



Uso de resíduos de castanha-do-Brasil para o cultivo de cactos globulares na região Amazônica

Use of Brasil nut residues for globular cacti cultivation in the Amazon region

Iane Barroncas Gomes¹; Milena da Silva Ferreira²; Geovana Meireles Quieroz³; Luís Antônio Coutrim dos Santos⁴

¹Engenheira Florestal, Mestre/Docente - Centro de Ensinos Superiores de Itacoatiara – Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, Amazonas, ibggomes@uea.edu.br. ²Engenheira Florestal, Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, Amazonas, ferreiramilena0918@gmail.com. ³Engenheira Florestal, Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, Amazonas, gmq.gfl@uea.edu.br. ⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor/Docente – Centro de Ensinos Superiores de Itacoatiara – Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, Amazonas, lacsantos@uea.edu.br.

NOTA

Recebido: 24/03/2022
Aprovado: 18/06/2022

Palavras-chave:
Astrophytum
Gymnocalycium
Frailea
Cactaceae
Substratos

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar as respostas de crescimento de três espécies globulares da família Cactaceae: *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., *Gymnocalycium anisitsii* subsp. *multiproliferum* (P.J. Braun) P.J. Braun & Esteves e *Frailea grahliana* (F. Haage) Britton & Rosee cultivadas em substratos orgânicos puros. A escolha das espécies foi realizada com base no seu valor comercial nacional e na disponibilidade de aquisição dos indivíduos na quantidade requerida para os experimentos. O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado, com 15 indivíduos de cada espécie por tratamento, sendo estes: substrato 1 (Tegumento da amêndoa da castanha triturado), substrato 2 (Casca do fruto de cupuaçu triturada), substrato 3 (Casca do ouriço da castanha triturado) e substrato 4 (Mistura de cascas de árvores). A análise química de cada material revelou diferenças importantes nos valores de pH. O tegumento da amêndoa de castanha proporcionou os melhores resultados de incremento em altura e diâmetro para todas as espécies testadas, sendo o material mais indicado para uso tanto puro quanto adicionado a outros materiais na composição de receitas. Considerando as propriedades físicas e os teores nutricionais, todos os materiais possuem potencial de uso para o cultivo das espécies testadas, entretanto, recomenda-se que o uso da casca de cupuaçu e do mix de resíduos de madeiras sejam misturados a outros componentes para que o pH possa ser equilibrado.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate growth responses of three globular cacti species: *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., *Gymnocalycium anisitsii* subsp. *multiproliferum* (P.J. Braun) P.J. Braun & Esteves e *Frailea grahliana* (F. Haage) Britton & Rosee cultivated in four organic substrates. The species were chosen based in their comercial value and availability of acquisition. The experimental design used was completely randomized, with 15 individuals of each species per treatment, as follows: SUB 1 (brazilian nut crushed seed coat), SUB 2 (cupuaçu fruit chushed bark), SUB 3 (brazilian nut crushed fruit bark) and SUB 4 (mixed tree barks chushed). Chemical anlysis of each material revealed importante differences in pH values. The brazilian nut crushed seed coat provided the best results in height and diameter incremente for all species tested, being the most suitable material for use, both pure or added to Other materials in media composition recipes. Considering the physical properties and nutritional contentes, all materials have potential to be used as media to the tested species, however, it is recommended to use the cupuaçu bark and the mixed tree barks with Other componentes so that the pH can be balanced.

Key words:

Astrophytum
Gymnocalycium
Frailea
Cactaceae
Substrate

INTRODUÇÃO

O cultivo de flores e plantas ornamentais de variados grupos tem despertado o interesse de consumidores e estimulado a iniciativa de produtores, todos atraídos pela beleza e rentabilidade desta atividade, que além de ser mais uma alternativa de renda, estimula agricultores a buscar novas áreas de trabalho dentro do seguimento da horticultura.

Um grande grupo de plantas, em especial, ganhou espaço na área de cultivo e produção nos últimos anos: as suculentas. As plantas suculentas são definidas como aquelas que possuem a capacidade de sobreviver com baixas quantidades de água, seja porque o seu metabolismo apresenta baixa necessidade hídrica ou porque realizam o armazenamento de água em algum de seus órgãos para usar durante os períodos de escassez (LORENZI et al., 2019). Segundo Takane (2009), o cultivo de



cactos ornamentais tem se popularizado e atraído uma grande quantidade de colecionadores, que buscam as características peculiares e variadas que as espécies exibem, como as formas, cores diversas e exotividade. Um outro fator atrativo deste grupo de plantas é o porte geralmente pequeno, o que possibilita o cultivo em espaços menores em casas e apartamentos.

A família Cactaceae conta com aproximadamente 124 gêneros e mais de 2.000 espécies de plantas diferentes, representando um quarto de todas as plantas suculentas (LORENZI et al., 2019). Além das espécies tipo, ainda existem milhares de híbridos possíveis dentro de gêneros como *Astrophytum* e *Gymnocalycium*. Estes dois gêneros figuram entre os mais cobiçados nas coleções e cactários, em função da diversidade fenotípica, raridade e possibilidade de hibridização (CALHOUN, 2012).

Astrophytum tem origem no México e Estados Unidos, possui apenas quatro espécies (*A. asterias*, *A. capricorne*, *A. myriostigma* e *A. ornatum*), todas em formato globoso, crescimento lento e multiplicação apenas por sementes produzidas por polinização cruzada. Estas características elevam o valor comercial de cada indivíduo produzido. *Astrophytum asterias* é uma espécie rara devido às baixas populações em seu habitat natural e à degradação desses ambientes pela atuação humana, figurando em várias listas mundiais de espécies seriamente ameaçadas de extinção (BIRNBAUM et al., 2011).

O gênero *Gymnocalycium* é composto por cerca de 70 espécies que ocorrem naturalmente no sul da América do Sul, em campos abertos do Paraguai, Uruguai, Brasil e Argentina. A floração é o seu maior atrativo, a reprodução varia entre as espécies, algumas produzem brotações frequentes, outras menos frequentes e em pouca quantidade, assim a reprodução por polinização cruzada acaba sendo necessária. O gênero *Frailea* possui 12 espécies, com distribuição muito parecida com a do gênero *Gymnocalycium*, seus representantes são sempre diminutos, não passando de mais de 5,0 cm de diâmetro, mesmo quando adultos. Formam aglomerados e produzem grande quantidade de sementes por autopolinização (LORENZI et al., 2019).

De acordo com Farias et al. (2013) o desenvolvimento e manutenção do cultivo de plantas ornamentais, como os cactos, apresentam como fatores limitantes a adubação e o substrato utilizados, uma vez que o vigor, sanidade e crescimento estão diretamente ligados a esses fatores. No cultivo, é importante utilizar um substrato de boa qualidade, para que se tenha a obtenção de mudas que obedeçam aos padrões desejáveis. Assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, o equilíbrio de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades das plantas (CUNHA et al., 2006).

Nas regiões sul e sudeste do Brasil é possível encontrar substratos comerciais elaborados especificamente para o cultivo de cactos e suculentas, utilizando matérias primas tanto orgânicas como inorgânicas, em variadas composições. Os principais materiais orgânicos utilizados são: casca de pinus, casca de arroz carbonizada e carvão vegetal, que são usados puros ou frequentemente combinados com perlita, vermiculita e outros materiais inorgânicos. Por mais leves que estes substratos sejam, a comercialização em grandes volumes encarece o transporte para outras regiões do Brasil, especialmente a região norte, inviabilizando economicamente

a sua aquisição em maiores quantidades para os produtores destas regiões.

Dessa forma, tornou-se necessária a procura por alternativas de substratos utilizando outros materiais com propriedades físico-químicas semelhantes àqueles produzidos em outras regiões do Brasil. O desenvolvimento de substratos que aproveitem materiais locais poderia solucionar tanto a necessidade de produtores quanto a destinação de materiais que normalmente são descartados como resíduos.

Na região amazônica, alguns resíduos de produtos da flora endêmica já vêm sendo testados como substrato, como é o caso do tegumento da amêndoa e a casca do fruto da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). Dos Anjos et al. (2017) adicionaram a casca da amêndoa da castanha ao substrato para a produção de alface e verificaram aumento no crescimento das plântulas. Santos et al. (2018) realizaram testes físicos em 12 substratos contendo o tegumento da castanha em sua composição e concluíram que este material é recomendado para a produção de mudas em geral, especialmente quando a granulometria das partículas é menor que 12 mm. Outros materiais com potencial de uso na composição de substratos são a casca do fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e misturas de cascas de árvores resultantes do beneficiamento de madeira em tora em serrarias, ambos muito comuns na maioria dos municípios amazônicos. Dias (2012) associou a casca de cupuaçu triturada a diversos outros materiais e obteve receitas interessantes, sob o ponto de vista nutricional, para a produção de mudas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). Testes de produção de mudas com a mistura de cascas de árvores ainda são escassos e não foram encontradas publicações com resultados da utilização deste material.

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar as respostas de crescimento de três espécies de cactáceas globulares: *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., *Gymnocalycium anisitsii* subsp. *multipliferum* (P.J. Braun) P.J. Braun & Esteves e *Frailea grahliana* (F. Haage) Britton & Rosee quando submetidas a diferentes tipos de substratos orgânicos, produzidos com resíduos de produtos encontrados naturalmente na região amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Viveiro Silvio Guedes, localizado no município de Itacoatiara, Amazonas. A cidade possui como coordenadas geográficas, 03°08'54" de latitude sul e 58 0 25'00" de longitude a oeste de Greenwich. Localiza-se à margem esquerda do Rio Amazonas distando 270 km da cidade de Manaus, com acesso pela Rodovia AM-010 e por via fluvial pelo Rio Amazonas.

Segundo a classificação de Koppen, o tipo climático é Af (Tropical Úmido Chuvoso), com incidência de uma estação seca de curta duração, em razão do alto índice de precipitação pluviométrica. Os índices pluviométricos giram em torno de 2.500 mm/ano; a temperatura média anual é de 28,1°C, com máxima de 32,6°C e mínimas de 23,6°C e umidade relativa do ar variando entre 80 e 85% (KÖPPEN, 1931).

O experimento foi conduzido em viveiro com cobertura de tela de polietileno preta, com 50% de capacidade de interceptação da luminosidade, e sobre a tela de polietileno uma camada de filme plástico agrícola, próprio para estufas. As laterais eram abertas com livre entrada de luminosidade e ventilação.

A primeira etapa para a implantação do experimento foi a escolha e preparo dos substratos. Decidiu-se optar pelos materiais com maior disponibilidade e facilidade de aquisição na região, sendo estes: as cascas do ouriço e tegumento da amêndoa da espécie popularmente chamada castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), cascas do fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e um mix de cascas de árvores oriundo de atividades florestais produzido e decomposto por uma empresa de exploração madeireira local. Todos os materiais foram coletados em propriedades rurais do município de Itacoatiara, Amazonas.

O preparo consistiu no trituração e homogeneização dos materiais e o acondicionamento em sacos de rafia para uso posterior no momento do plantio. Os materiais foram triturados separadamente em triturador para resíduos orgânicos modelo TR 200 Bivolt Trapp 1,5 Cv e peneirados em peneiras com granulometria igual a 2,0 mm. Para a casca do ouriço de castanha não foi realizado peneiramento devido à dureza do material, o qual foi utilizado em granulometria maior e não homogênea.

Uma amostra de cada material foi enviada para análises físico-químicas em laboratório particular para determinação do pH, teores de macro e micronutrientes, percentual de umidade, densidade aparente e porosidade total. A metodologia aplicada para as análises dos substratos foi a mesma recomendada pela EMBRAPA (2017) para a análise de solos.

A segunda etapa do experimento consistiu na seleção das espécies e plantio nos substratos previamente preparados. A escolha das espécies de cactos foi realizada com base no seu valor comercial nacional e na disponibilidade de aquisição dos indivíduos na quantidade requerida para os experimentos (Figura 1).

O plantio foi realizado em bandejas de polietileno com dimensões de 6,5 x 34,0 x 21,0 cm, divididas em 15 células. Cada indivíduo passou por um processo de limpeza das raízes antes de serem colocados no novo substrato para que não houvesse a influência de nenhum componente do substrato antigo. A irrigação do experimento foi realizada de forma manual sem intervalo pré-determinado, sendo realizada de

acordo com avaliação visual da desidratação dos substratos. Os valores referentes ao diâmetro e à altura do caule foram medidos no momento do plantio e 45 dias após o plantio. A medição foi feita com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos: SUB 1 (Tegumento da amêndoa da castanha triturado), SUB 2 (Casca do fruto de cupuaçu triturado), SUB 3 (Casca do ouriço da castanha triturado) e SUB 4 (Mistura de cascas de madeira). Cada tratamento foi composto por 15 repetições de cada espécie. Os dados das variáveis biométricas foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram feitas utilizando o software MATLAB MathWorks 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características químicas e físicas dos substratos

A análise química de cada material revelou diferenças importantes nos valores de pH. A casca de cupuaçu (SUB 2) e a mistura de cascas de árvores (SUB 4) apresentaram caráter básico (8,3 e 7,7 respectivamente) e os resíduos de castanha apresentaram pH de 5,6 (Tabela 1). Para atender as necessidades da maioria das culturas, recomenda-se que o pH do substrato esteja entre 5,5 e 6,5, por ser esta faixa a de maior disponibilidade para os macronutrientes e não limitante para micronutrientes. No caso do uso de substratos de base orgânica, recomenda-se que o pH esteja entre 5,2 e 5,5 (SCHIMITZ et al., 2002; PRADO, 2020).

Em meios de cultivo com pH acima de 6,5, há tendência de problemas de disponibilidade de fósforo (P) e micronutrientes como ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) (KÄMPF, 2005). Entretanto, o pH básico dos outros materiais não inviabiliza o seu uso, pois podem ser misturados a outros componentes e o pH do substrato final pode ser ajustado.



Figura 1. Exemplos adultos das espécies selecionadas para o estudo: a - *Astrophytum asterias* (em flor); b - *Gymnocalycium anisitsii* subsp. *multiproliferum*; c - *Frailea grahliana*. Fonte: acervo pessoal.

Tabela 1. Análise química e de fertilidade dos substratos de tegumento de castanha triturado (SUB 1), casca de cupuaçu triturada (SUB 2), casca de ouriço de castanha triturado (SUB 3) e mix de cascas de árvores (SUB 4).

		SUB 1 Tegumento da amêndoa de castanha	SUB 2 Casca do fruto de cupuaçu	SUB 3 Casca do ouriço de castanha	SUB 4 Mistura de cascas de árvores	Níveis ótimos (Lopes et al., 2008)
pH		5,6	8,3	5,6	7,7	5,2 – 6,3
C/N		50,5	36,4	35,1	60,3	20 – 40
M.O.	%	96,0	87,9	91,0	41,6	> 80
C Org.		55,5	50,9	52,7	24,1	
N		11,0	14,0	15,0	4,0	0,0 – 0,02
P		9,1	18,3	10,9	9,1	0,006 – 0,01
K		4,4	23,4	23,6	4,3	0,0016 – 0,003
Ca	g/kg	9,0	10,9	13,4	11,5	0,15 – 0,25
Mg		4,3	4,9	6,3	7,1	> 0,2
S		2,4	2,8	3,1	13,1	
Cu		28	30	19	15	0,001 – 0,5
Fe		2.530	1.930	2.630	3.000	> 70
Mn	mg/kg	109	98	230	120	0,3 – 3,0
Zn		45	100	290	40	0,3 – 3,0

Os valores da relação C/N mais elevados foram encontrados na mistura de cascas de árvores (60,3) e no tegumento da amêndoa (50,1). É bem conhecido e estabelecido na literatura que a relação C/N próxima ao ideal para o processo de decomposição está entre 25/1 e 35/1. Quanto mais elevada a relação C/N, mais fácil será a liberação de energia, devido a maior presença de carbono. Com o N imobilizado pelos micro-organismos, a velocidade de decomposição será lenta. É importante ressaltar que substratos elaborados com o objetivo de cultivar plantas xerófitas não devem ter atividade microbiana elevada, por isso os altos valores da relação C/N são desejáveis. Este aspecto difere do cultivo de plantas de ciclo curto, cujo metabolismo e exigências nutricionais são diferentes das plantas xerófitas.

Com relação aos teores de macro e micronutrientes, em comparação aos níveis ótimos para as propriedades químicas de substratos para cultivo de plantas citados por Lopes et al. (2008), todos os materiais se caracterizam como boas fontes nutricionais (Tabela 1), porém, por estarem na sua forma pura, as concentrações dos nutrientes encontram-se elevadas. Para que não ocorra o excesso de fornecimento de nutrientes e a possibilidade de toxicidade, outros materiais inorgânicos podem ser adicionados formando uma receita mais equilibrada do ponto de vista nutricional. No Brasil, os materiais inorgânicos mais utilizados para a composição de substratos para o cultivo de cactos e suculentas são o carvão triturado, a casca de arroz carbonizada, perlita expandida e vermiculita expandida.

A densidade ideal para substratos deve variar entre 0,45 e 0,55 g/cm³, segundo Lopes et al. (2008). De acordo com estes parâmetros, nenhum dos materiais está adequado, já que todos

estão abaixo de 0,38 g/cm³ (Tabela 2). Os materiais puros com densidade muito baixa podem dificultar a fixação das plantas, porém, esta questão pode ser solucionada com a adição de componentes mais densos. A densidade tem papel fundamental na escolha de um bom substrato, por presumir sobre os outros atributos como porosidade, água disponível e espaço de aeração. Entretanto, a densidade por si só não deve ser o fator de decisão no uso do substrato, pois, dependendo da espécie, a densidade pode não interferir em seu desenvolvimento (FERREIRA et al., 2010).

De forma geral, os substratos apresentaram boas características físicas, com percentual de porosidade total próximo ao recomendado para todos os materiais (Tabela 2), assim como percentual de umidade, que ficou abaixo dos parâmetros da literatura apenas para o tegumento da castanha (SUB 1). Com relação à densidade das partículas, apenas a casca de cupuaçu (SUB 2) ficou abaixo dos parâmetros de comparação utilizados neste trabalho.

Respostas de crescimento das espécies

Para *Astrophytum asterias*, os maiores valores de incremento médio em diâmetro foram verificados para o tratamento com o tegumento de castanha triturado (SUB 1) e a casca de ouriço triturada (SUB 3) com 0,64 e 0,63 mm de incremento respectivamente (Figura 1). Estes valores foram 95% maiores do que os encontrados para o substrato de mix de cascas de madeira (SUB 4), que apresentou 0,03 mm de incremento médio e todos foram superiores ao substrato da casca de cupuaçu, que apresentou valores negativos de incremento (- 0,33 mm) significando desidratação dos indivíduos.

Tabela 2. Percentual de umidade, densidade do substrato, densidade das partículas e porosidade total dos materiais testados como substrato.

		SUB 1 Tegumento da amêndoa de castanha	SUB 2 Casca do fruto de cupuaçu	SUB 3 Casca do ouriço de castanha	SUB 4 Mistura de cascas de árvores	Níveis ótimos (Lopes et al., 2008)
Umidade	%	17,8	48,5	39,8	36,1	24 - 40
Porosidade total	%	83,9	87,5	87,8	82,4	> 85
Densidade das partículas	g/cm ³	1,82	0,71	1,25	2,17	1,45 – 2,65
Densidade do substrato	g/cm ³	0,29	0,08	0,15	0,38	0,45 – 0,55

Lorenzi et al. (2019) recomendam o cultivo de *A. asterias* em substratos muito bem drenados, mas com regas regulares na época de crescimento. É possível que a desidratação tenha ocorrido em função da baixa densidade e alta porosidade do substrato que não foi suficiente para manter a disponibilidade de umidade que a espécie requer, ou por consequência do pH elevado do substrato; ou, ainda, pela combinação destes fatores.

O mesmo padrão de respostas foi verificado para a variável altura. A espécie *Astrophytum asterias* apresentou maior incremento médio nos indivíduos submetidos ao tratamento do tegumento da amêndoa de castanha (SUB 1) com 1,21 mm de incremento, valor 71,9% maior que os resultados encontrados para os exemplares testados no tratamento da casca de ouriço triturada (SUB 3), no qual o valor de incremento médio em diâmetro foi 0,34 mm. Os valores de crescimento encontrados nos tratamentos com casca de cupuaçu (SUB 2) e mistura de cascas de árvores (SUB 4) não foram satisfatórios uma vez que apresentaram valores de incremento negativos de -1,42 e -2,68 mm, respectivamente (Figura 2).

Para os representantes da espécie *G. anisitsii* subsp. *multiproliferum*, no que diz respeito ao incremento médio tanto em diâmetro quanto em altura, os maiores valores foram verificados nos cactos submetidos aos tratamentos com

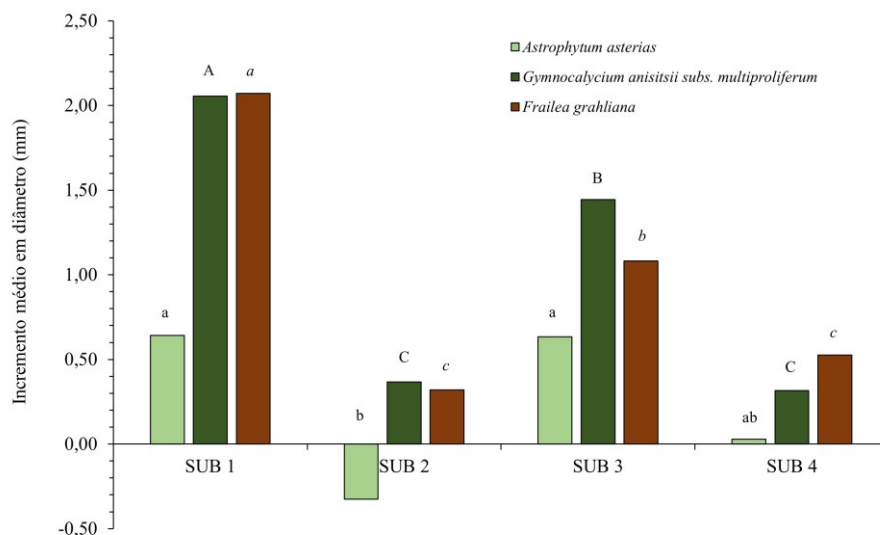


Figura 2. Valores médios de incremento em diâmetro do caule de três espécies de cactáceas globulares submetidas ao cultivo em: tegumento de castanha triturado (SUB 1), casca de cupuaçu triturada (SUB 2), casca de ouriço de castanha triturado (SUB 3) e mix de cascas de árvores (SUB 4). Letras minúsculas representam diferença estatísticas nas respostas de *A. asterias*; letras maiúsculas representam diferença estatística nas respostas de *G. anisitsii* subsp. *multiproliferum*; e, letras em itálico representam diferença estatística nas respostas de *F. grahliana*.

tegumento da castanha triturado (SUB 1) e casca do ouriço da castanha triturada (SUB 3) com incremento médio em diâmetro de 2,05 e 1,44 mm, respectivamente; e incremento médio em altura de 2,21 e 1,86 mm, respectivamente. Seguindo padrão de resposta similar à outras espécies testadas, os incrementos médios em diâmetro e em altura verificados nos tratamentos compostos com casca de cupuaçu triturada (SUB 2) e mistura de cascas de árvores (SUB 4) foram inferiores. Entretanto, não foi verificada desidratação.

A espécie *Frailea grahliana* apresentou resultados positivos de incremento médio em diâmetro e em altura em todos os substratos testados. O maior valor de incremento médio foi verificado nos indivíduos do tratamento composto pelo substrato do tegumento da castanha triturado (SUB 1) com valor de 2,07 mm, sendo em torno de 47,8% maior que o valor encontrado para o tratamento da casca do ouriço da castanha triturada (SUB 3) que proporcionou o segundo melhor desempenho de crescimento da espécie em diâmetro, com 1,08 mm de incremento.

Na região norte do Brasil, principalmente nos estados do Acre, Amazonas e Pará, são produzidos diversos resíduos provenientes do processamento de frutos nativos, que, na maioria dos locais de beneficiamento, são descartados sem nenhum aproveitamento (MENDES et al., 2019). Entretanto, a atenção da

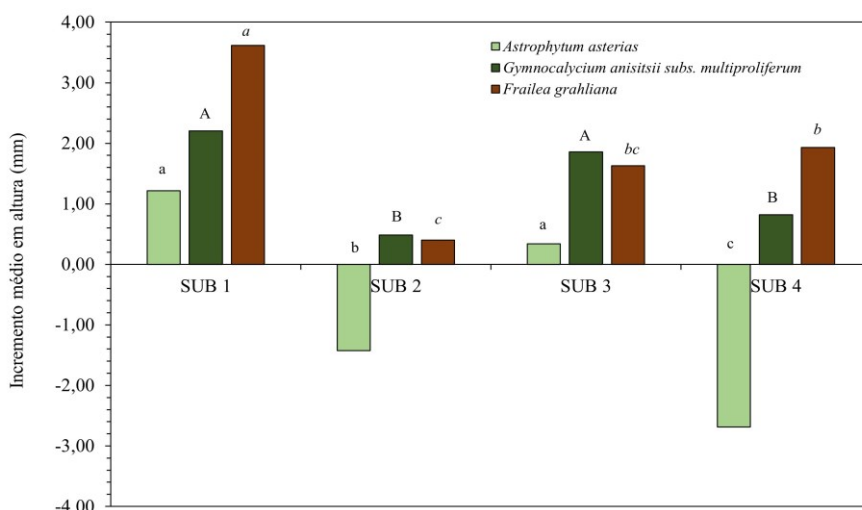


Figura 3. Valores médios de incremento em altura do caule de três espécies de cactáceas globulares submetidas ao cultivo em: tegumento de castanha triturado (SUB 1), casca de cupuaçu triturada (SUB 2), casca de ouriço de castanha triturado (SUB 3) e mix de cascas de árvores (SUB 4). Letras minúsculas representam diferença estatísticas nas respostas de *A. asterias*; letras maiúsculas representam diferença estatística nas respostas de *G. anisitsii* subsp. *multiproliferum*; e, letras em itálico representam diferença estatística nas respostas de *F. grahliana*.

comunidade científica tem se voltado para a busca de alternativas de aproveitamento destes materiais, sobretudo como substrato para a produção de mudas, uma forma de construir a sustentabilidade do sistema produtivo.

Como estas pesquisas são relativamente recentes, há um campo de descobertas muito grande. No caso específico dos resíduos de castanha-do-Brasil e da casca de cupuaçu, que foram objetos de investigação neste trabalho, os poucos estudos já realizados são testes com espécies frutíferas e florestais, o que impossibilita comparações de resultados com aqueles encontrados com as espécies de cactáceas, devido ao ineditismo do trabalho.

CONCLUSÕES

Os resíduos de castanha-do-Brasil podem ser utilizados para o cultivo das espécies de Cactaceae, considerando as propriedades físicas e a avaliação nutricional, entretanto, recomenda-se utilizar os materiais em composição de receitas combinados a outros componentes inorgânicos a fim de equilibrar a disponibilidade de nutrientes e a densidade do substrato, e, também para ajustar o pH no caso da casca de cupuaçu e do mix de cascas de árvores.

O tegumento da amêndoa de castanha é o material que proporciona melhor incremento em altura e diâmetro para as espécies *Astrophytum asterias*, *Gymnocalycium anisitsii* e *Frailea grahliana*, sendo o mais indicado para uso tanto puro quanto adicionado a outros materiais na composição de receitas de substratos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo financiamento do projeto de pesquisa que permitiu a realização deste trabalho e ao Laboratório de Química do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT/UEA pelo suporte na realização das análises físicas dos substratos.

REFERÊNCIAS

BIRNBAUM, S. J.; POOLE, J. M.; WILLIAMSON, P. S. Reintroduction of star cactus *Astrophytum asterias* by seed sowing and seedling transplanting, Las Estrellas Preserve, Texas, USA. *Conservation Evidence* 8:43–52, 2011.

CALHOUN, S. *The gardener's guide to cactus: the 100 best padles, barrels, columns and globes*. Timber Press, 2012.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito De diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista Árvore*. v.30, n.2, p. 207-214, 2006. [10.1590/S0100-67622006000200007](https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200007)

DIAS, J. M. C. de S.; SANTOS, D. T. dos; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA, J. D. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. 130 p.

DOS ANJOS, D. B.; RIBEIRO, C. F.; NUNES, T. A.; SILVA, J. Potencial da casca da castanha do Brasil como biofertilizante

no cultivo de *Lactuca sativa*. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v.4, n.1, p.193-199, 2017.

FARIAS, A. P.; ALBUQUERQUE, A. W.; FILHO, G. M.; REIS, L. S. Produtividade da *Heliconia psittacorum* x *Heliconia pathocircinada* cv. Golden Torch sob diferentes fontes de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.7, p.713–720, 2013.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de Sistemas de Manejo de Pastagens nas Propriedades Físicas do Solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.4, p.913-932, 2010.

IBRAFLO – Instituto Brasileiro de Floricultura. Números do Setor – Mercado Interno – 2020. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/ibraflor1>>. Acesso em: 12 de março de 2022.

KÄMPF, A. N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agrolivros, 2005, 256p, 2008.

KÖPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390p.

LOPES, J. L. W.; GUERRINO, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. *Cerne*, v. 14, n. 4, p. 358-367. 2008.

LORENZI, H.; OLSTHOORN, G.; COSTA, C. *Cactos e outras suculentas para decoração*. Nova Odessa-São Paulo: Jardim Botânico Plantarum, 2019.

MENDES, R. F.; ARAÚJO, J. C.; ANDRADE NETO, R. de C.; ARAÚJO, J. M.; GUILHERME, J. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro em substrato alternativo com fertilizante de liberação controlada. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.9, n. 4, p.34–40, 2019.

PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. 2. Ed. São Paulo: Unesp, 2020.

SANTOS, J. P.; BRAGA, L. F.; RUEDELL, C. M.; JÚNIOR, G. D. F. S.; FERBONINK, G. F.; CAIONE, G. Caracterização física de substratos contendo resíduos de cascas de amêndoas de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK). *Revista de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 2, p.07-17, 2018. [10.18316/rca.v12i2.2738](https://doi.org/10.18316/rca.v12i2.2738)

SCHMITZ, J.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural* v. 32 p. 937-944, 2002. [10.1590/S0103-84782002000600005](https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000600005)

TAKANE, R. J.; PIVETTA, K. F. L.; YANAGISAWA, S. S. *Cultivo técnico de cactos e suculentas ornamentais*. 1. ed. Fortaleza: GrafHouse, 2009.