



PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE RESÍDUOS AGROFLORESTAIS AMAZÔNICOS PARA USO COMO SUBSTRATO

Izabele Domingues SOARES^{1*}, Ary Vieira de PAIVA²,
Rodrigo Otávio Veiga de MIRANDA³, Álisson Sobrinho MARANHO⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

²Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

⁴PPG em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

*E-mail: izabele.soares@gmail.com

Recebido em maio/2014; Aceito em setembro/2014.

RESUMO: Na Amazônia, são produzidas anualmente grandes quantidades de resíduos agroflorestais, o que demanda pesquisas para avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental desses materiais como, por exemplo, sua utilização como substrato na produção de mudas florestais. O objetivo do estudo foi determinar as propriedades físicas e químicas de materiais com potencial para substrato, como casca de amendoim, casca de arroz *in natura*, pó de serra semidecomposto, resíduo de açaí, casca de cupuaçu, casca de café, casca de coco verde e casca de castanha-do-brasil. Foram avaliados os teores totais de nitrogênio (N), Ca, K, P, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, além do pH em água, densidade, capacidade de retenção de água (CRA) e relação poro/sólido. A casca de castanha apresentou os maiores valores na maioria das características avaliadas, exceto para a capacidade de retenção de água. O resíduo que apresentou as menores quantidades de nutrientes ou baixos valores das características físicas analisadas foi o pó de serra.

Palavra-chave: produção de mudas, uso agrícola, Amazônia.

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF AMAZON AGROFORESTRY RESIDUES FOR USE AS SUBSTRATE

ABSTRACT: In the Amazon are produced annually large quantities of residues, which demand agroforestry research to assess the technical, economic and environmental viability of the agricultural use of these materials as, for example, a substrate for forest seedling production. The objective of this study was to determine physical and chemical properties of the following materials with potential for substrate: peanut husk, rice husk *in natura*, sawdust semidecomposed, açai residues, cupuassu bark, coffee husk, green coconut husk and bark of brown-of-brazil. Were evaluated total contents of N, K, Ca, P, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn; besides the pH in water, density, water retention capacity (CRA) and the P/S ratio. The bark of brown-of-brazil presented the highest values for the majority of evaluated characteristics, except for the water retention capacity. The residue that presented the smallest quantities of nutrients or low values of physical characteristics analyzed was the sawdust.

Keywords: seedling production, agricultural use, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

Durante décadas a busca por alternativas ambientalmente corretas e economicamente viáveis de materiais para composição de substratos tem sido alvo de grande interesse de pesquisadores do mundo inteiro e desenvolvem-se pesquisas de novos materiais para esse fim. Materiais como fibra de coco (NOGUEIRA et al., 2012), esterco bovino (HIGASHIKAWA et al., 2010), biossólido e casca de pinus (KRATZ et al., 2013), resíduo

de açaí (MARANHO; PAIVA, 2012), casca de amendoim (LEÃO et al., 2013), bagaço de cana (DUTRA et al., 2012), dentre outros, têm sido utilizados como ingredientes para compor substratos para produção de mudas. Contudo, visando à viabilidade do uso desses materiais, é necessário conhecer as propriedades físicas e químicas dos mesmos, as quais poderão ser ajustadas pela formulação de misturas que definirão a qualidade do substrato (NEGREIROS et al., 2004).

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). Geralmente resíduos agroflorestais atendem a esses requisitos, podendo se tornar insumos importantes na produção de mudas de qualidade. Segundo Bezerra et al. (2009), a utilização de resíduos na formulação de substratos contribui tanto para a redução do impacto ao ambiente como também para a redução de custo, pois estes materiais estão disponíveis em todas as regiões.

As propriedades químicas do substrato são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais presentes, os quais influenciam no crescimento de mudas. O desconhecimento dos níveis críticos dos elementos no substrato e das exigências das espécies podem impor limitações a qualquer método de diagnose de deficiências nutricionais (MULA, 2011). Entre as propriedades químicas, os valores de pH são de extrema importância (KAMPF, 2000). É visto então que, uma análise do substrato deve ser feita para determinar as quantidades dos macro e micronutrientes presentes nesse meio.

Além da importância das características químicas do substrato, as quais podem ser facilmente corrigidas pelo viveirista, estão às características físicas (GOMES; PAIVA, 2011). Entre as características físicas, Kampf (2008) afirma que a densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água são as características indispensáveis para a caracterização fundamental do material. A partir dessas propriedades é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades físicas e químicas de diferentes resíduos agroflorestais potencialmente utilizáveis para produção de mudas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados resíduos agroflorestais, como casca de amendoim (*Arachis* sp.); casca de arroz *in natura* (*Oryza* sp.); pó de serra semidecomposto; resíduo de açaí (*Euterpe* sp.); casca de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum); casca de café (*Coffea* sp.); casca de coco verde (*Cocos nucifera* L.) e casca de castanha (*Bertholletia excelsa* H. B. K), sendo todos os resíduos obtidos em regiões produtoras próximas a Rio Branco, Acre. Na realização das análises físicas e químicas, os resíduos passaram por processo de secagem em estufa a 70 °C por 72 h e trituração. A análise química foi conduzida no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre e as análises das propriedades físicas no Laboratório de Solos da Universidade Federal do Acre.

Para determinar a qualidade química dos resíduos, foi avaliado o pH em H₂O, o N por meio da digestão sulfúrica pelo método de Kjeldahl (destilação – titulação), bem como a análise de outros elementos. Esses elementos foram determinados no extrato de digestão nitro-perclórica, sendo P por espectrofotometria (UV/VIS), K por fotometria de chama e Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de Absorção Atômica. Ressalta-se que a quantificação dos nutrientes foi apresentada nos teores

totais presentes nos resíduos e, não, nos biodisponíveis para as plantas.

Já a qualidade física foi avaliada pela densidade, a capacidade de retenção de água (CRA) e a relação de vazios (relação poro/sólido). A densidade é definida como sendo a relação entre a massa e o volume do substrato, expressa em kg m⁻³ ou equivalente a g L⁻¹; a CRA corresponde ao volume (máximo) de água retida no substrato, após a saturação hídrica e a drenagem natural; e na relação de vazios divide-se o volume de poros pelo volume de sólidos de uma amostra (KAMPF, 2000).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada resíduo agroflorestal, totalizando oito tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, considerando um nível de 95% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração total de N, Ca, K, P, Mg podem ser vistos na Figura 1. A concentração do N variou de 3,6 a 17,1 g.kg⁻¹, com a maior concentração encontrada na casca de café. Caldeira et al. (2013) encontraram teor de 11,6 g.kg⁻¹ de N na casca de café ao trabalhar com substratos alternativos na produção de mudas de rabo de pitu (*Chamaecrista desvauxii*). Assis et al. (2011) obtiveram teor de 17,93 g.kg⁻¹, semelhante ao encontrado no presente trabalho. O total de N no pó de serra semidecomposto, casca de cupuaçu, resíduo de açaí, casca de amendoim, casca de castanha e casca de coco foi acima de 4,4 g.kg⁻¹. Na casca de coco, o N (12,4 g.kg⁻¹) foi superior ao valor registrado por Rosa et al. (2001), de 6,52 g.kg⁻¹. O resíduo que apresentou menor concentração deste nutriente foi a casca de arroz *in natura* (3,6 g.kg⁻¹), resultado que pouco difere do encontrado por Caldeira et al. (2013) de 4,6 g.kg⁻¹ em casca de arroz.

O Ca tem grande importância na composição de substrato pois influencia diretamente na formação das raízes das plantas, já que quando a planta apresenta deficiência desse nutriente, o sistema radicular apresenta-se curto e altamente ramificado (TAIZ; ZEIGER, 2010). O teor de Ca de 16,01 g.kg⁻¹ encontrado na casca de castanha foi superior em mais de duas vezes ao valor encontrado na casca de café (7,8 g.kg⁻¹), na casca de coco (7,36 g.kg⁻¹), no pó de serra semidecomposto (7,15 g.kg⁻¹) e na casca de amendoim (6,45 g.kg⁻¹). A concentração desse nutriente na casca de castanha foi maior que 3,05 g.kg⁻¹ no substrato comercial Plantmax[®] HA (COSTA et al., 2013).

A casca de café teve a maior concentração de K (31,3 g.kg⁻¹). Resultado esperado, já que este resíduo é tradicionalmente conhecido como material rico neste nutriente. Para Silva (2008) a casca de café é ofertada no sul de Minas Gerais por ser fonte de K e já é utilizado em programas de manejo da adubação do cafeeiro com aplicações, preferencialmente, na superfície do solo. Já no resíduo de açaí foi observada a baixa concentração de K, verificada nesse trabalho, sendo uma característica também encontrada por Maranhão; Paiva (2011), os quais registraram teor total de 0,83 g.kg⁻¹.

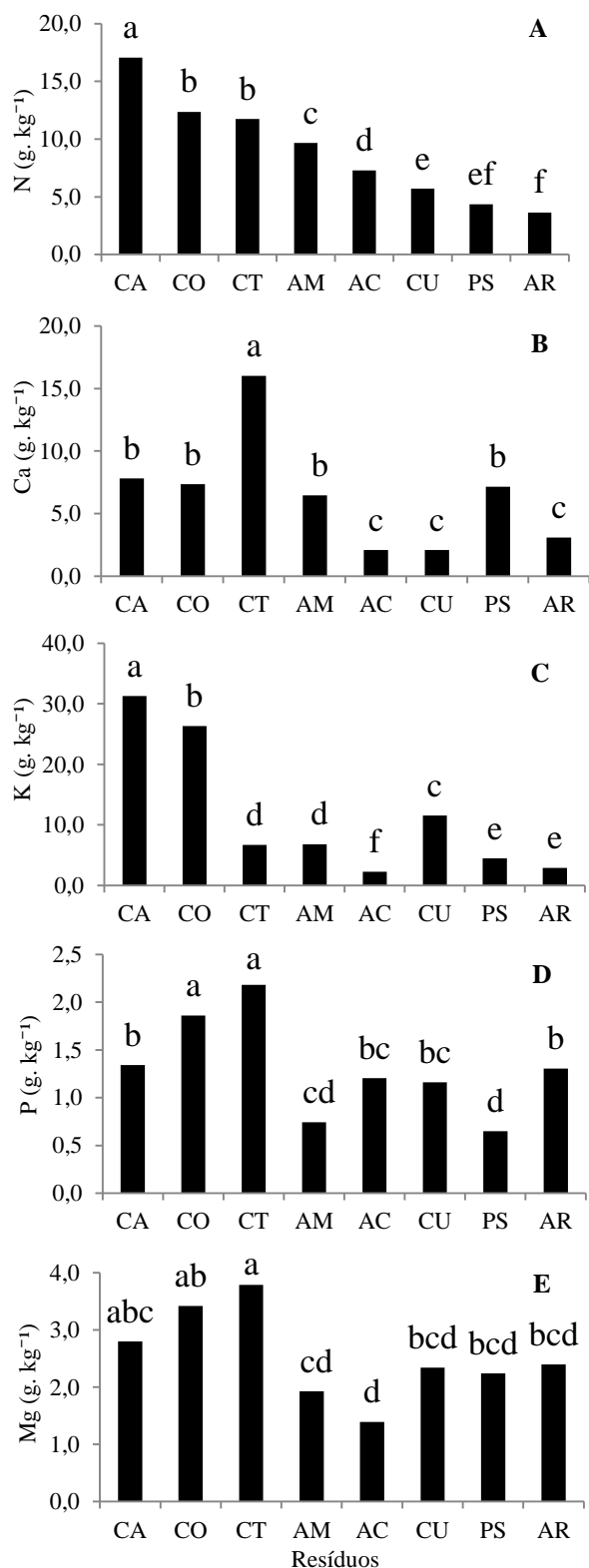


Figura 1. Concentração (g.kg⁻¹) total de nitrogênio (A); cálcio (B); potássio (C); fósforo (D); magnésio (E). (CA: casca de café; CO: casca de coco; CT: casca de castanha; AM: casca de amendoim; AC: resíduo de açaí; CU: casca de cupuaçu; PS: pó de serra semidecomposto; AR: casca de arroz *in natura*). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, considerando um nível de 95% de probabilidade.

A casca de castanha e casca de coco foram os resíduos com os mais altos níveis de P (2,18 e 1,86 g.kg⁻¹, respectivamente), os quais não diferiram no Teste de Tukey (95% de probabilidade). Os valores de P variaram de 0,65 a 2,18 g.kg⁻¹. Maranhão et al. (2013) encontraram 0,052 g.kg⁻¹ de P em substrato composto por casca de castanha triturada e casca de amendoim triturada. 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.

O teor de Mg variou de 1,39 a 3,79 g.kg⁻¹. Higashikawa et al. (2010) verificaram valores de Mg na faixa de 0 a 5,3 g.kg⁻¹ para a turfa e esterco bovino, respectivamente. A concentração média de Mg encontrada nesse estudo foi superior à apresentada por Costa et al. (2013), equivalente a 0,753 g.kg⁻¹, obtida ao caracterizar o substrato Plantmax[®] HA. Esse nutriente é de fundamental importância para as plantas por ser o átomo central da molécula de clorofila (SFREDO; BORKERT, 2004). A carência de Mg é um problema pouco relatado na produção de mudas pelo fato dos sintomas serem facilmente confundidos com deficiência de N, razão pela qual é conveniente a verificação do suprimento deste nutriente na composição química do substrato (SEVERINO et al., 2006).

As concentrações de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) estão apresentadas na Figura 2. Embora os micronutrientes sejam exigidos pelas plantas em quantidades menores, são indispensáveis para a nutrição vegetal. Casca de castanha, casca de café e resíduo de açaí apresentaram as maiores concentrações de Cu (46,67, 43,16 e 40,33 mg.kg⁻¹, respectivamente). Nos demais resíduos ocorreu variação de 25,52 a 37,93 mg.kg⁻¹. Assis et al. (2011) registraram 15,96 mg.kg⁻¹ de Cu na casca de café, diferentemente de Caldeira et al. (2013) que encontraram 6,0 mg.kg⁻¹ de concentração de Cu. Particularmente, Cu, Mn e Zn estão envolvidos na fase reprodutiva do crescimento, e, conseqüentemente, na determinação da produtividade e da qualidade da planta (TAIZ; ZEIGER, 2010).

O Fe é um micronutriente importante para a planta e a sua principal função está relacionado com a ativação de enzimas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). A casca de castanha e o pó de serra semidecomposto apresentaram elevadas concentrações desse micronutriente (24.122,76 e 22.309,89 mg.kg⁻¹, respectivamente). Nos demais resíduos, os valores de Fe variaram de 177,91 (casca de cupuaçu) para 7.354,42 (casca de arroz) mg.kg⁻¹. O teor de Fe de 8.040 e 2.980 mg.kg⁻¹ em dois substratos comerciais foi registrado por Bianchi et al. (2003).

A maior concentração de Mn foi constatada na casca de castanha (556,63 mg.kg⁻¹). A média de Mn nos demais resíduos variou de 45,04 (casca de cupuaçu) para 453,83 (pó de serra) mg.kg⁻¹. Figueiró; Graciolli (2011) obtiveram concentrações de Mn que variaram de 7,8 mg.kg⁻¹ a 835,8 mg.kg⁻¹ em resíduos agrícolas utilizados no cultivo do cogumelo *Pleurotus florida*.

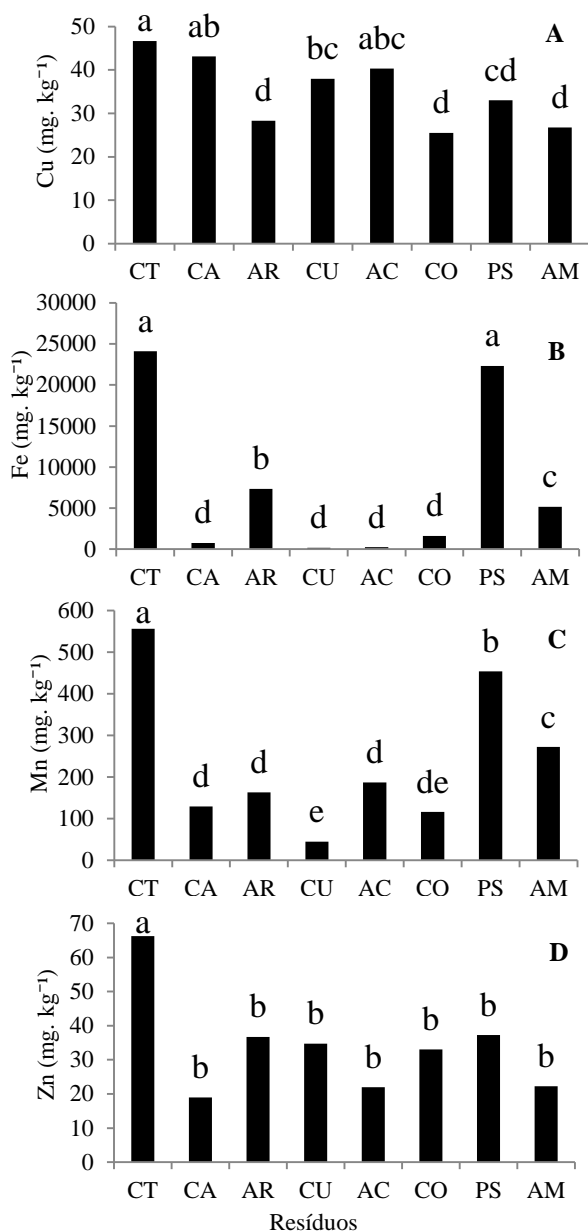


Figura 2. Concentração de micronutrientes: cobre (A); ferro (B); manganês (C); zinco (D). (CT: casca de castanha; CA: casca de café; AR: casca de arroz *in natura*; CU: casca de cupuacu; AC: resíduo de açai; CO: casca de coco; PS: pó de serra semidecomposto; AM: casca de amendoim). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, considerando um nível de 95% de probabilidade.

O teor de Zn mais elevado foi de 66,21 mg.kg⁻¹ na casca de castanha. Os demais resíduos não diferiram estatisticamente entre si, apresentando valores que variaram de 19,01 para 37,22 mg.kg⁻¹. O teor de Zn no carvão vegetal e no lodo de esgoto foram de 6,1 mg.kg⁻¹ a 1284,7 mg.kg⁻¹ respectivamente (HIGASHIKAWA et al., 2010). As concentrações de macro e micronutrientes encontradas no presente trabalho foram acima do recomendado pela literatura para substratos no cultivo de plantas (Tabela 1). Porém, os resultados obtidos se referem aos teores totais de nutrientes e não os biodisponíveis para as plantas, tornando-se aceitáveis os valores encontrados.

Tabela 1. Níveis ótimos dos teores de macro e micronutrientes de substratos para cultivo de plantas.

Nutrientes Assimiláveis	Nível ótimo
	g/kg
N - NO ³	1,0 - 1,99
	g/kg
P	0,006 - 0,01
Ca	0,15 - 0,249
Mg	> 0,2
	mg/kg
Fe	> 70
Mn	0,3 - 3
Zn	0,3 - 3
Cu	0,001 - 0,5

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2008).

Os valores de pH, densidade, capacidade de retenção de água e relação poro/sólido (relação de vazios) dos resíduos estão apresentados na Figura 3. A densidade dos materiais atingiu valores que variam de 190 a 600 kg.m⁻³. A densidade ideal para substratos deve ser maior que 250 kg.m⁻³ apresentando o limite máximo de 500 kg.m⁻³ (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). A densidade da casca de castanha (600 kg.m⁻³) foi superior ao máximo considerado ideal e a casca de amendoim (190 kg.m⁻³) apresentou densidade abaixo da recomendada.

Se apenas esta propriedade fosse levada em consideração, tais resíduos não poderiam ser utilizados como componentes individuais de substratos. No entanto, Lopes et al. (2008) registraram densidades de 160 e 200 kg.m⁻³ em dois substratos comerciais e mesmo sendo inferiores à faixa recomendada por Gonçalves; Poggiani (1996), ambos os substratos foram considerados viáveis e não afetaram o desenvolvimento de mudas. Apesar da densidade verificada na casca de castanha ter sido superior à faixa de valor considerada ideal, foi menor que as densidades de lodo de esgoto e de turfa (697,3 e 859,0 kg.m⁻³, respectivamente) registrada por Higashikawa et al. (2010) em seu trabalho de análise de propriedades físicas e químicas de resíduos orgânicos. Em relação à capacidade de retenção de água, a casca de coco exibiu o melhor resultado (4,706 g água. g substrato⁻¹). De acordo com Rosa et al. (2001), a casca de coco é um material de grande importância que apresenta alta capacidade de retenção de água, devido sua alta porosidade. Além disso, materiais como a fibra do coco podem reduzir substancialmente a necessidade de irrigações ao longo do dia, principalmente no inverno, quando a taxa de transpiração é menor.

A capacidade de retenção de água dos demais materiais variou de 1,221 a 3,794 g.g⁻¹ diferindo estatisticamente entre si. Machado Neto et al. (2005) verificaram valor de 21,802 g.g⁻¹ de retenção de água para substrato à base de musgo, 4,216 g.g⁻¹ para substrato à base de xaxim e 2,03 g.g⁻¹ para substrato à base de pinus. A relação poro/sólido ou relação de vazios (RV) variou de 1,09 (casca de castanha) a 3,08 (casca de amendoim). Este resultado difere do intervalo apresentado por Rota; Pauletti (2008), os quais encontraram valores de 2,4 a 6,1 em diferentes misturas à base de substratos comerciais.

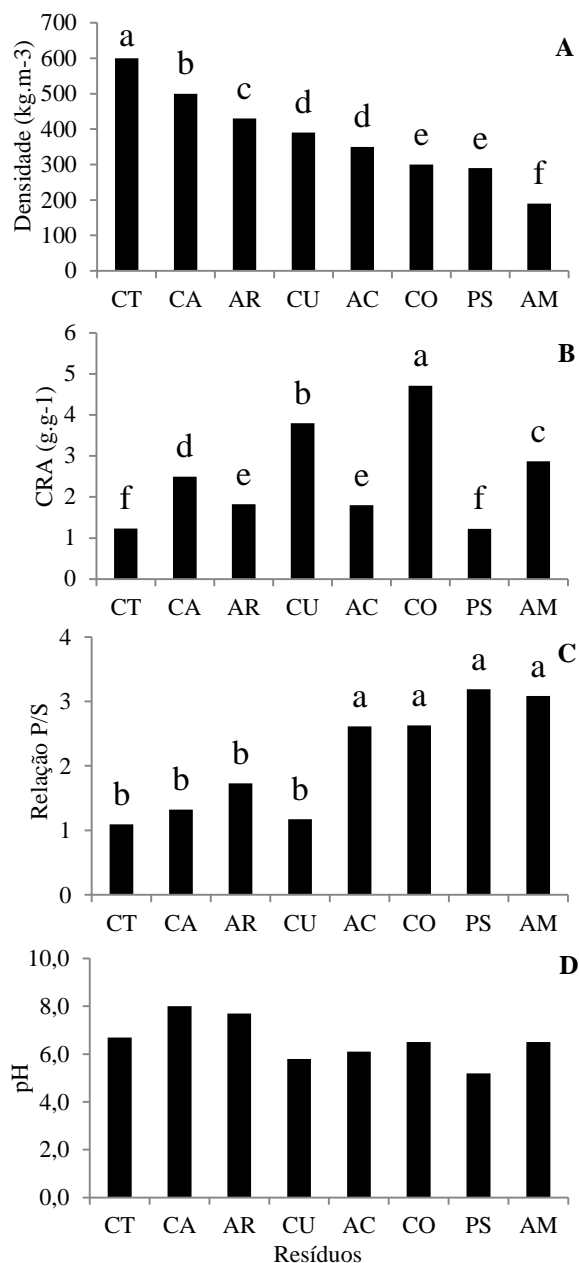


Figura 3. Densidade (A); capacidade de retenção de água (B); relação poro/sólido (C); pH (D). (CT: casca de castanha; CA: casca de café; AR: casca de arroz *in natura*; CU: casca de cupuaçu; AC: resíduo de açaí; CO: casca de coco; PS: pó de serra semidecomposto; AM: casca de amendoim). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, considerando um nível de 95% de probabilidade.

Pelo consenso geral na literatura especializada, materiais a serem utilizados como substratos devem apresentar um valor de RV superior a 3,0 (KAMPF, 2008). Considerando esse valor, apenas a casca de amendoim (3,08) e o pó de serra semidecomposto (3,19) atenderiam esse requisito. Isso indica a necessidade da combinação dos mesmos para se obter substrato com relação P/S ideal para cultivo de plantas. Kampf (2008) também afirma que esses dados servem, entre outros fins, para indicar a altura mais apropriada do recipiente onde será usado o substrato.

Quanto ao grau de acidez, essa é uma propriedade muito importante que, segundo Kampf (2000), pode influenciar tanto na disponibilidade de nutrientes quanto na biologia dos microrganismos do substrato. No presente estudo, a casca de arroz e a casca de café apresentaram caráter básico (7,7 e 8,0, respectivamente), e os demais resíduos apresentaram pH abaixo de 7,0. Esses valores foram superiores aos valores de 4,4 a 5,7, registrados por Ferraz et al. (2005), em substratos comerciais à base de turfa e vermiculita. Para as espécies florestais, recomendam-se valores de pH em água entre 5,5 e 6,5 (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Considerando este intervalo recomendado para espécies florestais, apenas a casca de cupuaçu, o resíduo de açaí, a casca de coco e a casca de amendoim atenderiam ao requisito, se utilizados isoladamente. Todavia, todos os materiais podem ser utilizados para a produção do substrato, levando-se em conta que a acidez do substrato final deve ser ajustada (Tabela 2).

Portanto, em análise geral, a casca de castanha apresentou os maiores valores na maioria das características avaliadas, exceto para o CRA, que é uma importante propriedade de um material para composição de substrato utilizado na produção de mudas. Contudo, a mistura de casca de castanha com outro material que possui alto CRA, como a casca de coco verde, por exemplo, pode tornar as condições propícias para um bom substrato. O material que apresentou as menores quantidades de nutrientes ou baixos valores das características físicas analisadas foi o pó de serra. Assim como a casca de castanha, o pó de serra possui alta relação P/S, mas apresentou baixo CRA, dificultando absorção de água pelas plantas, e baixo teor de N, P e Mn. O pó de serra se mostra bom componente em pequena quantidade em mistura com outros materiais ou como material de cobertura (WENDLING et al., 2006).

Tabela 2. Resumo dos teores máximos (▲) e mínimos (▼) de macro e micronutrientes e características físicas dos 8 resíduos agroflorestais analisados.

	Resíduos							
	AM	AR	PS	AC	CU	CA	CO	CT
Macronutrientes								
N		▼	▼			▲		
Ca		▼		▼	▼			▲
K				▼		▲		
P	▼		▼				▲	▲
Mg	▼			▼		▲	▲	▲
Micronutrientes								
Cu	▼	▼					▼	▲
Fe			▲	▼	▼	▼		▲
Mn		▼	▼			▼		▲
Zn								▲
Características Físicas								
Densidade	▼							▲
CRA			▼				▲	▼
P/S	▲		▲			▲	▲	
pH		▲	▼			▲		

AM: casca de amendoim; AR: casca de arroz; PS: pó de serra; AC: resíduo de açaí; CU: casca de cupuaçu; CA: casca de café; CO: casca de coco verde; CT: casca de castanha.

4. CONCLUSÕES

A casca de castanha apresentou os maiores valores na maioria das características avaliadas, exceto para a capacidade de retenção de água.

O resíduo que apresentou as menores quantidades de nutrientes ou baixos valores das características físicas analisadas foi o pó de serra.

Nenhum resíduo agroflorestal analisado possui composição química e física suficiente para ser utilizado como único componente para composição de substratos, indicando que sejam formuladas composições que se complementem, tanto física quanto quimicamente.

5. REFERÊNCIAS

ASSIS, A. M. et al. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.544-549, jul./set. 2011.

BEZERRA, F. C. et al. Produção de mudas de berinjela em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Fortaleza, v.27, n.2, p.1348-S 1352, abr./jun. 2009.

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.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p.31-39, jan./fev. 2013.

COSTA, L. A. M. et al. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.5, p.675-682, set./out. 2013.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.328-352.

DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.2, p.65-71, abr./jun. 2012.

FERRAZ, M. V. et al. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.209-214, abr./jun. 2005.

FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p.924-930, set./out. 2011.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 116p. (Série didática)

GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para 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, 1996.

HIGASHIKAWA, F. S. et al. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1742-1752, set./out. 2010.

KAMPF, A. N. Materiais regionais para elaboração de substratos para plantas. In: FÓRUM CATARINENSE DA FLORICULTURA, 12, 2008, Joinville, Santa Catarina. **Anais...** Joinville: IBRAFLOR, 2008.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KRATZ, D. et al. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.607-621, out./dez. 2013.

LEÃO, J. R. A. et al. Resíduos agroflorestais utilizados na germinação e desenvolvimento de mudas de angelim-doce. **Biotemas**, Florianópolis, v.26, n.1, jan./mar. 2013.

LOPES, J. L. W. et al. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p.358-367, out./dez. 2008.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. Emergência de plântulas de Supiarana (*Alchornea discolor* Poepp.) em substrato composto por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de Açaí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.6, n.1, p.85-98, jan./mar. 2011.

MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Floresta**, Curitiba, v.42, n.2, p.399-408, abr./jun. 2012.

MARANHO, A. S. et al. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, set./out. 2013.

MULA, H. C. A. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs**. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

NEGREIROS, J. R. S. et al. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, v.51, n.294, p.243-249, nov./dez. 2004.

MACHADO NETO, N. B. et al. Casca de pinus: avaliação da capacidade de retenção de água e da fitotoxicidade. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.19-24, jan./jun. 2005.

NOGUEIRA, N. W. et al. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função de diferentes substratos. **Revista Agro@ambiente On-Line**, Boa Vista, v.6, n.1, p.17-24, jan./abr. 2012.

ROSA, M. F. et al. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2001. 6p. (Comunicado Técnico N. 54)

ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F. Efeito da adição de casca de arroz em substrato comercial a base de turfa na produção de mudas de *Viola tricolor* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.3-4, p.45-48, jul./dez. 2008.

SEVERINO, L. S. et al. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para a produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 5p. (Comunicado Técnico 278)

SFREDO, G. J., BORKERT, C. M. **Deficiências e Toxicidades de Nutrientes em Plantas de soja**. Londrina: Embrapa Soja. 2004. 44p. (Documentos 231)

SILVA, C. A. Uso de Resíduos Orgânicos na Agricultura. In: SANTOS, G. A. et al. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.597-621.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, 2009, Reno, Nevada. **Anais...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

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

WENDLING, I. et al. Substratos para produção de mudas de erva-mate em tubetes plásticos. **Pesquisa Floresta Brasileira**, v.26, n.52, p.21-36, jan./jun. 2006.