EMBRAPA AMAPÁ. 6p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. Instrução Normativa nº 25, de 23 julho de 2009. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas, constante do anexo desta instrução normativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 Jul. Seção 1.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Brasília, DF, Diário Oficial da União.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37(3):281-288.
- CEZAR, V. R. S. 2005. Efeito do processo de compostagem sobre a solubilização e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fósforo. Botucatu, SP, UNESP. 66p.
- COSTA, C. A. et al. 2007. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. Horticultura Brasileira 25:387-391.
- COTTA, J. A. O. et al. 2015. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. Engenharia Sanitária Ambiental (Brasil) 20(1):65-78.
- CRUZ, C. V. et al. 2017. Características físicas e químicas na compostagem do lodo de esgoto com três tipos de materiais estruturantes. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 8. Curitiba, PR. Curitiba, Instituto Venturini. pp.1-7.
- DAÍ PRA, M. A. et al. 2009. Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos. Porto Alegre, RS, Editora Evangraf Ltda. pp.46.
- ECHER, M. M. et al. 2007. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. Semina: Ciências Agrárias (Brasil) 28(1):45-50.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1997. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA /CNPS. 247p.
- FARIAS, W. C. F. et al. 2012. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. Agropecuária Científica no Semiárido (Brasil) 8 (3):1-5.

- FERREIRA, D. F. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 38(2):109-112.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2013. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG, UFV. 421p.
- GALDINO, A. P. P. 2007. Estudo de mercado de andiroba, buriti e murumuru. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: <<http://doczz.com.br/doc/272688/estudo-de-mercado-de-andiroba-buriti-e-murumuru>>. Acesso em: 26 out. 2017.
- GOMES, W. R.; PACHECO, E. 1988. Composto Orgânico. Lavras, MG, ESAL. Boletim Técnico n. 11.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. 2009. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro, RS, EMBRAPA SOLOS. 156p.
- KIEHL, E. J. ed. 2002. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, SP. 171p.
- LEAL, M. A. A. et al. 2013. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(11):1195-1200.
- MAIA, C. M. B. F. et al. 2003. Compostagem de Resíduos Florestais: um guia para produção de húmus através da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais. Colombo, PR, EMBRAPA FLORESTAS. Documentos n. 87.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. 2008. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 32:101-110.
- MOTA, L. H. S. O. et al. 2015. Processo de compostagem e qualidade dos compostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 10º, Rio Branco, AC. Rio Branco, AC, IFAC. pp.563-569.
- OLIVEIRA, G. H. P. et al. 2015. Viabilidade técnica no uso de sacos de nylon para o processo de compostagem. In: Reunião Anual da SBPC, 66º, Rio Branco, AC. Rio Branco, AC, UFAC.
- OLIVEIRA, J. R.; XAVIER, F. B.; DUARTE, N. F. 2013. Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate. *Revista Agrogeoambiental (Brasil)* 5(2):79-86.
- OLIVEIRA, L. H. S. 2008. Processo de compostagem e qualidade dos compostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos. Monografia. Fortaleza, CE, UFC. 72p.
- PEREIRA NETO, T. J. 2007. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa, MG, UFV. 81p.
- PEREIRA NETO, T. J. 2010. Manual de compostagem, processo de baixo custo. 2. ed. Viçosa, MG, UFV. 81p. (Série Soluções).
- RODRIGUES, E. T. et al. 2010. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 28:483-488.
- SILVA DE LIMA, R. L. et al. 2008. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga (Brasil)* 21(5):102-106.
- SILVA Jr, A. A.; VISCONTI, A. 1991. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. *Agropecuária Catarinense (Brasil)* 4(4):20-23.
- SILVA, M. C. et al. 2003. Compostagem em Portugal. Escola Superior de Biotecnologia. Disponível em: <<http://www.esb.ucp.pt>>. Acesso em: 06 mai. 2018.
- SILVA, V. P. 2012. Avaliação da torta de murumuru na alimentação de ovinos - desempenho de cordeiros em crescimento. In: Seminário de Iniciação Científica da UFPA. Belém, PA, UFPA. p.1.
- SILVEIRA, E. B. et al. 2002. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira* 20(2):211-216.
- SOUSA, J. A. et al. 2004. Manejo de Murumuru (*Astrocaryum* spp.) para produção de frutos. Rio Branco, AC, Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar. Documento Técnico n.1. 30p.

- STEFFEN, G. P. K. Z. I. et al. 2010. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. *Acta Zoológica Mexicana* 2:333-343.
- SUNDBERG, C. et al. 2011. Characterisation of source-separated household waste intended for composting. *Bioresource Technology* 102:2859-2867.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre, RG, Artmed Editora S/A. 438p.
- TEIXEIRA, L. B. et al. 2006. Compostagem: lixo orgânico, urbano e resíduos da agroindústria do Açaí. Belém, PA, EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. 85p.
- TEIXEIRA, S. O. et al. 2015. Produção de mudas de tomateiro com mistura de substratos alternativos. In: *Seminário de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos*, 3. Alta Floresta. *Conservação de Solos na Amazônia Meridional*. Cáceres, Ppgbioagro. pp.479-483.
- VESPA, I. C. G.; LUCAS JUNIOR, J. 2006. Características minerais e energéticas do lixo urbano em processo de compostagem e biodigestão anaeróbia. *Revista Energia na Agricultura (Brasil)* 21(2):61-80.

