

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

GEOVANA MEIRELES QUEIROZ

ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUBSTRATOS PRODUZIDOS COM
RESÍDUOS DE PRODUTOS AMAZÔNICOS

ITACOATIARA - AM

2021

GEOVANA MEIRELES QUEIROZ

ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUBSTRATOS PRODUZIDOS COM
RESÍDUOS DE PRODUTOS AMAZÔNICOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro(a) Florestal.

Orientadora: MS.c. Iane Barroncas Gomes
Coorientador: Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos.

ITACOATIARA - AM

2021

GEOVANA MEIRELES QUEIROZ

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SUBSTRATOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE
PRODUTOS AMAZÔNICOS.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito obrigatório para a obtenção do título de bacharela em Engenharia Florestal.

Itacoatiara-AM, 15 de dezembro de 2021.

Nota: 9,4

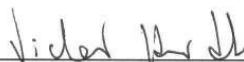
BANCA EXAMINADORA



Me. Iane Barroncas Gomes
Universidade do Estado do Amazonas – UEA
(Orientadora)



Dr. Anízio de Araújo Cavalcante
Universidade do Estado do Amazonas – UEA



Dr. Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Dedico a meus amados pais, Jaqueline e Geovane, por todo o incentivo nos estudos, a meu querido esposo Luiz, por todo o apoio necessário na minha formação, as minhas filhas Louise e Lunna por terem sido minha fonte de motivação, aos meus irmãos Sabrina e Júnior, minha sogra Irlene e meu padrasto Aldemir por toda a rede de apoio que me deram para que eu me dedicasse aos estudos e me ajudaram cuidando das minhas filhas, a todos eu sou eternamente grata.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu a vida e condições para vivê-la plenamente e por sempre me guiar e permitir a realização dos meus sonhos.

À minha família, principalmente meus pais, marido e filhas que nunca deixaram de me apoiar, sem medir esforços para que eu pudesse estudar.

À minha querida orientadora, Prof^a. MS.c. Iane Barroncas Gomes pela paciência, incentivo, por sempre me acalmar, aconselhar quando as coisas não estavam dentro do previsto e por principalmente acreditar em mim, jamais vou esquecer de toda a orientação repassada com toda a calma, e também com “puxões” de orelha quando era preciso, conselhos que vou levar para a vida toda.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos, que aceitou o desafio em me ensinar a fazer as análises físicas mesmo com o tempo corrido, teve paciência e me atendeu sempre que tive dúvidas, obrigada pela orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

À equipe de professores do CESIT e aos colegas de turma da graduação, por toda convivência e ensinamentos durante esses anos.

À empresa “FLORA GUEDES” em nome da pessoa de Sílvio Elias Guedes que cedeu sua propriedade para que essa pesquisa pudesse ser realizada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPPEAM, na qual angariou recursos por meio do edital 003/PAINTER, para a realização dessa pesquisa.

À minha parceira Millena, que me ajudou no preparo e na coleta dos materiais. Às voluntárias do projeto Eliza e Tayane que nos ajudaram nas composições dos substratos e a Noeme que me ajudou nos ajustes finais.

E aos meus eternos amigos que a turma 12 me deu, Graziela, Karen, Chryslaine, Otávio, Mayara, e os outros amigos por todos os momentos maravilhosos de distração, companheirismo, e brincadeiras, desejo sucesso aos que já saíram e aos que estão na luta para concluir a graduação.

Apesar de todas as dificuldades durante o percurso, vou lembrar com carinho de cada um que passou pela minha vida.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de receitas de substratos apropriados para o cultivo de plantas xerófitas a partir da utilização de resíduos de produtos encontrados naturalmente na região amazônica. A seleção dos materiais testados foi feita com base em pesquisas bibliográficas, disponibilidade local e baixo custo de aquisição. Optou-se pela utilização de dois tipos de resíduos da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): a casca do ouriço e o tegumento das sementes. Também foi selecionada a casca do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e uma mistura de cascas de árvores decompostas. O estudo foi realizado no município de Itacoatiara, Amazonas, no viveiro da empresa Flora Guedes. Após o beneficiamento dos materiais, foram feitas nove preparações: uma com cada material puro e uma de cada material com a adição de carvão triturado e uma porção de solo na proporção 1:1:1. Uma última preparação foi composta pelos três resíduos vegetais, também na proporção 1:1:1. Para uma amostra de cada substrato foram determinados os valores de pH em água, a relação C/N, matéria orgânica, carbono orgânico, teores de N, Ca, K, P, Mg, S Cu, Fe, Mn, Zn, e, densidade aparente, densidade de partículas e porosidade total. Os principais resultados encontrados mostraram que o pH da casca de cupuaçu e do mix de cascas de árvores apresentaram caráter básico, com valores de 8,3 e 7,7, respectivamente. As análises químicas evidenciaram maiores percentuais de N em todos os substratos puros; maiores percentuais de P nos substratos com a presença da casca de cupuaçu; e, maiores percentuais de K nos substratos puros de tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil e casca de cupuaçu. Com relação aos micronutrientes, foram encontrados maiores teores de S no substrato mix de cascas de árvores; maiores teores de Mn e Zn no substrato tegumento da amêndoa de castanha e altos teores de Fe em todos os substratos. Com relação às propriedades físicas, os resultados variaram entre 0,08 g/cm³ para a casca de cupuaçu e 0,57 g/cm³ para o substrato composto pela mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta. A porosidade total variou entre 77,53% para o substrato composto pelos três materiais vegetais e 87,84% para o tegumento da amêndoa. Dos substratos puros, não se sugere a utilização da casca de cupuaçu e da mistura de cascas de árvores devido ao pH alcalino. O demais materiais e composições apresentam características físico-químicas desejáveis para utilização como substrato e podem ser submetidos a experimentos com espécies de plantas xerófitas.

Palavras-chave: substratos orgânicos, plantas xerófitas, nutrientes.

ABSTRACT

This work aimed to develop suitable substrate recipes to the cultivation of xerophytic plants using waste products found naturally in the Amazon region. The selection of tested materials was based on bibliographic research, local availability and low acquisition cost. Two types of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) residues were used: the fruit bark and seed coat. Cupuaçu bark (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) and a mixture of decomposed tree barks were also selected. The study was carried out in the city of Itacoatiara, Amazonas, in the nursery of the Flora Guedes company. After processing the materials, nine preparations were made: one with each pure material and one of each material with the addition of crushed charcoal and a portion of soil in a 1:1:1 ratio. A final preparation consisted of the three vegetable residues, also in a 1:1:1 ratio. For a sample of each substrate, the pH values in water, the C/N ratio, organic matter, organic carbon, N, Ca, K, P, Mg, S Cu, Fe, Mn, Zn, were determined. Bulk density, particles density and total porosity were measured. The main results showed that the pH of cupuaçu bark and tree bark mix had a basic character, with values of 8.3 and 7.7, respectively. Chemical analyzes showed higher percentages of N in all pure substrates; higher percentages of P in the substrates with the presence of cupuaçu bark; and, higher percentages of K in the pure substrates of the nut seed coat of Brazil nut and cupuaçu bark. Regarding micronutrients, higher levels of S were found in the substrate mix of tree bark; higher Mn and Zn contents in the nut seed coat substrate and high Fe contents in all substrates. Regarding physical properties, the results varied between 0.08 g/cm³ for cupuaçu bark and 0.57 g/cm³ for the substrate composed of a mixture of tree bark + charcoal + terra preta. The total porosity ranged between 77.53% for the substrate composed of the three plant materials and 87.84% for the seed coat. Among the pure substrates, the use of cupuaçu bark and a mixture of tree bark is not suggested due to the alkaline pH. The other materials and compositions have desirable physicochemical characteristics for use as substrate and can be subjected to experiments with xerophytic plant species.

Keywords: organic substrates, xerophytic plants, nutrientes

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Materiais testados puros ou na composição das receitas de substratos: a) cascas do ouriço de castanha-do-Brasil; b) tegumento das amêndoas de castanha-do-Brasil; c) cascas de cupuaçu; d) mistura de cascas de árvores decompostas.....	35
Figura 2 - Valores de pH para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	39
Figura 3 - Percentual de matéria orgânica para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	40
Figura 4 - Valores de C/N para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	42
Figura 5 - Percentual de carbono orgânico para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	43
Figura 6 - Percentual de nitrogênio para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	44
Figura 7 - Percentual de fósforo para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	45
Figura 8 - percentual de potássio para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	47
Figura 9 - Percentual de cálcio para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	48
Figura 10 - Teores de magnésio para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	49
Figura 11 - Teores de enxofre para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	50
Figura 12 - Valores de zinco para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	51
Figura 13 - Valores de ferro para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	52
Figura 14 - Valores de ferro para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	54
Figura 15 - Valores de zinco para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9).....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos materiais e composição das receitas de substrato testadas.....	36
Tabela 2 - Substratos (S1-S9), densidade substrato (Ds), densidade de partículas (Dp) e porosidade total (PT).....	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivos	13
1.1.1. Objetivo geral	13
1.1.2. Objetivos específicos.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Características morfofisiológicas de plantas de clima árido	14
2.1.1. Habitat natural	14
2.1.2 Morfologia e fisiologia.....	14
2.2. Cultivo de planta de clima árido	15
2.3. Fatores determinantes no cultivo de plantas de clima árido	16
2.3.1. Ambiente e luminosidade	16
2.3.2. Regas.....	17
2.3.4. Substrato e nutrientes	17
2.4. Características de um substrato de alta drenagem	20
2.4.1. Propriedades físicas e químicas.....	20
2.5. Resíduos amazônicos com potencial para substratos	19
2.5.1. Casca de ouriço e tegumento da semente da Castanha-do-Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.)	19
2.5.3 Casca do cupuaçú (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	21
2.5.4 Casca de árvores	21
3. METODOLOGIA	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Potencial hidrogeniônico	30
4.2. Matéria orgânica	31
4.3. Relação carbono/nitrogênio.....	32
4.3.1. Carbono orgânico	34
4.3.2. Nitrogênio	35
4.3.3. Fósforo.....	36
4.3.4. Potássio	37
4.3.5. Cálcio.....	38
4.3.6. Magnésio	39
4.3.7. Enxofre	40

4.3.8. Cobre	41
4.3.9. Ferro	42
4.3.10. Manganês	43
4.3.11. Zinco	45
4.4 Características físicas	45
4.4.1. Densidade do substrato	46
4.4.2. Densidade de partículas	46
4.4.3. Porosidade total	47
5. CONCLUSÕES.....	49
6. REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas xerófitas é um fenômeno mundial, com destaque de cultivo e produção nos países asiáticos e europeus, México e toda a América Latina. No Brasil, os principais produtores se localizam nas regiões sul, sudeste e nordeste, mas o cultivo e comercialização acontecem em todos os estados. O sucesso do cultivo de plantas xerófitas, ou seja, aquelas originárias de climas áridos e semi-áridos, com capacidade de armazenar água em alguma parte de seus corpos, se deve ao porte geralmente reduzido e simplicidade de manutenção. Assim, é possível ter um ou vários exemplares em locais pequenos com cuidados menos frequentes que os outros grupos de plantas. Pela alta diversidade de espécies e facilidade de hibridização, também são altamente colecionáveis.

Dentre as famílias botânicas com maior número de representantes xerófitos destacamos a Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Aizoaceae e Apocinaceae, dentre outras, estas famílias ocorrem natural e predominantemente em ambientes áridos e semiáridos das Américas, e também em várias outras partes do mundo.

O avanço do cultivo em ambiente protegido e em recipientes culminou com a necessidade de utilização de substratos com formulações e características distintas (SEVERINO et al., 2006).

Segundo Melo et al. (2006), para que um substrato seja considerado ideal, este deve apresentar boa capacidade de retenção de água, tornando-a facilmente disponível; distribuição das partículas de tal modo que, ao mesmo tempo em que retenham água, mantenham a aeração para que as raízes não sejam submetidas a baixos níveis de oxigênio; decomposição lenta; de fácil aquisição e de baixo custo.

Nas regiões sul e sudeste do Brasil já é possível encontrar substratos comerciais elaborados especificamente para o cultivo de cactos e suculentas, utilizando matérias primas tanto orgânicas como minerais, em variadas composições. Os principais materiais orgânicos utilizados são cascas 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 materiais originários da região amazônica 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 dos produtores quanto a destinação de materiais que normalmente são descartados como resíduos.

Assim, este trabalho buscou desenvolver receitas de substratos apropriadas para o cultivo de plantas xerófitas utilizando resíduos de produtos naturalmente encontrados na região amazônica que reconhecidamente já tenham potencial de uso como a casca do ouriço e o tegumento da semente da castanha-do-Brasil, a casca de cupuaçu e uma mistura de cascas de árvores da região, como alternativas sustentáveis e de baixo custo para produtores locais.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Desenvolver receitas de substratos com propriedades físicas e químicas apropriadas para o cultivo de plantas de clima árido (xerófitas) utilizando resíduos de produtos encontrados naturalmente na região amazônica.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Selecionar materiais com potencial de uso a partir de levantamento bibliográfico, disponibilidade local e baixo custo de aquisição;
- b) Realizar o beneficiamento de cada material selecionado conforme necessidades específicas (secagem, trituração, peneiramento);
- c) Formular as composições dos substratos;
- d) Determinar as propriedades físicas, pH e os teores de macro e micro nutrientes de cada formulação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características morfofisiológicas de plantas de clima árido

2.1.1. Habitat natural

As plantas típicas de clima árido são chamadas de xerófitas, as quais elaboraram estratégias para fugir das adversidades, como mudanças anatômicas e ciclos de vida menores para aproveitar de melhor forma os recursos disponíveis. Para viver nesses climas as plantas xerófitas desenvolveram algumas características ao longo do tempo, como o fato de serem espécies vegetais espinhosas e resinosas e por algumas vezes, tóxicas (RITEL, 2008).

Xerófitas são plantas adaptadas para viverem em regiões de climas semiárido e desértico (árido). Os cactos são as plantas xerófitas mais conhecidas. Porém, existem diversas espécies, que não são cactos, que pertencem às xerófitas. A palavra é de origem grega, sendo que xerós = seco e phyto = planta ou vegetal (SOUZA, 2020).

Nas regiões semiáridas, a sobrevivência das plantas depende da combinação de características morfológicas, anatômicas e fisiológicas, adaptadas às condições ambientais dessas regiões como: alta temperatura, alta radiação, disponibilidade de água reduzida e baixa umidade atmosférica. As plantas que apresentam essas características têm um papel importante na evolução adaptativa à escassez hídrica (FAHN; CUTLER, 1992).

Devido aos longos períodos de estiagem na região semiárida, causados pela evaporação intensa, a vegetação xerófitas (formação vegetal seca) acabou tornando-se dominante, principalmente por conta dos seus mecanismos de sobrevivência à falta de água (MELO, 2019).

2.1.2 Morfologia e fisiologia

As plantas xerófitas apresentam características xeromórficas para reduzir a transpiração por vários meios, incluindo a queda, bem como a diminuição do número de folhas, o tamanho e a ramificação (SILVA; 2016).

Uma importante adaptação em plantas de ambiente xérico é a lignificação,

cutinização, em seus tecidos cujas folhas que apresentam tal processo são ditas esclerófilas e o processo é conhecido como esclerofilia (SILVA, 2016).

Entre os mecanismos e adaptações morfológicas desenvolvidas pelas espécies vegetais xerófitas estão: caule e raízes que possuem a capacidade de armazenar água para as necessidades vitais das plantas; folhas de tamanho pequeno e que são cerosas (possuem uma espécie de cobertura que lembra a cera) e muitas vezes, as folhas destas plantas são adaptadas em espinhos que fazem com que a evaporação da água se torne menor, fazendo com que a planta consiga sobreviver por mais tempo; as raízes fortes que crescem muito e adentram ao solo para alcançarem os lençóis de água subterrâneos (SOUZA, 2020).

De acordo com Rotondi et al. (2003), são consideradas como características adaptativas dos vegetais em ambientes áridos e semiáridos: a redução da área foliar, caducifólia, senescência, ajustamento osmótico, cutícula e paredes periclinais externas das células epidérmicas espessadas, presença de ceras, indumento denso, estômatos protegidos, calotas de esclerênquima, tecidos armazenadores de água, parênquima paliçádico bem desenvolvido, idioblastos com compostos fenólicos e cristais, raízes profundas que podem acumular água.

Sua permanência propícia à ambientes áridos se dá não só por causa de sua morfologia, mas eles possuem adaptações com relação à fisiologia, como a capacidade de realizar fotossínteses do tipo CAM, ou também conhecida como metabolismo ácido das crassuláceas, que auxilia estas plantas a utilizar menos água em processos fisiológicos básicos como obtenção de energia. Em plantas com este tipo de metabolismo, os estômatos se abrem no período da noite absorvendo e fixando CO² em forma de ácido málico, que uma vez convertido em carboidrato. Este tipo de artifício faz com que espécies de Cactácea consumam menos da metade da quantidade de água geralmente utilizada por plantas C3 e C4 para fixar 1 grama de carbono (TAIZ; ZEIGER, 2010).

2.2. Cultivo de planta de clima árido

Atualmente o Brasil conta, com cerca de oito mil produtores de flores e plantas. Juntos, eles cultivam mais de 350 espécies com cerca de três mil variedades, com o faturamento de R\$ 6,7 bilhões em 2016 (IBRAFLOR, 2017). No

entanto, apesar dos números citados, ainda há melhorias a serem feitas e alguns pontos críticos a serem aperfeiçoados para que o setor se desenvolva, tais como: capacitação profissional, novas tecnologias de produção, estímulo à pesquisa, organização e melhoria na coleta de informações para melhor planejamento (BRASIL, 2007).

O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade da família Cactaceae, totalizando aproximadamente 200 espécies (SOUZA, 2020), sendo muitas destas espécies endêmicas da Caatinga Nordestina, e que necessitam de maiores estudos (ZAPPI et. al., 2011).

No Brasil, o clima semiárido ou tropical semiárido é encontrado na região brasileira denominada de “Polígono das Secas”, que abrange cerca de 11% do território nacional e fica localizado nos estados da região nordeste: Bahia, Ceará, Alagoas, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Norte; e ainda, parte do sudeste do país, o norte de Minas Gerais (MELO, 2019).

O bioma predominante desse clima é a caatinga, com vegetação xerófila, adaptada aos climas secos. Isso faz com que a população se adapte e desenvolva várias técnicas de convivência com seus escassos recursos, de forma semelhante ao processo evolutivo que acontece com as espécies xerófitas na região (MELO, 2019).

Apesar de aparentemente hostis, essas espécies podem se mostrar plantas de exuberante beleza, especialmente, quando desenvolvem suas flores, geralmente vistosas. Ademais, são plantas relativamente fáceis de cultivar, desde que sejam respeitadas suas necessidades ecológicas básicas e que sejam tomados alguns cuidados especiais com seu manuseio, para evitar ferimentos (CAVALCANTE et al., 2013).

2.3. Fatores determinantes no cultivo de plantas de clima árido

2.3.1. Ambiente e luminosidade

A grande maioria dos cactos se desenvolve melhor recebendo luz solar direta. Porém, algumas espécies toleram o sombreamento. As espécies que toleram sombra podem ser cultivadas em ambientes interiores, mas as demais devem

receber luz solar por pelo menos 4 horas por dia. Por isso, deve se tomar o cuidado de escolher cactos adequados para cada ambiente ou então, escolher os lugares mais apropriados para cada espécie. Recomendam-se locais bem arejados para os cactos. Uma boa ventilação dificulta que insetos nocivos se estabeleçam na planta. (CAVALCANTE et al., 2013).

2.3.2. Regas

Dependendo do clima, da planta, do substrato e do tamanho do recipiente a rega poderá ser realizada uma vez por semana, a cada quinze dias ou uma vez por mês. Uma recomendação de volume de água é difícil, porém, há uma maneira prática para estimar o volume de água necessário é introduzir um palito de madeira no solo com cuidado para não danificar a raiz e ao retirar a haste verificar se existe solo úmido aderido, condição que indica água no fundo do recipiente, sendo desnecessária a rega. Plantas recém envasadas não devem receber água de imediato, sendo adequado um intervalo de alguns dias, chamado popularmente de “cura”, para que eventuais injúrias cicatrizem. Nunca usar água salobra. (CAVALCANTE et al., 2013).

2.3.4. Substrato e nutrientes

O tipo de substrato e o tamanho do recipiente são os primeiros aspectos que devem ser pesquisados para se garantir a produção de mudas de boa qualidade. O tamanho do recipiente deve ser tal que permita o desenvolvimento da raiz sem restrições durante o período de permanência no viveiro. O substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas afetando, profundamente, a qualidade das mudas (CARVALHO FILHO et al., 2003).

O substrato, independentemente da espécie escolhida, este deve sempre permitir boa drenagem da água. Cactos não se desenvolvem bem em substratos encharcados ou com água estagnada. É muito comum que adquiram doenças ou morram nessas condições. Cactos toleram rega abundante desde que, a água não fique estagnada por muito tempo (CAVALCANTE et al., 2013).

Devido às limitações de fertilidade natural, a adubação se torna indispensável para aumentar o fornecimento de nutrientes e promover o estabelecimento ou manutenção das espécies, porém quanto à adubação de cactos e suculentas, existem contradições entre as informações publicadas. Kramer & Worth (1997) por exemplo não recomendam o uso de adubação para cactos cultivados em recipientes pequenos. Já para Lorenzi et al (2019), ao contrário do que muitos pensam, cactos não crescem em solos pobres. Por isso é necessário agregar ao substrato um fertilizante básico que contenha todos os macros e micronutrientes e procurar manter o pH entre 5,5 e 6,5.

A adubação a ser oferecida para cactáceas depende da estação do ano. Normalmente, ocorre na primavera e verão. Dependendo da espécie, aduba-se uma vez por mês, com fertilizante líquido, tomando-se cuidado de não oferecer formulação muito nitrogenadas.

2.4. Características de um substrato de alta drenagem

2.4.1. Propriedades físicas e químicas

O substrato para plantas é todo material, usado puro ou em mistura, que proporciona suficientes níveis de água e oxigênio para um ótimo desenvolvimento das plantas (AGOSTINHO, 2014). A escolha correta do substrato proporcionará mudas que apresentarão elevadas taxas de crescimento inicial e de sobrevivência após o plantio (CUNHA et al., 2005). Além disso, o substrato deve oferecer uma boa função de suporte ao sistema radicular das plantas, isenção a fitopatógenos, fácil manejo, baixo custo, alta disponibilidade e longa durabilidade.

A escolha do melhor substrato influencia diretamente na qualidade das mudas, sendo as características físicas e químicas determinantes na qualidade, afetando tanto o crescimento quanto a produção (SILVA et al., 2015). O substrato oferece influência direta sobre a germinação, em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, propensão à infestação por patógenos, dentre outros, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (SOARES et al., 2016).

Como a diversidade de substratos é grande, não há um tipo perfeito para todas as condições e espécies, cada um deles vai apresentar características

diferentes para o desenvolvimento de determinados materiais. Um bom substrato deve fornecer nutrientes, umidade e aeração necessária para o ideal crescimento e desenvolvimento das mudas. Assim, é preferível usar componentes de um substrato em forma de mistura, visto os mesmos apresentarem características desejáveis e indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (WENDLING; GATTO, 2002).

Como características físicas citam-se a densidade em base úmida e base seca; a porosidade total; o espaço de aeração e a retenção de água e baixas tensões de umidade. As características químicas mais importantes nos substratos compreendem o valor do pH, condutividade elétrica e/ou teor total de sais solúveis e os teores de nutrientes disponíveis (KAMPF, 2005).

Diversos tipos de resíduos agroindustriais (casca de arroz, bagaço de cana, casca de pinus, casca de coco, etc.) vêm sendo aplicados como substrato, pois visam oferecer alternativas para produtores de mudas e minimizar o impacto ambiental provocado pelos resíduos sólidos gerados (GARZOLA et al., 2015). Além de possuir características físicas e químicas apropriadas, é importante que o material a ser utilizado como substrato para mudas esteja disponível nas proximidades do local de produção, em quantidade suficiente e seja de baixo custo (SEVERINO et al., 2006).

2.5 Resíduos amazônicos com potencial para substratos

2.5.1. Casca de ouriço e tegumento da semente da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) pertence à família Lecythidaceae, apresenta grande valor socioeconômico para as populações tradicionais, assim como para o agronegócio na cadeia produtiva voltada para exportação, sendo um produto de origem extrativista, atendendo tanto o mercado interno quanto o externo. Ocorre em quase todo o território amazônico pertencente ao Brasil, em toda a Região Amazônica incluindo os estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Pará, Roraima, Tocantins e Mato Grosso, bem como na Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Guiana Inglesa e Guiana Francesa estando entre os maiores produtores mundiais, a Bolívia e o Peru (EMBRAPA, 2010).

A cadeia produtiva da castanha visa produção da amêndoa, gerando uma grande quantidade de resíduo sólido durante o processo de beneficiamento derivados do ouriço e do tegumento das sementes. Uma forma de agregar valor e minimizar impactos no meio ambiente é a destinação dos resíduos sólidos derivados da castanha em subprodutos alternativos (SANTOS, 2012).

Pesquisas têm focalizando o aproveitamento de subprodutos gerados pelo beneficiamento dessa matéria prima que, além de agregar valor minimiza o descarte desses na natureza, auxiliando na preservação da qualidade ambiental. Tornando-se assim subsídios para o desenvolvimento de pesquisas que explorem o seu potencial para promover o aproveitamento integral dessas fontes vegetais (LIMA, 2004).

O uso das fibras naturais, tais como a fibra do ouriço da castanha do Brasil, é uma excelente alternativa por, em geral, contribuírem com boas propriedades mecânicas e térmicas, além de contribuir para diminuição de desperdícios.

Buscar uma destinação para esse resíduo é um desafio constante para os produtores devido terem todo ano o problema de acúmulo do resíduo ambiental da casca deste fruto. Assim como muitos produtos oriundos da floresta cujo potencial para indústria de compósitos é considerável, a Castanha-do-Brasil é abundante e seu descarte também. E para que não seja descartado diretamente no meio ambiente existem diversos estudos voltados para reutilização da casca e do ouriço da Castanha-do-Brasil (SILVA, 2019).

Outra alternativa de utilização dos resíduos é como biomassa como fonte sustentável para utilização em caldeiras, fornos e adubos, pois é de grande importância no combate ao desperdício e na preservação de fontes de energia esgotáveis. (SANTOS et al., 2018).

Resíduos agroindustriais usados na agricultura, como é a casca (Tegumento da semente) da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia exelsa* Bonpl.), possui compostos nutricionais essenciais para o desenvolvimento da planta, como macronutrientes e micronutrientes (BOUVIE et al., 2016).

A casca de castanha-do-Brasil possui altos teores de cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco, fósforo, que são nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. Contudo, apresenta, como características físicas, alta densidade e baixa capacidade de retenção de água (SOARES et al., 2014). Assim, há a necessidade de misturar esse material a outros que apresentem boa capacidade de retenção e condicionem a formulação de um bom substrato.

2.5.3 Casca do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K Schum.)

Na região norte, um material empregado no composto orgânico é a casca do fruto do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), uma matéria prima abundante na agricultura local com elevado teores de nutrientes que, associada a outras fontes de nutrientes ricos em N e aplicados com calcário, promovem melhorias nas qualidades químicas, físicas e biológicas do solo, propiciando bom desenvolvimento às plantas (SANTOS, 2009).

O cupuaçu é um componente tradicional na alimentação regional, seu uso na culinária registra mais de 60 modalidades de produto (SANTOS, 2009). A polpa pode ser utilizada na fabricação de sorvete, refresco, picolé, néctar, doce, geleia, licor, xarope, entre outras. Possui excelente potencial de mercado para exploração da polpa que é usada principalmente para a fabricação de sorvetes.

Em geral, o processamento da polpa de cupuaçu gera como subprodutos as sementes e as cascas. Das sementes é extraído o óleo para fabricação da manteiga de cupuaçu, que apresenta propriedades de interesse à indústria de (SANTOS, 2009).

2.5.4 Casca de árvores decompostas

Com a grande exploração de madeira na Amazônia, são necessárias medidas com relação ao aproveitamento de seus resíduos, gerados pelo processamento da indústria. O potencial de uso dessa enorme quantidade de resíduos vem sendo subestimado pela indústria madeireira regional (BARBOSA et al., 2001).

O avanço da tecnologia da produção de mudas proporcionou a substituição gradativa de antigos substratos como terra de subsolo por outros materiais, principalmente renováveis, tendo como componentes cascas de árvores e grãos, compostos orgânicos, esterco e húmus. A utilização destes materiais renováveis para formulação de substratos é de fundamental importância, visto que o aumento da produção de mudas deve seguir os padrões de sustentabilidade, ou seja, ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa (KRATZ, 2011).

Um dos compostos orgânicos tradicionalmente utilizados na região amazônica pelos agricultores são as madeiras decompostas, chamadas regionalmente de “madeira podre” ou paú, apresenta grande variabilidade e ainda é pouco conhecido, tornando-se necessária sua caracterização e sua melhoria em termos físico-químicos (COUTO, 2005).

Os substratos podem ser utilizados puros (apenas a madeira decomposta), ou com adição de outros materiais disponíveis no local. As madeiras utilizadas como matéria-prima para o paú variam em função da disponibilidade e de aspectos culturais em cada região, sendo comum, entre outras o uso de Amapá, Cedrinho, Coquita, Inaá, Mugumbeira e Samaúma, entre outras (KANEKO, 2006).

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no município de Itacoatiara, Amazonas, situado a 270 km da capital Manaus. Possui território de 8.891 Km² e altitude de 21 m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Koppen, o tipo climático é Af (Tropical Úmido Chuvoso), com índice pluviométrico médio de 2.500 mm/ano e temperatura média em torno de 28,1°C. A população estimada de Itacoatiara, de acordo com o último censo do IBGE é de 104.046 pessoas (KOPPEN, 1948; IBGE, 2010).

Todas as etapas de beneficiamento dos materiais selecionados foram realizadas no Viveiro de Plantas Florestais e Ornamentais “Flora Guedes”, situado no Km 07 do Ramal do Lago de Serpa, no município de Itacoatiara, Amazonas. A propriedade possui aproximadamente 2,0 ha e pertence à empresa Flora Guedes Paisagismo Ltda, com especialidade em cultivos de plantas ornamentais, frutíferas e florestais. A empresa realiza serviços de reflorestamento, execuções de jardins e manutenção na cidade de Itacoatiara e regiões vizinhas.

A seleção dos materiais orgânicos testados foi feita com base em pesquisas bibliográficas sobre a utilização destes como substrato, na disponibilidade local e no baixo custo de aquisição. Optou-se então pela utilização de dois tipos de resíduos da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): a casca do fruto (Figura 1 A), conhecido popularmente como ouriço, que se caracteriza pela leveza e aspecto físico semelhante à cortiça, porém um pouco mais firme; e, o tecido que envolve as sementes (tegumento), que é retirado e descartado após o beneficiamento das amêndoas (Figura 1 B).

O terceiro material selecionado foi a casca do fruto do cupuaçú (Figura 1 C) (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), também usualmente descartada já que o interesse comercial do fruto se concentra na polpa e sementes; e, por fim, foi utilizada também uma mistura de cascas de árvores decompostas existente na propriedade onde o estudo foi conduzido e que já é utilizada nos plantios locais (Figura 1 D).

Os materiais foram expostos ao ar livre para secagem e passaram por trituração, sendo posteriormente passados em peneira com malha de 6,0 mm para homogeneizar a granulometria.



Figura 1 – Materiais testados puros ou na composição das receitas de substratos: a) cascas do ouriço de castanha-do-Brasil; b) tegumento das amêndoas de castanha-do-Brasil; c) cascas de cupuaçu; d) mistura de cascas de árvores decompostas.

Fonte:

A partir do beneficiamento desses materiais foram feitas nove preparações: uma de cada material puro, visando determinar se seria possível o uso destes como substrato sem a adição de outros componentes; e uma de cada material com a adição de carvão triturado e uma porção de solo na proporção de 1:1:1. O solo foi oriundo da propriedade onde o trabalho foi realizado, sendo do tipo terra preta. Uma última preparação foi composta pelos três resíduos vegetais, também na proporção 1:1:1. A descrição da composição de cada receita pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos materiais e composição das receitas de substrato testadas.

Nome	Descrição	Proporção
S1	Tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil	Puro
S2	Casca do ouriço de castanha-do-Brasil	Puro
S3	Casca de cupuaçu	Puro
S4	Mistura de cascas de árvores	Puro
S5	Tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil + carvão triturado + terra preta	1:1:1
S6	Casca do ouriço de castanha-do-Brasil + carvão triturado + terra preta	1:1:1
S7	Casca de cupuaçu + carvão triturado + terra preta	1:1:1
S8	Mistura de cascas de árvores + carvão triturado + terra preta	1:1:1
S9	Tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil + Casca do ouriço + terra preta	1:1:1

Fonte: A autora, (2021).

A etapa seguinte consistiu no preparo e envio de uma amostra de cada composição para análises químicas no laboratório “Terra Análises para Agropecuária - LTDA”, situado em Goiânia, estado de Goiás, registrado no CREA-GO sob número 8937/RF e no Ministério da Agricultura sob o número GO-00340. As análises químicas feita pelo laboratório foram baseadas no Manual de Métodos de análises de solo da Embrapa Solos (2011), para a determinação dos valores de pH, matéria orgânica, relação carbono/nitrogênio (C/N), teores de carbono orgânico, teores de macronutrientes: K₂O, P₂O₅ (total), N, Ca, Mg, S e micronutrientes: Cu, Fe, Mn e Zn.

A determinação da densidade do substrato, densidade das partículas e porosidade total foi feita após o encaminhamento de uma amostra de cada composição para o Laboratório de Química do Centro de Estudos Superiores de

Itacoatiara (CESIT/UEA), para serem preparadas e analisadas conforme a metodologia descrita por Almeida et al. (2017).

Para determinação da densidade do substrato (D_s), utilizou-se amostras obtidas com auxílio de um anel volumétrico, com volume conhecido, com o objetivo de não alterar a estrutura do substrato. Posteriormente, este foi remanejado para outro recipiente e seco em estufa à 105 °C até atingir massa constante. Após esse processo, determinou-se a densidade a partir da equação 1:

$$D_s = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Onde:

D_s = densidade aparente do substrato (g.cm^{-3});

m = massa seca do substrato (g);

v = volume interno do anel (cm^3).

Para a determinação da densidade de partículas (D_p) usou-se o método do balão volumétrico de 100 ml, com duas etapas: a obtenção da massa da amostra por pesagem e a determinação de seu volume. A massa da amostra foi obtida por pesagem após secagem em estufa. A determinação do volume da amostra foi feita por meio da medida da diferença entre o volume de um líquido necessário para preencher um recipiente calibrado vazio e o volume do líquido necessário para completar o volume do recipiente contendo a amostra seca. Após esse processo, determinou-se a densidade de partículas a partir da equação 2:

$$D_p = \left(\frac{a}{100 - b} \right) \quad (2)$$

Onde:

D_p = densidade de partículas (g.cm^{-3});

a = massa seca do substrato (g);

b = volume do álcool gasto (ml).

Para estimar a porosidade total dos substratos, foi calculada a relação entre

a densidade do solo e a densidade das partículas. A densidade do solo considera o volume de poros mais o volume das partículas, e a densidade das partículas considera apenas o volume das partículas. Para a estimativa da porosidade total usou-se a equação 3:

$$PT = 1 - \left(\frac{D_s}{D_p} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

PT = porosidade total %;

Ds = densidade do substrato (g.cm⁻³);

Dp = densidade de partículas (g.cm⁻³).

Esta pesquisa foi desenvolvida como parte do projeto “Produção de substratos com resíduos de produtos orgânicos amazônicos para o cultivo de cactáceas” fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, sob o edital nº 003/2020 – PAINTER. Os resultados são de caráter descritivo, não sendo necessária a submissão à análise estatística.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise química revelou diferenças nos valores de pH. A casca de cupuaçu e a mistura de cascas de árvores apresentaram caráter básico (8,3 e 7,7 respectivamente) e os resíduos de castanha apresentaram pH de 5,6 (Figura 2). 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 a faixa 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).

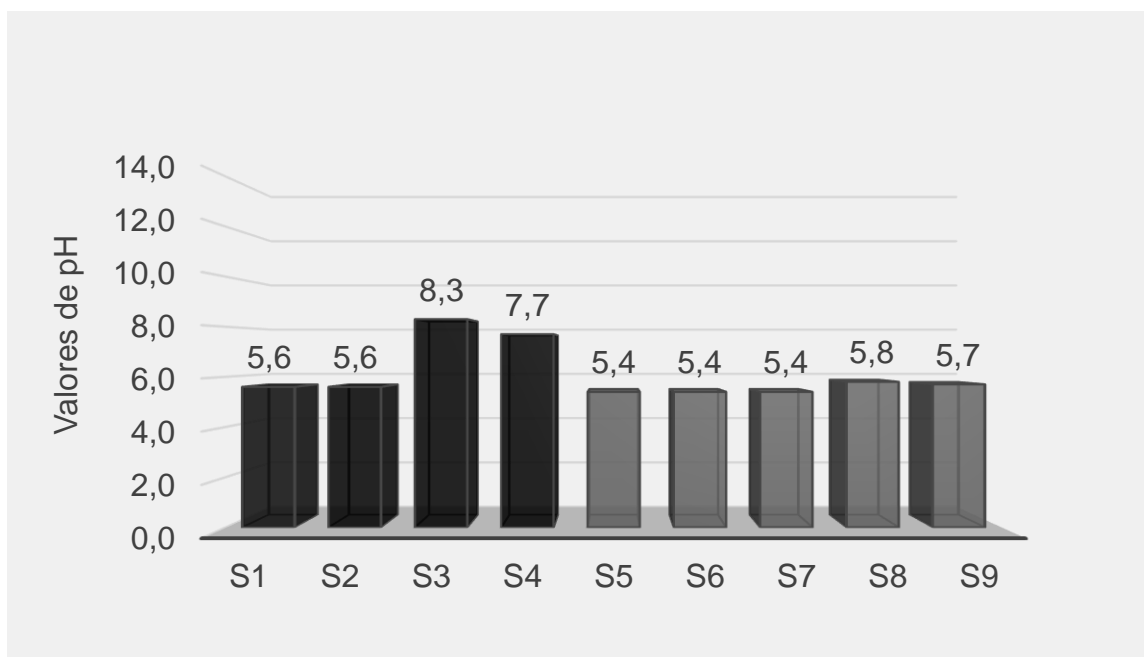


Figura 2 – Valores de pH para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: autora (2021)

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 da casca de cupuaçu e do mix de cascas de árvores não inviabiliza o seu uso, pois com a mistura a outros materiais o pH final da composição fica ajustado.

A Figura 2 mostra que as demais composições apresentaram valores dentro da faixa indicada para o cultivo da maioria das espécies. Tanto o substrato de tegumento de castanha (S1) quanto do ouriço de castanha (S2) apresentaram pH de 5,6, este valor foi igual ao encontrado por Silva (2014) para a casca do ouriço num experimento que utilizou estes materiais como substrato para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e taxi branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). Os resíduos utilizados por Silva (2014) tiveram a mesma origem dos resíduos utilizados neste trabalho, porém, para o tegumento da castanha, o autor verificou pH de 4,5.

4.2 Matéria orgânica

Por causa da natureza orgânica dos materiais puros, já era esperado que os percentuais fossem mais elevados nestas amostras do que naquelas que continham outros componentes. Assim, os maiores teores foram encontrados nos substratos S1 – tegumento da amêndoa (96,0 %), S2 – casca do ouriço (91,0 %), S3 – casca de cupuaçu (87,9 %) e na composição feita com estes três materiais, S9, com 77,1% (Figura 3).

A matéria orgânica proporciona inúmeros benefícios ao substrato, tanto físicos quanto químicos. Os principais benefícios físicos são o aumento da capacidade de retenção de água e melhoria na estabilidade dos agregados (CONCEIÇÃO et al., 2005). Os benefícios químicos advêm da liberação de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (BARROS et al. 1975). Porém, no caso de substratos de base orgânica, mais importante do que as quantidades é a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes.

O que irá determinar se os teores de matéria orgânica são adequados, são as necessidades próprias da cultura em que se pretende usar determinado substrato. Diante deste fato, faz-se necessária a análise conjunta com os valores da relação carbono/nitrogênio.

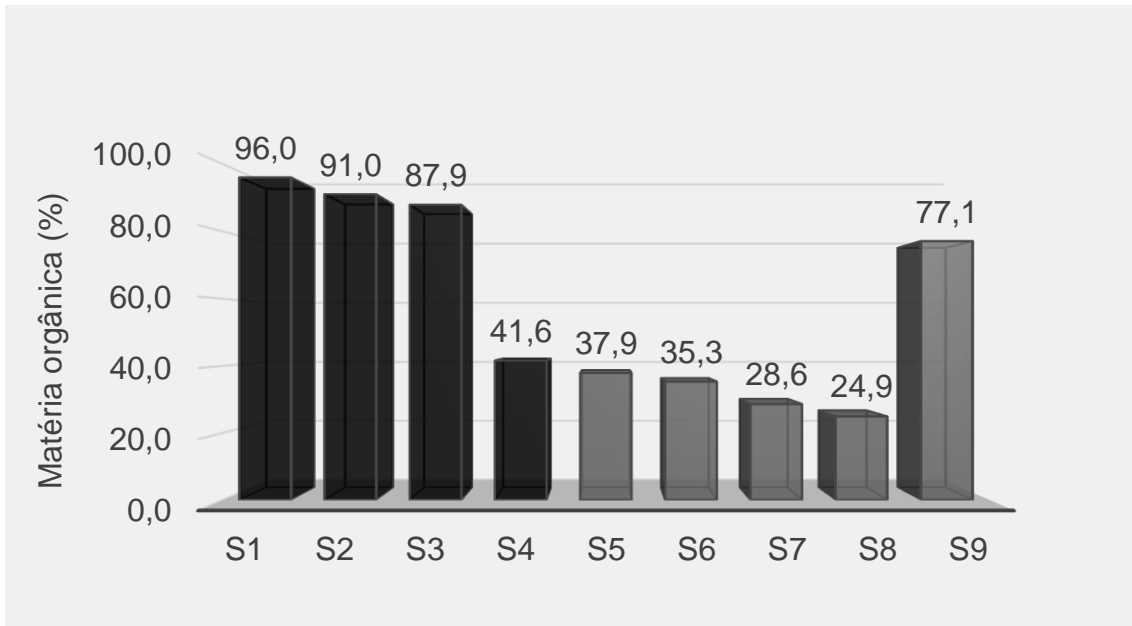


Figura 3 – Percentual de matéria orgânica para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3 Relação carbono/nitrogênio (c/n)

Diversos pesquisadores afirmam que a relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem está entre 25/1 e 35/1 (ZULCCONI; BERTOLDI, 1986; LOPEZ, 1994; FONG et al., 1999; KHIEL 2004), uma vez que durante a decomposição os microrganismos absorvem C e N da matéria orgânica na relação 30/1, sendo que 30 partes de C assimiladas na atmosfera na forma de gás carbônico e 10 são incorporadas ao protoplasma celular (GORGATI, 2001; KIEHL, 2004).

Os valores da relação C/N mais elevados foram encontrados nos substratos S4 – mistura de cascas de árvores (60,3), S5 – tegumento da amêndoa + terra + carvão (54,8), S6 – casca de ouriço + terra + carvão (51,0), e S1 – tegumento da amêndoa (50,5), estando na faixa entre 50:1 e 60:1. Os demais substratos apresentaram valores mais aproximados aos padrões encontrados na literatura (Figura 4).

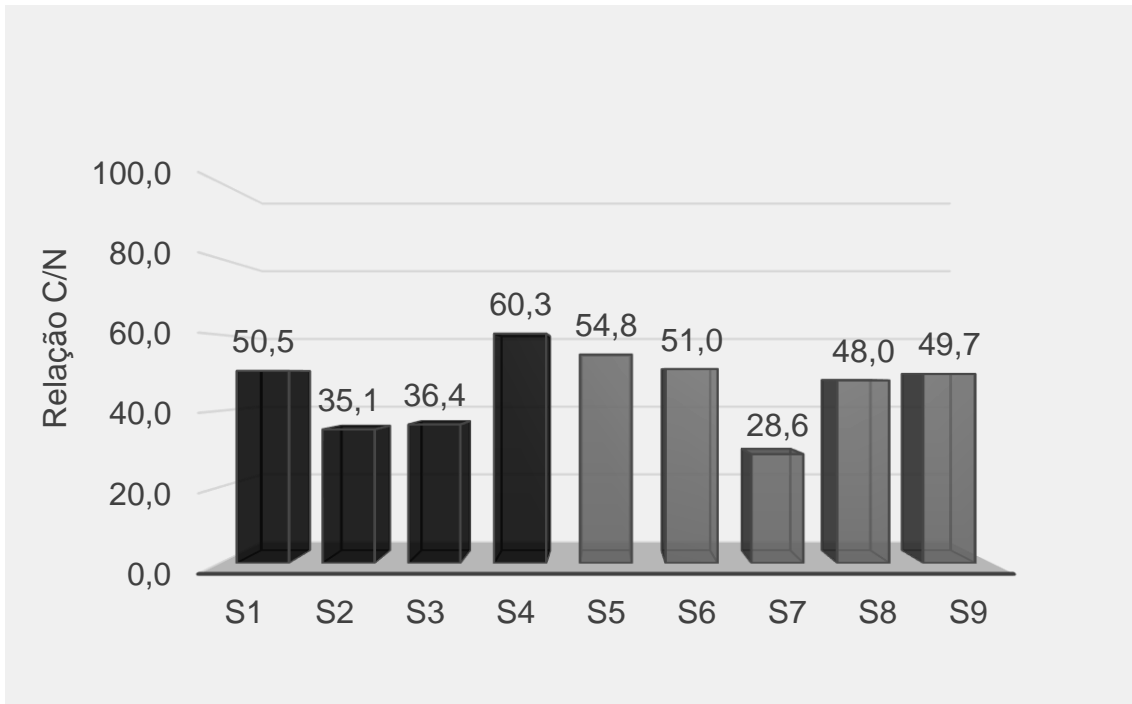


Figura 4 – Valores de C/N para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

Quanto mais elevada a relação C/N, mais fácil será a liberação de energia, devido a maior presença de carbono. Neste caso, o nitrogênio é imobilizado pelos microrganismos. A velocidade de decomposição será lenta, e quanto mais baixa a relação C/N, mais fácil será a decomposição da matéria orgânica do solo, na baixa relação o nitrogênio é liberado.

É importante ressaltar que substratos elaborados com o objetivo de cultivar espécies 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, cujas exigências nutricionais são muito diferentes das plantas xerófitas.

4.3.1 Carbono orgânico (C.Org.)

Considerando um valor mínimo de Matéria Orgânica (MO) (50%) estabelecido por VERDONCK *et al* (1981) e PENNINGSFELD (1983), para substratos utilizados na produção de mudas em recipientes, com fornecimento de água e nutrientes esporádico, e assumindo-se que 50 a 60% da MO é constituída por C, pode-se estabelecer que os teores ideais de carbono orgânico para substratos, devem ficar acima de 25%.

De acordo com este parâmetro, somente os substratos puros apresentam teores acima do percentual indicado (Figura 5). Neste sentido, é possível aumentar os percentuais dos demais substratos modificando a proporção da composição pelo aumento do componente orgânico ou pela diminuição dos componentes inorgânicos.

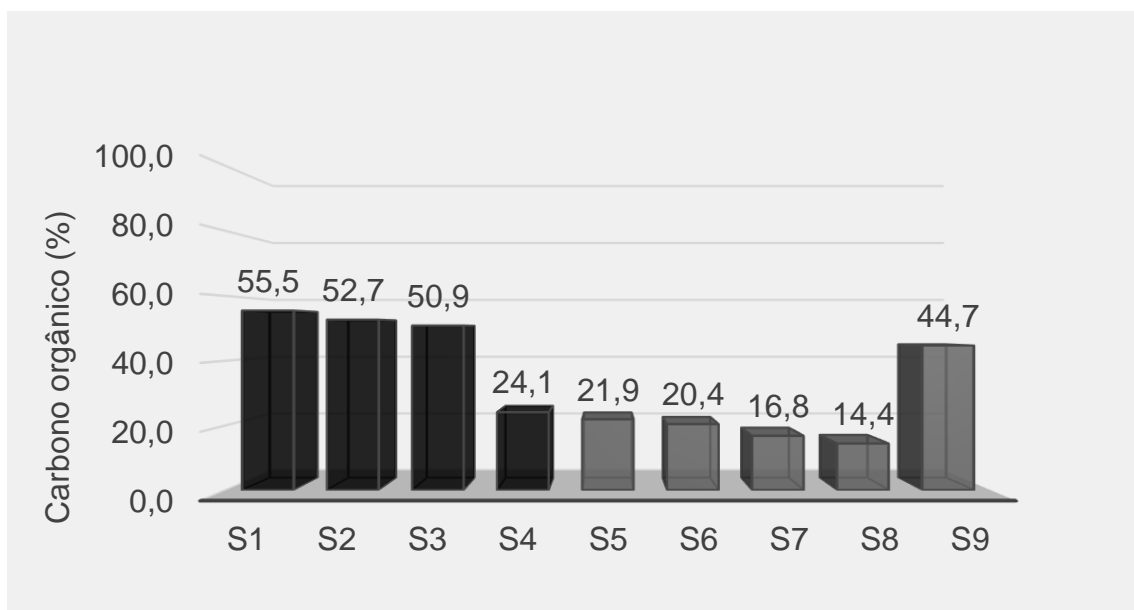


Figura 5 – percentual de carbono orgânico para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.2 Nitrogênio

O nitrogênio desempenha papel importante para o crescimento e produção das culturas, participando de diversos processos fisiológicos vitais para o ciclo de vida das plantas. Em quantidades adequadas, o N favorece o crescimento das raízes, pelo fato de que o crescimento da parte aérea aumentará a área foliar e a fotossíntese e, com isso, aumentará o fluxo de carboidratos para a raiz. O N é componente estrutural de aminoácidos e proteínas, enzimas e coenzimas e pigmentos, participa de processos como a absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celulares (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de N variaram para os substratos, alcançando maiores concentrações nas amostras de substratos puros S1 – tegumento da amêndoa (1,1%), S2 – casca de ouriço (1,5%), S3 casca de cupuaçu (1,4%) e S9 tegumento da amêndoa + casca do ouriço + casca do cupuaçu (0,9%). Para os demais substratos, os teores de nitrogênio foram mais baixos (Figura 6).

Estes valores foram superiores aos encontrados por Soares et al. (2014) ao avaliarem as propriedades químicas de resíduos agroflorestais em Rio Branco - AC, dentre eles a casca de cupuaçu e o tegumento da semente de castanha. No trabalho supracitado, ambos apresentaram percentual de N de 0,44%.

Os teores de N dos resíduos de castanha também foram maiores que os encontrados no trabalho de Silva (2014), onde o percentual foi de 0,22% para a casca do ouriço e 0,06% para o tegumento da castanha.

Mendes et al. (2019) utilizaram a casca de cupuaçu como substrato puro na produção de mudas de maracujazeiro e encontraram percentual de 0,66% de N, valor inferior ao encontrado neste trabalho.

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de nitrogênio assimilável em substratos para cultivo de plantas devem se situar entre 0,1 e 0,2%. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de N.

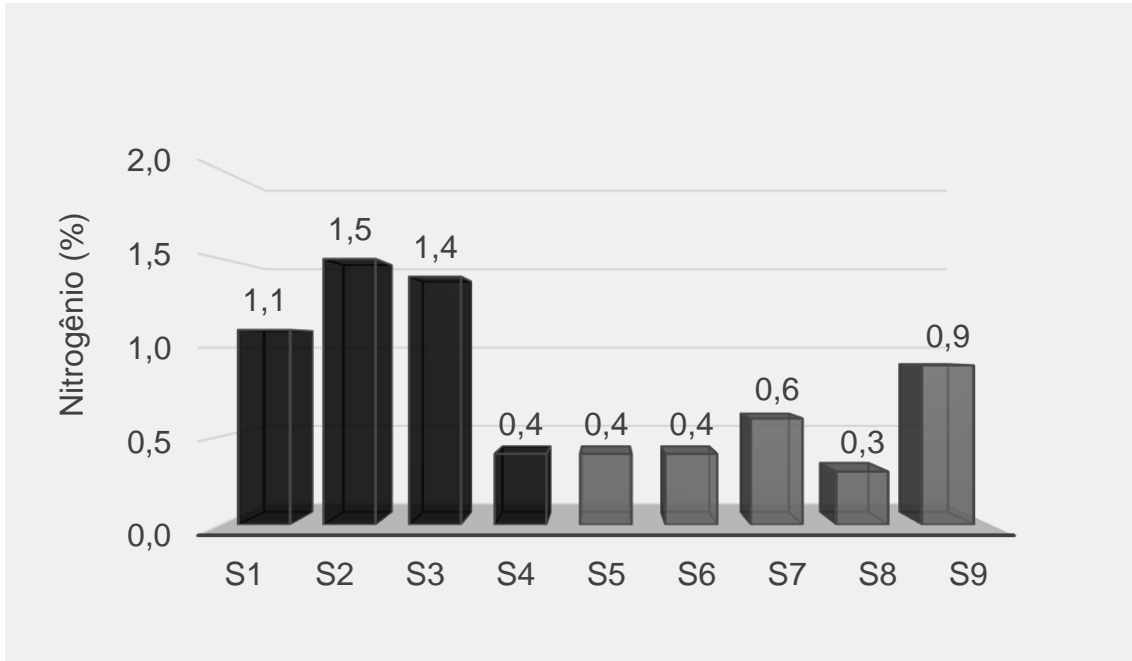


Figura 6 – percentual de nitrogênio para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021)

4.3.3 Fósforo

O fornecimento do P é de fundamental importância nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, pois sua deficiência promove um crescimento atrofiado na fase juvenil (TAIZ; ZEIGER, 2010), sendo que sua disponibilidade no substrato deve ser considerada com muita atenção.

Os percentuais de fósforo variaram de 0,91% para o S1 – tegumento da amêndoa, S4 – mistura de cascas de árvores, S5 – tegumento da amêndoa + terra + carvão e S6 – casca do ouriço + terra + carvão e 1,83% para o substrato puro S3 – casca de cupuaçu (Figura 7).

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de fósforo em substratos para cultivo de plantas devem se situar entre 0,006 e 0,01 g/Kg. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de P.

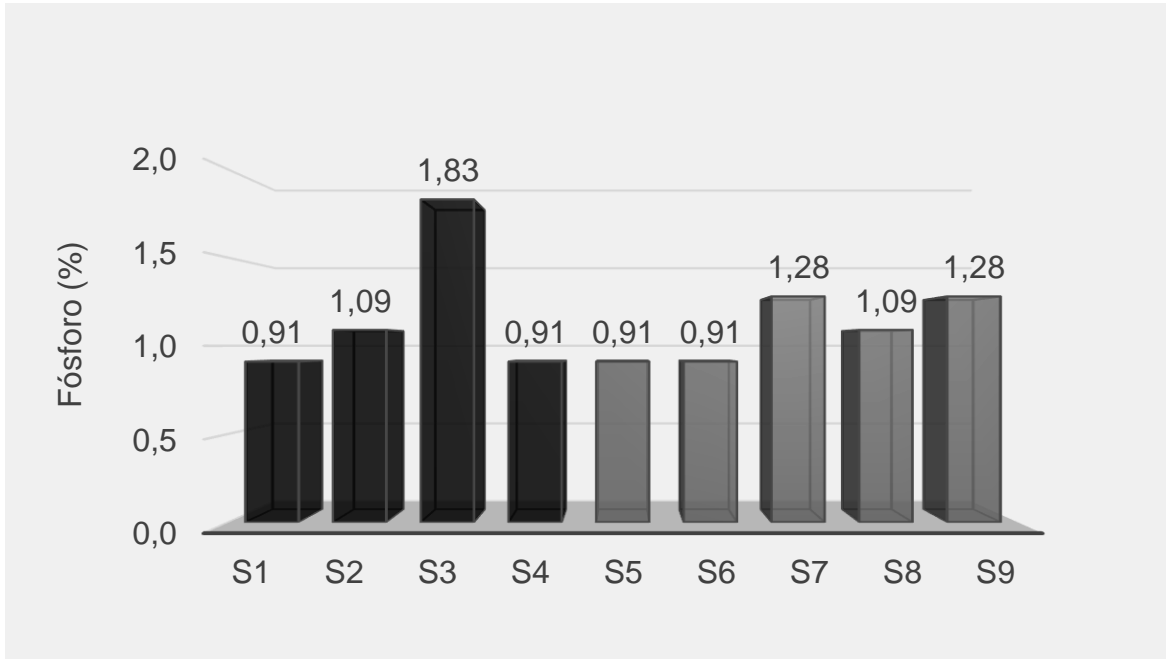


Figura 7 – percentual de fósforo para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.4 Potássio

Dentre as funções do potássio nos vegetais, destacar-se a participação nos processos de: translocação de açúcares, abertura e fechamento de estômatos e a regulação osmótica. O potássio pode, ainda, ter relação com a qualidade do produto e com a incidência de doenças (Malavolta, 2006).

Os valores mais elevados de K foram verificados para o substrato S2 - casca de ouriço (2,36%) e para o substrato S3 - casca de cupuaçu (2,34%). Os valores mais baixos foram verificados para os compostos S5 – tegumento da amêndoa + terra + carvão, S7 – casca de cupuaçu + terra + carvão e S8 mix de casca de árvores + terra + carvão, com percentual de 0,28%,

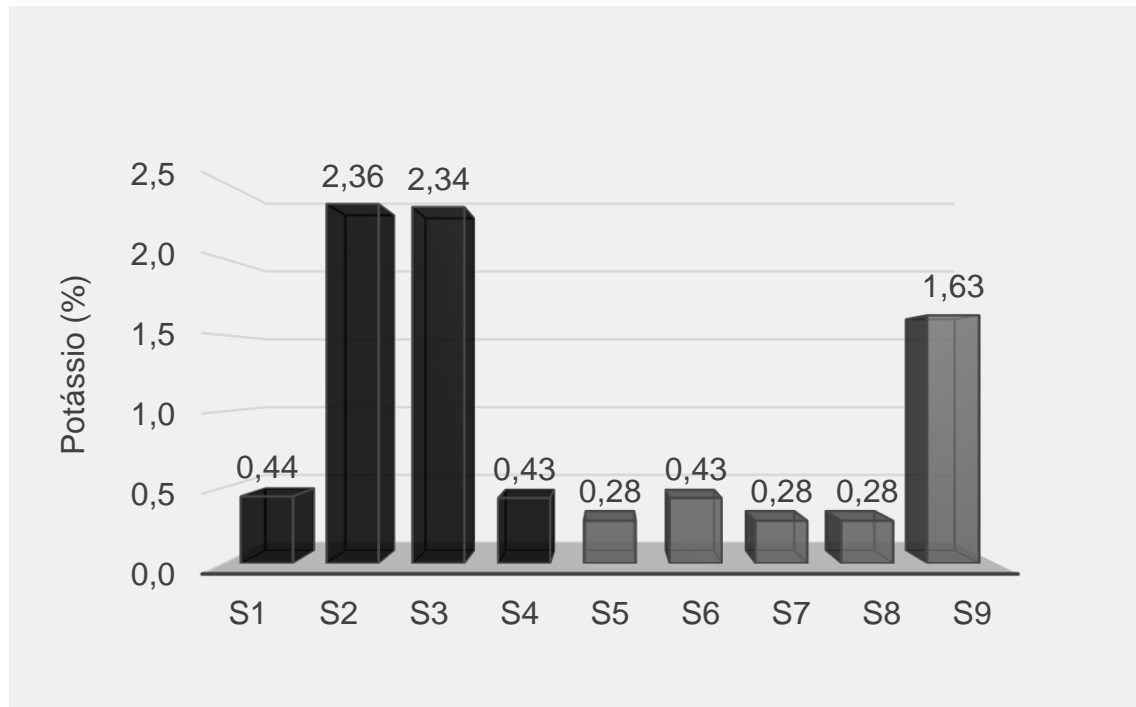


Figura 8 – percentual de potássio para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.5 Cálcio

Os valores de Ca para a maioria dos compostos foram maiores que 1%. O maior valor encontrado neste estudo foi no substrato S2 - casca de ouriço (1,34%), seguido de (1,33%) do composto S7 – casca de cupuaçu + terra + carvão.

De forma geral, os resíduos orgânicos são muito pobres desse elemento, o qual tem grande importância na composição do substrato em virtude de influenciar diretamente na formação do sistema radicular das plantas. Deve-se considerar, sempre, a necessidade de fornecimento de Ca via materiais inorgânicos quando os outros componentes do substrato não forem suficientes para fornecer este nutriente em quantidade adequada (SEVERINO et al., 2006).

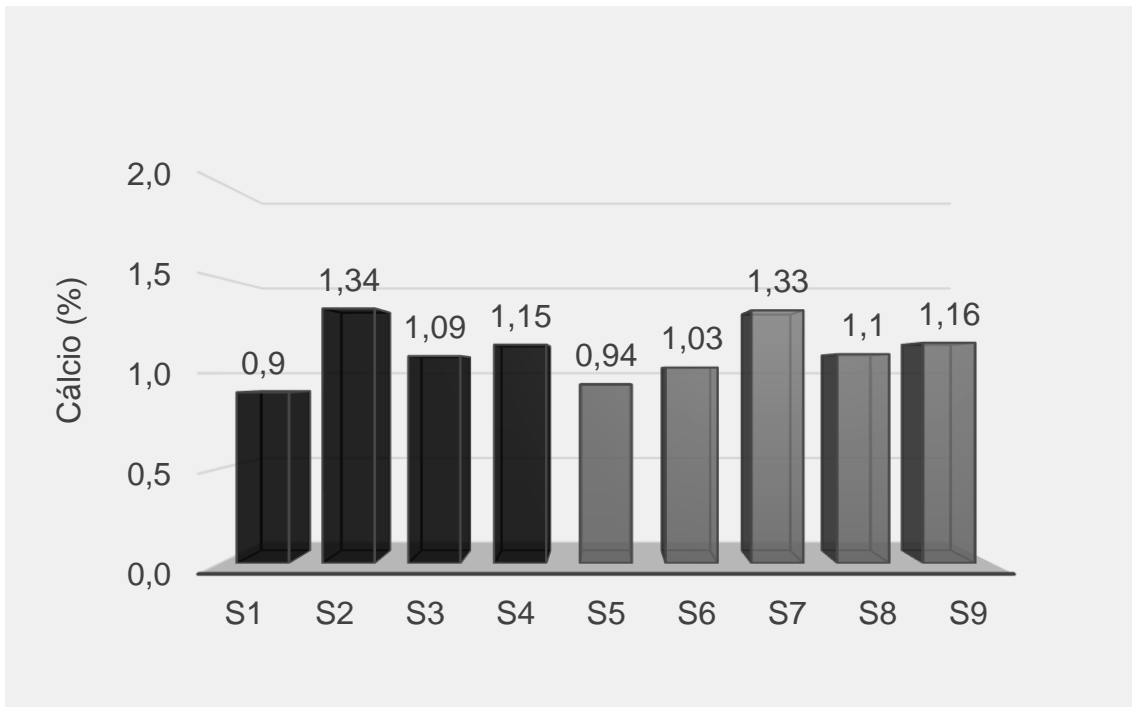


Figura 9 – Percentual de cálcio para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.6 Magnésio

O substrato com maior percentual de Mg foi a mistura de cascas de árvores (S4) com 0,71%, porém não foram verificadas diferenças relevantes entre os materiais puros e as composições (Figura 10). O Mg é um nutriente requerido em pequenas quantidades, mas de fundamental importância por participar da formação da molécula de clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Mendes et al. (2019) encontraram teores de Mg na casca do cupuaçu utilizada como substrato para o cultivo do maracujazeiro muito próximos aos encontrados neste trabalho, sendo 0,43 e 0,49% respectivamente.

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de magnésio em substratos para cultivo de plantas devem ser superiores a 0,02%. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de Mg.

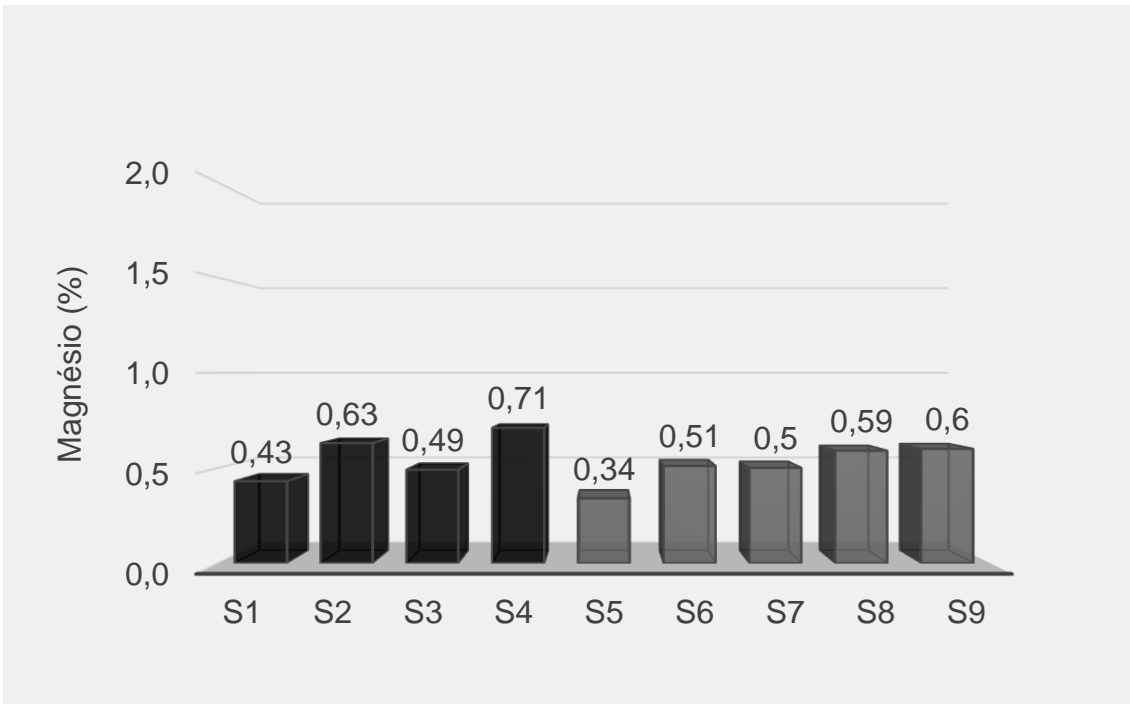


Figura 10 – Teores de magnésio para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.7 Enxofre

O maior percentual de S foi encontrado no substrato S4 - misturas de cascas de árvores (1,31%), este valor foi quase dez vezes maior que o menor percentual encontrado (S5) – tegumento da amêndoa + carvão + terra (0,14%) e muitas vezes superior aos demais substratos (Figura 11).

O enxofre é fornecido à planta pela matéria orgânica e por minerais do solo com frequência, porém, está presente em quantidades insuficientes e não se encontra disponível nas épocas em que é exigido para satisfazer as necessidades de culturas altamente produtivas (MALAVOLTA, 1996).

A maior parte do S do solo está fixada na matéria orgânica e ele só pode ser usado pelas plantas quando convertido na forma de sulfato (SO_4) pelas bactérias do solo. Este processo é conhecido como mineralização (BOARO et al., 2014).

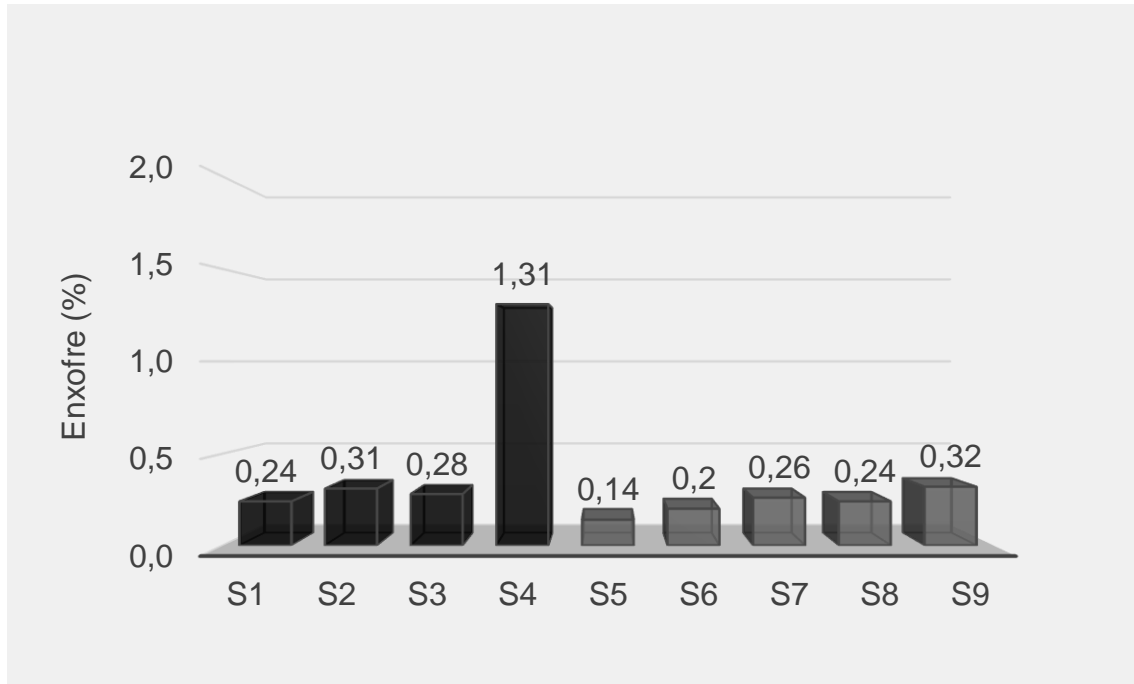


Figura 11– Teores de enxofre para substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.8 Cobre

Este micronutriente apresentou variações entre 15,0 mg/kg (S4 – mistura de cascas de árvores) a 30,0 mg/kg (S3, S7, S8 e S9) (Figura 12). Na avaliação feita por Soares et al. (2014), os teores de Cu no tegumento da castanha foram em torno de 46,0 mg/Kg, valor superior ao encontrado para o mesmo substrato neste trabalho, que foi de 28,0 mg/Kg. Mendes et al. (2019) encontraram 14,4 mg/Kg de Cu na casca de cupuaçu, enquanto neste trabalho foi verificado o dobro da quantidade deste nutriente (30,0 mg/Kg).

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de cobre em substratos para cultivo de plantas devem se situar entre 0,001 e 0,5 mg/Kg. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de Cu.

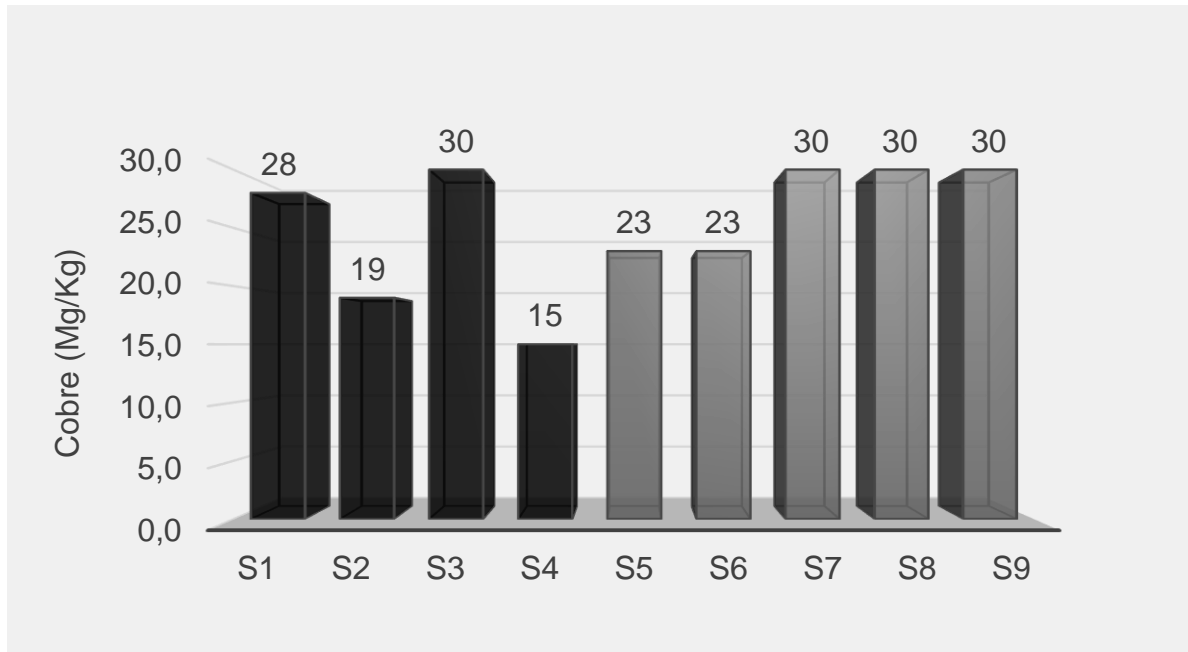


Figura 12 – percentual de cobre em substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.9 Ferro

O Fe atua como ativador enzimático na síntese da clorofila, participa da fotossíntese e da respiração (MALAVOLTA, 2006). Os teores de ferro foram altos para todas os substratos, nos substratos S4 (mistura de cascas de árvores) e S7 (casca de cupuaçu + carvão + terra preta) os valores ultrapassaram os 3.000 mg/kg (Figura 13). Soares et al. (2014) encontraram concentrações ainda mais elevadas de Fe para a casca da castanha, com 24.122 mg/Kg, e, de apenas 177.9 mg/Kg para a casca de cupuaçu. Já Mendes et al. (2019) encontraram 6.200 mg/Kg de Fe na casca do cupuaçu.

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de ferro em substratos para cultivo de plantas devem ser superiores a 70 mg/Kg. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de Fe, estando inclusive muito acima das necessidades médias dos vegetais.

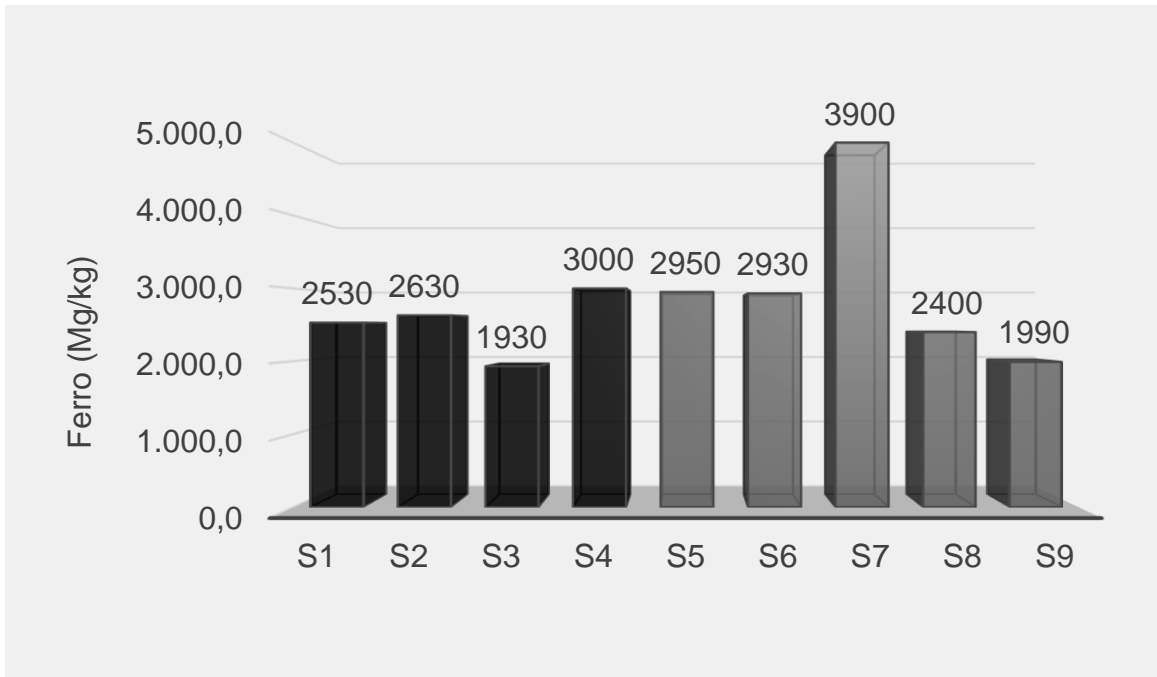


Figura 13 – Valores de ferro para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021)

4.3.10 Manganês

A maior concentração de Mn foi encontrada no substrato S2 - casca de ouriço (230,0 mg/Kg), e a menor foi concentração desse micronutriente foi encontrado no substrato S7 – casca de cupuaçu + terra + carvão (75 mg/Kg).

No trabalho de Soares et al. (2014), a maior concentração de Mn foi constatada na casca de castanha (556,63 mg/Kg), valor cinco vezes superior ao encontrado neste trabalho, que foi de 109,0 mg/Kg. Para a casca de cupuaçu,

entretanto, os valores encontrados pelos mesmos autores foram menores (45,0 mg/Kg).

O manganês é absorvido como cátion bivalente. Atua principalmente em sistemas enzimáticos de plantas, sendo importante na fotossíntese e produção de aminoácidos (SENGIK, 2003).

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de manganês em substratos para cultivo de plantas devem se situar entre 0,3 e 3,0 mg/Kg. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de Mn.

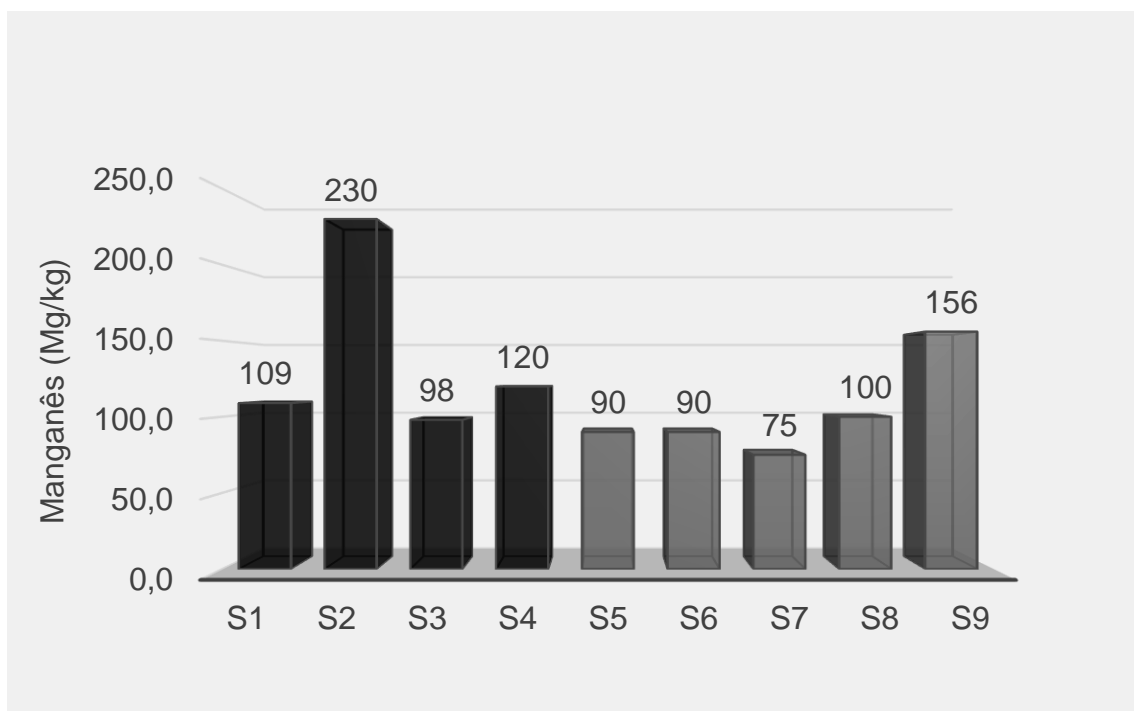


Figura 14 – valores de manganês para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.3.11 Zinco

O maior teor de Zn foi verificado no substrato S2 – casca de ouriço, com 290 mg/kg. Este valor foi mais que o dobro encontrado nos outros substratos puros e cerca de três vezes maior que as composições (Figura 15).

No trabalho de Soares et al (2014) o teor mais elevado de Zn foi verificado para o substrato tegumento de castanha com (66,21 mg.kg⁻¹), enquanto que o valor encontrado neste trabalho foi de 45,0 mg/Kg.

De acordo com Lopes et al. (2008), os níveis ótimos de zinco em substratos para cultivo de plantas devem se situar entre 0,3 e 3,0 mg/Kg. De acordo com este parâmetro, todos os substratos apresentam quantidades suficientes de Zn.

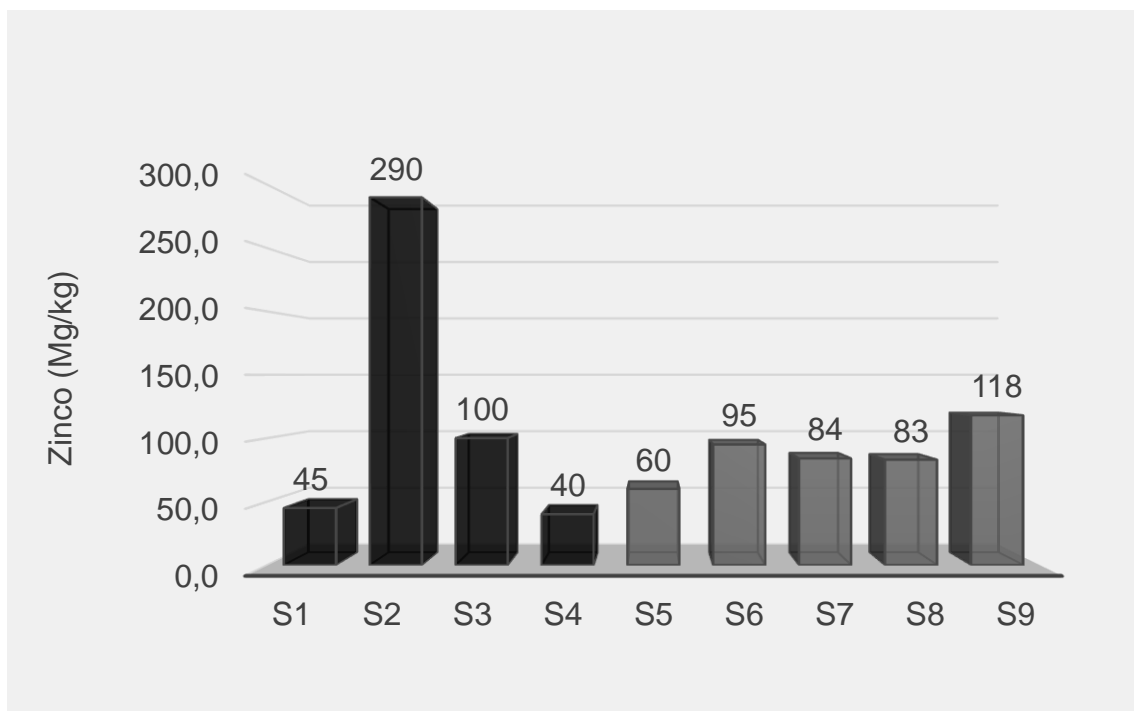


Figura 15 – Valores de zinco para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Fonte: A autora, (2021).

4.4 Caracterização física

4.4.1 Densidade do substrato (D_s)

A densidade ideal para substratos deve variar entre 0,25 e 0,50 g/cm³ segundo Gonçalves e Poggiani (1996). De acordo com estes parâmetros, os substratos S2 – casca de ouriço e S3 – casca de cupuaçu não estão adequados, uma vez que seus valores para a densidade foram de 0,08 e 0,15 g/cm³, respectivamente (Tabela 2).

Os materiais puros com densidade muito baixa podem dificultar a fixação das plantas, porém, esta questão pode ser resolvida com a adição de outros componentes mais densos, como foi feito nas demais receitas testadas neste trabalho (COSTA et al., 2017).

Os demais substratos encontram-se dentro da faixa de densidade indicada. Entretanto, alguns valores diferem daqueles encontrados por Soares et al. (2014) para o tegumento da castanha, por exemplo, que foi de 0,60 g/cm³, valor um pouco acima do verificado neste trabalho que foi de 0,38 g/cm³.

A densidade tem papel fundamental na escolha de um bom substrato, por presumir sobre outros atributos como porosidade, água disponível e espaço de aeração, uma vez que o aumento da variável densidade reduz a porosidade, propiciando o aumento da ocorrência de restrição ao crescimento das raízes (FERREIRA et al., 2010). 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 afetar o seu desenvolvimento (Gonçalves e Poggiani, 1996).

4.4.2 Densidade de partículas (D_p)

A densidade da partícula, ou densidade dos sólidos, é a relação entre a quantidade de massa do solo seco por unidade de volume de solo seco. Em solos, a densidade de partículas é importante para se conhecer sua composição: se o solo apresentar grandes quantidades de minerais mais pesados, como a magnetita, sua densidade de partícula será elevada; se, ao contrário, apresentar maior quantidade de matéria orgânica, mais leve, portanto, sua densidade de partículas será menor.

Da mesma forma, a densidade de partículas permite separar um substrato à base orgânica de um à base mineral (ZORZETO et al., 2014).

Neste estudo os substratos S2 – casca de ouriço e S3 – casca de cupuaçu, apresentaram respectivamente (1,25 g.cm³) e (0,71 g.cm³), os quais indicam a presença alta composição de material orgânico, visto que a densidade da matéria orgânica circunda os 0,9 a 1,3 g.cm³ (REINERT; REICHERT, 2006). Como referência para substratos, Martinez (2002) considerou nos seus estudos, que partículas minerais apresentam densidade de partícula de (2,65 g.cm³) e as de matéria orgânica, de (1,45 g.cm³).

4.4.3 Porosidade Total (PT)

Segundo Gonçalves e Poggiani (1996), valores entre 75 e 85% de porosidade total são considerados adequados para produção de mudas, sendo que, no presente trabalho, a maioria dos substratos com exceção dos substratos S2 – casca de ouriço e S3 – casca de cupuaçu, estão dentro da faixa adequada para uso como substrato. Para os mesmos autores, valores entre 55-75% são considerados médios e abaixo de 55%, baixos. Kämpf (2000), afirmou que escolher substratos com maior porosidade total além de uma infiltração melhor de água, há a possibilidade de facilitar o crescimento da raiz, já que ele é o meio no qual as raízes de uma planta se desenvolvem fora do solo.

Dessa forma pode-se dizer que o substrato deve ser o mais poroso possível, afim de permitir a troca gasosa eficiente, evitando a falta de ar para a respiração das raízes e para as atividades dos microrganismos do meio, levando em consideração que a grande maioria das plantas xerófitas como algumas espécies de cactáceas e suculentas são cultivadas em recipientes pequenos e podem formar acúmulo de raízes assim exigindo maior suprimento de oxigênio e rápida remoção de gás carbônico.

Observa-se ainda na Tabela 2, que a porosidade é inversamente proporcional a densidade dos substratos, ou seja, quanto maior a porosidade total menor será sua densidade. Isso explica a relação entre a porosidade total e densidade dos substratos S2 - casca de ouriço (87,84%) e S3 - casca de cupuaçu (87,54%).

Tabela 2 – Densidade substrato (Ds), Densidade de partículas (Dp) e Porosidade total (PT). Substratos para materiais puros (S1 a S4) e substratos compostos (S5 a S9). S1: tegumento da amêndoa de castanha-do-Brasil; S2: casca do ouriço de castanha-do-Brasil; S3: casca de cupuaçu; S4: mistura de cascas de árvores; S5: tegumento da amêndoa + carvão + terra preta; S6: casca do ouriço + carvão + terra preta; S7: casca de cupuaçu + carvão + terra preta; S8: mistura de cascas de árvores + carvão + terra preta; S9: tegumento da amêndoa + casca de ouriço + casca de cupuaçu.

Substratos	Ds (g.cm³)	Dp (g.cm³)	PT %
S1	0,38	1,82	78,61
S2	0,15	1,25	87,84
S3	0,08	0,71	87,54
S4	0,38	2,17	82,43
S5	0,48	3,06	84,18
S6	0,36	1,81	79,69
S7	0,48	2,89	83,35
S8	0,57	4,08	85,98
S9	0,40	1,80	77,53

Fonte: A autora, (2021).

5. CONCLUSÕES

Dentre os materiais puros, o tegumento da amêndoa e a casca de ouriço da castanha apresentaram atributos químicos e físicos dentro dos parâmetros indicados pela literatura e podem ser indicados para testes de cultivo de plantas xerófitas.

A casca de cupuaçu e a mistura de cascas de árvores não são indicados devido o pH alcalino e à baixa densidade. No entanto, por apresentarem bons teores de nutrientes, podem ser utilizados em misturas com outros materiais que promovam o equilíbrio do pH e da densidade.

Todas as combinações de receitas apresentaram atributos químicos e físicos dentro dos parâmetros indicados pela literatura e podem ser indicadas para testes de cultivo de plantas xerófitas.

A partir destas conclusões, deve-se iniciar os experimentos de cultivo, os quais poderão indicar qual ou quais substratos promoverão os melhores resultados de crescimento e desenvolvimento de plantas xerófitas.

6. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. L., ANDRÉ. **Utilização de diferentes substratos na produção de mudas de manjeriço**. Brasília, 2014. Orientação da Profa. Dra. Michelle Souza Vilela. Trabalho de Conclusão do Curso Agronomia, Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2014.

ALMEIDA, B. G.; VIANA, J. H. M.; TEIXEIRA, W. G.; DONAGEMA, G. K.; Densidade do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (coord.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. J; ABREU, R. L. S. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 42-61, 2001.

BARROS, N. F. et al. **Aplicação de fertilizantes na produção de mudas de Eucalyptus saligna Sm**. Brasil Florestal, Brasília, v. 6, n. 22, p. 25-29, 1975.

BIANCHI, V. J. et al. Caracterização química e eficiência de dois substratos na produção de porta-enxertos de citros em recipientes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.1, p.75-77, jan./mar. 2003.

BOUVIE, L. et al. Caracterização físico-química dos frutos de castanheira-do-Brasil. **Nativa**, v. 4, p. 107-111, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de flores e mel**. Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores). Brasília: IICA: MAPA/SPA. Agronegócios, v. 9, 2007.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras-MG, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CAVALCANTE, A., et al. **Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado**. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, 2013.

CONCEIÇÃO, P. C., et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

COSTA, J.C.F. et al. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, p.16-23, junho, 2017.

COUTO, R. (org.). **PLANO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: Parintins – AM, 2005 – 2012 / Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, Projeto de Apoio aos Pequenos Produtores Rurais do Estado do Amazonas – Manaus: Ibama, ProVárzea, 2005.**

CUNHA, A.O. et al. **Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa***. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aspectos do Cultivo de Castanha-do-brasil**. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47749/1/folder-castanhadobrasil.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2021.

FAHN, A.; CUTRLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebuder Borntraeger. 1992.

FERREIRA, R. R. M., et al. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.913-932, 2010.

FONG, M., et al. Review on evaluation of compost maturity and stability of solid waste. *shanghai environ. sci.*, v. 18, p. 91-93, 1999.

GONÇALVES, L. M; POGGIANI, F. Substratos para a produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo.

GARZOLA, T. et al. **Avaliação de substratos alternativos na produção de mudas e desenvolvimento de plantas de alface**. Marília: SP. UNIMAR. 2015.

GORGATI, C. Q. **Resíduos sólidos urbanos em áreas de proteção aos mananciais – município de São Lourenço da Serra - SP: compostagem e impacto ambiental.** Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu. 70 p, 2001.

IBRAFLOR (2017). **Mercado interno 2017. Instituto Brasileiro De Floricultura.** Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-10-2017.pdf>> Acesso em: 22 jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/brasil/amatacoatiara>>. Acesso em: 22 out. 2021.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2005.

KAMPF, A. N. **Seleção de materiais para uso como substrato.** In: KÄMPF, A.N., FERMINO, M.H. (Eds.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

KANEKO, M.G. **Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da Amazônia á base de madeira em decomposição (Paú).** 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Faculdade de agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 4 ed. Piracicaba. 173 p, 2004.

KOPPEN, N, **Climatologia:** Com estudio de los climas de la tierra: Fondo de cultura econômica.

KRAMER, J.; Worth, D. **Cacti and others succulents.** New York: Harry N. Abrams, 1997.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* maiden et camage e *Mimosa scabrella* benth.**118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2011.

LIMA, A. C. **Estudo para a agregação de valor aos produtos de caju: elaboração de formulações de fruta e castanha em barras**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

LOPES, J. L. W. et al Atributos químicos e físicos de dois substratos para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p. 358-362, out/dez, 2008.

LOPEZ, R. J. **Composting through the ages**. Conferência Down to Earth Composting. Dundee, 1994.

LORENZI, H. Cactos e suculentas para decoração. 1. Ed. IPSIS, 2019. ISBN–13 978-6580684007.

MALAVOLTA, E. **Nutri-Fatos**: Informação agronômica sobre nutrientes para as culturas. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 24p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARTINEZ, P. F. **Manejo de substratos para horticultura**. In: FURLANI, A. M. C. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.53-73. (Documentos IAC, 70).

MELO, G. W., et al. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico: Substratos**. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidropnico/substratos.htm>> Acesso em: 13 jun. 2021.

MENDES, R. F., et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro em substrato alternativo com fertilizante de liberação controlada. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. (RBAS)**, v.9 n.4, p. 34-40, 2019.

PAGLIARINI, M. K., et al. Caracterização físico-química de misturas de componentes de substratos com resíduos de celulose para fins de produção de mudas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, 160-169, 2012.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v.75, p.269-281, 1983.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2. Ed. São Paulo: Unesp, 2020. Bibliografia. ISBN 978-85-393-0824-8.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: UFSM: Centro de Ciências Rurais, 2006.

RITEL, M. **Plantas da seca não são sofredoras**. 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=2309&ed=304&f=18>> Acesso em 12 jun. 2021.

ROTONDI, A. et al. Leaf xeromorphic adaptations of some plants of a coastal Mediterranean macchia ecosystem. **Journal Mediterranean Ecology**, v. 4, n. 3-4, p. 25-35, 2003.

SANTOS, C. da C. S. et al. **Descarte e reaproveitamento de resíduos da castanha do Brasil (*bertholletia excelsa*) em uma cooperativa extrativista no município de Iaranjal do Jari**. ConReSol. 2018.

SANTOS, O. V. **Estudos das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2012. 214 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímica Farmacêutica), Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, 2012.

SANTOS, E. **Beneficiamento local e cooperativo da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) em uma comunidade da RDS TUPÉ, Manaus-AM**. Biotupé Meio Físico, Divers Biológica e Sociocult do Baixo Rio Negro, Amaz Cent. 2009.

SCHIMITZ, J. A. K; et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32 n. 6, 2002.

SEIXAS, E.S. **Emergência e desenvolvimento de plântulas de Cactaceae em diferentes substratos com e sem adubação**. 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2001.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2013.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2021.

SEVERINO, L. S. et al. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para a produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

SILVA, E.G.; et al. **Influencia do composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial da melancia**. ISSN, v. 11, n. 01. 2015.

SILVA, J. F. B. Substratos alternativos de resíduos da Castanha-do-Brasil (*Bertolletia excelsa*). 2014. Monografia (Tecnólogo em Agroecologia), Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, 2014.

SILVA, R. S. S. **Adaptações morfoanatômicas de herbáceas em florestas em condições xéricas**. 73f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SOARES, A. N. R.; ROCHA JUNIOR, V. F.; VITÓRIA, M. F.; SILVA, A. V. C. Germinação de sementes de nim em função da maturidade fisiológica e do substrato. **Embrapa tabuleiros costeiros**. v. 13, n. 1, 2016.

SOARES, I. D. et al. Propriedades físico-químicas de resíduos agrofloreais amazônicos para o uso como substratos. **Nativa**, v. 2, 155-161, 2014.

SOUZA, E. B. **Plantas xerófitas**. 2020. Disponível em: <https://www.todabiologia.com/botanica/plantas_xerofitas.htm> Acesso em: 16 jun. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 720p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2010. 623p.

VERDONCK., et al. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae, Wageningen**, v.150. p.467-473, 1981.

WENDLING, I.; GATTO, A. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa: Aprenda fácil, 2002.

ZAPPI, D.C., et al. 2011. Introdução *In Plano de Ação Nacional para a conservação das Cactaceas* (S. Siva: D.C ZAPPI: N.P. TAYLOR & M.C. MACHADO, eds). Série Espécies ameaçadas n° 24. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 35 p. 2011.

ZORZETO, T. Q., et al. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v.73, n.3, p.300-311, 2014.

ZUCCONI, F.; BERTOLDI, M. Organic waste stabilization throughout composting and its compatibility with agricultural uses. In: **Wise, D.L. Global bioconversions**. CRC Press. Boca Raton. p. 109-137, 1986.