



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**ÂNGELA SANTOS DE JESUS CAVALCANTE DOS ANJOS**

**SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS  
DE *Cassia grandis* L. f.**

Cruz das Almas - BA

2017

**ÂNGELA SANTOS DE JESUS CAVALCANTE DOS ANJOS**

**SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS  
DE *Cassia grandis* L. f.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Graduação de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientador: Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

Co-orientador: Flávia Melo Moreira

Cruz das Almas - BA

2017

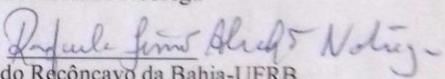
ÂNGELA SANTOS DE JESUS CAVALCANTE DOS ANJOS

SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE  
*Cassia grandis* L. f.

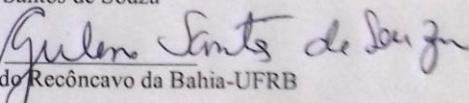
Monografia defendida e aprovada pela banca examinadora

Aprovado em 24/03/2017

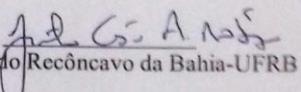
Rafaela Simão Abraão Nóbrega

Prof (a) Dr.   
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

Girlele Santos de Souza

Prof (a) Dr.   
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

Júlio César Azevedo Nóbrega

Prof (a) Dr.   
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

A Deus, que nos criou e foi criativo nesta tarefa. Seu fôlego de vida em mim, me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

A minha Família e ao meu noivo que, com muito amor, carinho, apoio e incentivo, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Dedico e Ofereço!

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, iluminando meu caminho, dando-me força e coragem durante esta longa caminhada.

Aos meus pais Aldo e Elisângela, pela total dedicação durante toda minha vida, por sempre acreditarem em me, pelo amor incondicional, apoio e incentivo sem os quais eu não chegaria até aqui.

À meu noivo Fábio, pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigado pelo amor, paciência, compreensão, incentivos, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos diversos momentos enfrentados, principalmente na realização desta monografia.

As minhas irmãs Emilin e Evelin, por todos os momentos vividos.

À toda minha família, que sempre me apoiou com muito carinho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pela oportunidade de realização do curso de Tecnologia em Agroecologia.

À professora Dr<sup>a</sup> Rafaela Nóbrega pela paciência na orientação, por ter acreditado em minha capacidade, pela dedicação, ensinamentos e incentivo fundamentais para a concretização desta monografia.

À Flávia Moreira, pela co-orientação, paciência, atenção, me ajudando com suas contribuições, auxiliando na melhor produção deste trabalho.

Aos amigos, Audrey, Caliane, Flávia e Janildes por terem me ajudado durante todo o processo de montagem e condução do experimento.

Aos os meus colegas de Curso, em especial, Lilian, Fábio, Lucinara, Jucilene, Flávia, Luciana, Gilca, Andreza, Cheila, Mariane e aos demais, pelos momentos alegres, de descontração, companheirismo, pelas brincadeiras, viagens e disposição em ajudar que fizeram com que essa caminhada fosse mais fácil.

Aos sempre amigos, pessoas tão especiais, que sempre me ajudaram e me escutaram sempre que precisei. Em especial Elizete, Janildes, Joana Letícia e Caliane pelo companheirismo, apoio, alegrias, tristezas, momentos e dores compartilhadas.

À minha prima Anilde, pela ajuda e incentivo pra cursar a graduação.

A todos os professores do curso de Tecnologia em Agroecologia pelos ensinamentos essenciais para minha formação.

À equipe de Biologia do Solo, pela ajuda e pelos momentos vividos.

Aos funcionários do Laboratório de Microbiologia, em especial Dona Val, pela sua simpatia e simplicidade. À técnica do laboratório, Lene pelo suporte nos trabalhos. À professora Ana Cristina pelo uso da casa de vegetação.

Ao Grupo Sipef e aos funcionários do Viveiro, em especial, Zé Catraca, Val e Pedro por toda a ajuda e apoio durante a montagem e condução desse experimento.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho e fizeram parte da minha formação.

Muito obrigada!

“Pensa na força que faz crescer as árvores, que faz tremer a terra, que faz girar o universo: essa mesma força está dentro de você.”

Charles Chaplin

## RESUMO

A utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos de cultivo pode ser uma alternativa viável na produção de mudas de qualidade, uma vez que diminui os custos na produção por utilizar resíduos agropecuários e agroindustriais disponíveis na região, reduz a utilização de insumos químicos, aumenta a disponibilidade de nutrientes à planta e que sejam capazes de atender aos objetivos dos plantios para implantação de áreas degradadas. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de proporções e substratos orgânicos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. f. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), no município de Cruz das Almas-BA. Em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 com oito repetições, constituídos com dois tipos de resíduos (RES - resíduo da extração de fibras de sisal; COP - composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino), combinados com amostras de solo, e homogeneizados em cinco proporções de resíduo:solo (0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 v/v), totalizando 80 unidades experimentais. Após 90 dias da semeadura, foram realizadas as seguintes avaliações: altura da planta (H), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa seca total (MST), relação entre altura e diâmetro do caule (H/D), relação altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação massa seca da parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O uso de substratos constituídos por Neossolo Quartzarênico e resíduo da extração de fibras de sisal e o composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino não promovem efeito no crescimento inicial de *Cassia grandis* L. f. As mudas de *Cassia grandis* L. f. cultivadas em substrato constituído apenas com solo apresentam maior Índice de Qualidade de Dickson.

Palavras chave: Resíduos de *Agave sisalana*, composto orgânico, Índice de Qualidade de Dickson.

## ABSTRACT

The use of organic residues in the composition of growing substrates can be a viable alternative in the production of quality seedlings, since it reduces production costs by using agricultural and agroindustrial residues available in the region, reduces the use of chemical inputs, increases the Availability of nutrients to the plant and that are capable of meeting the objectives of the plantations for the implantation of degraded areas. The objective of this study was to evaluate the effect of organic proportions and substrates on the initial growth of *Cassia grandis* L. f. The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), at the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences (CCAAB), in the municipality of Cruz das Almas-BA. In a completely randomized experimental design in a 2 x 5 factorial scheme with eight replications, consisting of two types of residues (RES - residue of sisal fiber extraction, COP - organic compost of tree pruning plus cattle manure and goat), combined with (0: 100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 v / v) for a total of 80 experimental units. After 90 days of sowing, the following evaluations were performed: plant height (H), stem diameter (DC), leaf number (NF), root length (CR), shoot dry mass Dry matter ratio (MSR), total dry mass (MST), relationship between height and stem diameter (H / D), shoot height and dry mass ratio (H / MSPA) (MSPA / MSR) and the Dickson Quality Index (IQD). The use of substrates consisting of Quartzarenic Neosol and residue of sisal fiber extraction and organic pruning compound plus bovine and goat manure do not promote effect on the initial growth of *Cassia grandis* L. f. The seedlings of *Cassia grandis* L. f. Cultivated in soil-only substrate present higher Dickson Quality Index.

Key words: Residues of *Agave sisalana*, organic compound, Dickson Quality Index.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Componentes dos substratos orgânicos de cultivo: A) Neossolo Quartzarênico; B) Composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino; C) Resíduo da extração de fibras de sisal.....22
- Figura 2** - (A) Diâmetro do Caule (DC), (B) Comprimento da raiz (CR) de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções de resíduos (□). .....27
- Figura 3** - (A) Massa seca da parte aérea (MSPA), (B) Massa seca da raiz (MSR), de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal). .....29
- Figura 4** - Massa seca total (MST) de mudas de *Cassia grandis* L. f. aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal).....29
- Figura 5** – (A) Relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR), (B) relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) de mudas de *Cassia grandis* L. f. aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções (□) e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal).....30
- Figura 6** – Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cassia grandis* L. f. aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal).....31

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Caracterização física e química dos resíduos COP (composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino) e RES (resíduo da extração de fibras de sisal), utilizados na composição de substratos orgânicos para crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. f. .... 23

**Tabela 2** – Resumo do quadro da análise de variância das características morfológicas e suas relações de mudas de *Cassia grandis* L. f. aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em substratos constituídos com diferentes proporções e tipos de resíduos orgânicos. .... 24

**Tabela 3** - Médias de número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR) e relação da massa seca da parte aérea entre a massa seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de *Cassia grandis* L.f aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes tipos de resíduos orgânicos COP (composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino) e RES (resíduo da extração de fibras de sisal). .... 26

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
3.1	POTENCIALIDADE DA ESPÉCIE ARBÓREA <i>Cassia grandis</i> .....	16
3.2	COMPONENTES ORGÂNICOS DOS SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS EM VIVEIROS .....	17
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a necessidade de recomposição, restauração e recuperação de ecossistemas degradados, ocasionados pela ação antrópica, surge à necessidade de preservação e implantação de novas áreas de florestas com mudas de espécies nativas. Para recuperação de matas ciliares e áreas degradadas, comumente, recomendam-se espécies de rápido crescimento, rústicas e fixadoras de nitrogênio (DELAMERINA et al., 2014; COSTA e DURIGAN, 2010). Nesse sentido, as espécies arbóreas nativas possuem grande importância ecológica para o reflorestamento e recomposição de áreas degradadas, protegem o solo da erosão, sequestro de carbono atmosférico, fixação de nitrogênio e ciclagem de matéria orgânica no solo (SARMENTO e VILLELA, 2010).

Dentre as espécies com grande importância no reflorestamento está a *Cassia grandis* L. f. pertencente à família Fabaceae, que é uma espécie de crescimento rápido, ocorre nas regiões tropicais e subtropicais (BEZERRA et al., 2012) e solos ácidos (FREITAS, 2013). Essa espécie é também muito usada na arborização urbana, uso medicinal e em projetos de reflorestamento para recuperação ambiental (LORENZI, 2008). Entretanto, são incipientes os estudos quanto ao substrato adequado para a produção de mudas da espécie *Cassia grandis* no Brasil, sendo a maioria relacionada a testes de germinação.

A utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos de cultivo pode ser uma alternativa viável na produção de mudas de qualidade, uma vez que diminui os custos na produção, por utilizar resíduos agropecuários e agroindustriais disponíveis na região, reduz a utilização de insumos químicos, aumenta a disponibilidade de nutrientes à planta (FERREIRA et al., 2015; TRAZZI et al., 2012; FAVALESSA, 2011), a porosidade e capacidade de retenção de água do substrato, favorecendo a germinação e desenvolvimento da planta (MOREIRA, 2016), aeração e facilidade para penetração das raízes no substrato (FERREIRA et al., 2015). Logo, o substrato para a produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de mudas de qualidade em curto período de tempo, com baixo custo (CUNHA et al., 2006) e que sejam capazes de atender aos objetivos dos plantios para implantação de áreas degradadas (KRATKA e CORREIA, 2015). No entanto, existe uma demanda por informações sobre seus benefícios durante a fase de mudas em espécies florestais.

Dentre os resíduos agropecuários e agroindustriais, na região do Recôncavo é produzido o composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino, oriundo do processo de compostagem e na região do Semiárido da Bahia é proporcionado o

resíduo da extração de fibras de sisal que é um material proveniente do processo de desfibramento das folhas, constituído de pedaços de fibras e folhas de diferentes tamanhos (LACERDA, 2006). As fibras representam somente 4% do seu peso, são usadas na fabricação de cordas, tapetes e outros, sendo a parte aquosa os 96% restantes e o bagaço considerando-os resíduos que poderiam ser utilizados como matéria prima abundante e barata (PIZARRO et al., 1999), que podem ser aproveitados na agricultura ou em áreas florestais, resultando em um destino ambientalmente correto aos resíduos gerados e contribuindo para agregar valor às atividades agrícolas da região.

O uso desses resíduos visando seu aproveitamento como componente de substratos para produção de mudas florestais já foram estudados em mudas de *Pithecellobium dulce* em esterco bovino + areia, na proporção 2:1, (GUIMARÃES et al., 2013), *Dipteryx alata* Vog em porcentagens de (10%, 20% e 30%) de esterco (COSTA et al., 2015), *Bauhinia forficata* em composto orgânico + terra de subsolo (DUARTE e NUNES, 2012), *Caesalpinia pulcherrima* L. Sw. em 20% de resíduo da extração de fibras de *Agave sisalana* (MOREIRA, 2016) e *Leucaena leucocephala* em 79% de resíduo de sisal e 21% de solo (VELOSO, 2016).

Neste contexto, o uso de resíduo oriundo da extração de fibras de sisal e composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino pode contribuir para determinar seu potencial como condicionantes ou adubo em substratos destinados ao cultivo de mudas de espécies florestais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o efeito de proporções e substratos orgânicos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. f.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a melhor proporção resíduo:solo no crescimento inicial de *Cassia grandis* L. f.
- Determinar o efeito dos tipos e proporções de resíduos orgânicos na constituição dos substratos nas características morfológicas de *Cassia grandis* L. f.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 POTENCIALIDADE DA ESPÉCIE ARBÓREA *Cassia grandis*

A *Cassia grandis* L. f. é uma espécie Angiospermae, Dicotyledonae pertencente à família Fabaceae (Leguminosa) subfamília Caesalpinoideae, vulgarmente conhecida como acácia-rosa, canafístula e cássia grande (CARVALHO, 2006). Ocorre nas regiões tropicais e subtropicais, encontrada em diversas formações florestais brasileiras, destacando-se a região amazônica, na floresta de terra firme (LORENZI, 2008), constituído por mais de 600 espécies incluindo árvores, arbustos e ervas (BEZERRA et al., 2012). É uma árvore nativa com crescimento rápido, heliófila, decídua, atingindo um porte de 15 a 20 metros de altura e 40 a 70 centímetros de diâmetro de tronco (LORENZI, 2008), considerada a maior espécie brasileira do gênero *Cassia* (CARVALHO, 2006).

*Cassia grandis* é espécie ornamental, adaptada à região centro sul do país empregada na arborização urbana de grandes avenidas (SANTOS, 2007), possuem restrições por não suportarem bem as podas, sofrendo podridões e entrando em decadência cedo, além de vagens lenhosas, que chega a pesar quase 1 kg (SANTOS et al., 2013).

Esta espécie ocorre naturalmente em solos úmidos, com drenagem boa à lenta e com textura que varia de arenosa a franca (CARVALHO, 2006). Em estudos por Freitas (2013) é uma espécies responsiva a adubação fosfatada mais não a elevação da saturação por bases. Na produção de mudas, a espécie atinge o porte adequado cerca de nove meses após a semeadura, suas raízes apresentam endomicorrizas e alta incidência de micorríza arbuscular, porém não estabelecem simbiose com bactérias nodulíferas (CARVALHO, 2006).

Com diversas potencialidades da espécie, a madeira pode ser usada na construção civil, principalmente em acabamentos internos, carpintaria, serraria, desdobro, forro, móveis rústicos, tabuado, vigas, postes, pequenas pontes, embarcações e cabo para ferramenta pesada, produção de carvão, álcool e coque, apresentando teor médio de lignina. Sua utilização convém para alimentação animal, alimentação humana em alguns países, uso apícola, artesanato, medicinal, paisagística e reflorestamento para recuperação ambiental, sendo recomendada para reposição de mata ciliar para locais com inundações periódicas de rápida duração e com período curto de encharcamento. Assim, a espécie *Cassia grandis* têm sido utilizada para a obtenção de mudas nos programas de recuperação de áreas nativas (CARVALHO, 2006; SANTOS, 2007; LORENZI, 2008).

### 3.2 COMPONENTES ORGÂNICOS DOS SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS EM VIVEIROS

Com a necessidade de recomposição de ecossistemas degradados e implantação de novas áreas de florestas nativas em todos os biomas brasileiros, a produção de mudas de espécies com boa qualidade tornou-se um dos fatores fundamentais para atender a legislação ambiental quanto à demanda por mudas, a fim de alcançar sucesso nos reflorestamentos (SABORANO, 2006).

A implantação de reflorestamentos com espécies nativas são fundamentalmente destinadas para equilibrar a perda de espécies arbóreas, e assim favorecer a regeneração vegetal, minimizando os processos de degradação como erosão, assoreamento e empobrecimento do solo (CALDEIRA et al., 2013a). Muitas são as técnicas descritas na literatura para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, o plantio de mudas é uma das mais utilizadas, apresentando melhores resultados, com menor tempo e maior garantia de sucesso no reflorestamento (SANTOS e QUEIROZ, 2011).

O desenvolvimento de tecnologias para a produção de mudas nativas envolve a identificação botânica das espécies, escolha dos métodos de colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes, determinação dos mecanismos de dormência e germinação de sementes, escolha de recipiente mais adequado, assim como a confecção de substratos adequados que atendam as necessidades da espécie a fim de potencializar o crescimento das mudas com qualidade morfofisiológica. Com isso se pretende alcançar a redução do tempo de permanência das mudas no viveiro e melhorar sua sobrevivência no campo (CUNHA et al., 2005; JOSÉ et al., 2005; CALDEIRA et al., 2008).

Para o sucesso na formação das mudas produzidas em viveiro, destaca-se o substrato, que deve conter níveis adequados de nutrientes, disponibilidade de água e oxigênio (NAVROSKI et al., 2015), ser livre de patógenos e capaz de sustentar o crescimento das mudas com qualidade para que estas sejam resistentes às condições adversas no campo (DUTRA, 2010).

Os substratos para a produção de mudas podem ser constituídos por um único material ou pela combinação de diferentes componentes, podendo ser preparados no viveiro ou comprados prontos (BOENE et al., 2013). São compostos de uma parte sólida, gasosa e líquida (BOTELHO, 2011). O substrato ideal vai depender da característica e da necessidade de cada espécie (DUARTE e NUNES, 2012), da facilidade de aquisição e de transporte, disponibilidade de nutrientes (ALMEIDA et al., 2012), hídrica e de oxigênio (PAULUS et al.,

2011), baixa salinidade (KRATZ et al., 2013), textura e estrutura (SILVA et al., 2012; LIMA et al., 2006) e pH adequado (KUSDRA et al., 2008). Essas propriedades químicas e físicas do substrato são variáveis em função de sua origem, a partir do método de produção ou obtenção e proporções de seus componentes.

Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados para a composição de substratos, sendo necessárias determinações mais apropriadas para cada espécie (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Estes materiais podem ter diversas origens, animal (esterco, húmus, etc.), vegetal (tortas, bagaços, xaxim, serragem, etc.), mineral (vermiculita, perlita, areia, etc.) e artificial (espuma fenólica, isopor, etc.) (BEZERRA e BEZERRA, 2000).

A geração de resíduos agrícola e urbano é um dos fatores que mais contribuem para degradação do meio ambiente, com a poluição das reservas hídricas, ar e solo. No entanto, diversos trabalhos com uma série de materiais renováveis ou resíduos agroindustriais e humanos têm sido realizados com o objetivo de reaproveitar esses resíduos como componentes em formulações de diferentes substratos de cultivo para produção de mudas de espécies florestais nativas.

Resíduos à base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada podem ser adequados em relação aos substratos à base de biossólido para produzir mudas (KRATZ et al., 2013). Boene et al. (2013) concluíram que, os componentes renováveis, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e substrato comercial à base de casca de pinus, apresentaram-se viáveis para a produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*, destacando-se os substratos comercial à base de casca de pinus puro ou misturado com baixas proporções de casca de arroz carbonizada ou fibra de coco tendo as características, a densidade aparente, o pH e as concentrações de cálcio e fósforo do substrato apresentadas correlações com as variáveis biométricas das mudas.

Caldeira et al. (2013a) verificaram que os substratos formulados com 60% lodo de esgoto + 20% casca de arroz carbonizada + 20% palha de café *in natura* propiciaram os melhores resultados das características morfológicas avaliadas na produção de *Chamaecrista desvauxii*. Caldeira et al. (2013b), para a produção de mudas, constataram que o substrato composto por 20% de lodo de esgoto e 80% de vermiculita proporcionou maior crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes. Delarmelina et al. (2014) concluíram que o lodo de esgoto e vermiculita em sua composição, 60% lodo de esgoto + 40% vermiculita, proporcionaram os melhores crescimentos em altura e diâmetro do coleto, e aumentam a produção de massa seca total em mudas de *Sesbania virgata*.

Oliveira et al. (2014) observaram que o rejeito de indústria de caulim é potencialmente promissor na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), com melhor desenvolvimento da planta na mistura 40% de terra e 60% de caulim. Ferreira et al. (2015) estudando o uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau pereira (*P. regnellii*), concluiu que a compostagem da casca de bananas mostrou-se eficiente para produção de mudas, podendo ser utilizada como uma alternativa viável para a utilização e aproveitamento de resíduos da indústria processadora de bananas, bem como para a composição de substratos na produção de mudas de espécies florestais.

Leal et al. (2016) afirmaram que substratos compostos de areia + pó de madeira (1:1) e areia + fibra de coco (1:3) proporcionou melhores resultados em emergência, massa seca da parte aérea, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento da raiz de mudas de *Cassia grandis*, podendo ser utilizados para a produção de mudas de qualidade da espécie. Duarte (2016) indicou para a produção de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis* L.f), a mistura de 50% de fibra da casca de coco e 50% do substrato comercial, utilizando tubetes de 180 cm<sup>3</sup> de capacidade.

Nóbrega et al. (2007) afirmam que as proporções de 63% para o Neossolo Quartzarênico ou de Latossolo Vermelho-Amarelo e 37% de biossólido constituem-se as mais adequadas para o preparo do substrato à produção das mudas de *Schinus terebynthifolius* Raddi. Nóbrega et al. (2008) estudando o efeito do composto de lixo urbano nos parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivado em substratos compostos por Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo, verificaram que os efeitos dos substratos nos parâmetros morfológicos das mudas variaram de acordo com as proporções do substrato. Segundo Abreu et al. (2017), os resíduos sólidos urbanos misturados com 20% de fibra de coco apresentaram alto potencial e podem ser recomendados para a composição de substratos na produção de mudas de *Lafoensia pacari*.

Kratka e Correia (2015) relataram elevado crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em substratos preparados com esterco bovino. Freire et al. (2015) avaliando o crescimento de mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook) em diferentes substratos, para melhor qualidade da muda recomendaram o uso de substrato contendo solo + esterco bovino. Em mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenae recomenda-se o uso de esterco de caprino, pois apresenta maior eficiência no desenvolvimento das mudas (Ó et al., 2015).

Uma forma para aproveitar os resíduos agrícolas de origem vegetal e animal é transformando-os em compostos, utilizando a compostagem que é uma prática simples e de baixo custo. A compostagem é um processo biológico de decomposição aeróbia controlada, por meio da ação de microrganismos, e de estabilização da MO crua em condições que permitem o desenvolvimento de processos termofílicos, resultantes de uma produção calorífica de origem biológica (COTTA et al., 2015). Sendo bem conduzida, gera compostos orgânicos que quando adicionado ao solo melhoram as características químicas, físicas e biológicas e conseqüentemente, o composto serve para enriquecer solos, permitindo uma boa fertilidade e diminuindo o uso de insumos químicos, reduzindo assim os custos de produção agrícola (CARMO e SAMPAIO, 2009).

O composto orgânico é preparado pela mistura e empilha de restos vegetais e animais, conduzidos a um processo de decomposição microbiana e ao estado parcial ou total de humificação, em geral, são ricos em substâncias nitrogenadas e em carbono, ou seja, com boa relação (C/N) (FAVALESSA, 2011). De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996 apud DUTRA, 2010), os materiais orgânicos usados nos substratos para produção de mudas devem estar decompostos com a relação C/N próxima a 12/1, pois relações superiores podem promover a imobilização de nutrientes, principalmente o nitrogênio. Logo, o composto orgânico é o resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos transformados em produto mais estável e utilizado como fertilizante (FAVALESSA, 2011).

Segundo Trazzi et al. (2013), os esterco de origem animal usados como substratos, desde que estabilizado biologicamente e formulados com produtos de boa qualidade podem contribuir para a redução dos custos de produção de mudas florestais. De acordo com Caldeira et al. (2008), a matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, pois aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Os autores, concluíram que a utilização de 50% de terra de subsolo + 30% de esterco + 20% de casca de arroz carbonizada proporcionou maior crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* Radd.

*Agave sisalana*, conhecida como sisal, pertence à família Agavaceae, gênero *Agave* e espécie *sisalana*, é uma planta tropical originária do México, produz uma fibra dura extraída das folhas, no Brasil é bem adaptada ao clima predominante do Nordeste (LACERDA et al., 2006). O Brasil com aproximadamente 70% do sisal manufaturado é um dos maiores produtores e exportadores mundial destas fibras, que é beneficiada, industrializada e confeccionada em artesanato (MARTIN et al., 2009). O cultivo do sisal é encontrado em áreas de pequenos produtores, com predomínio do trabalho familiar, constituindo como fonte de

renda e emprego, importante agente de fixação do homem à região semiárida nordestina (MARTIN et al., 2009). O resíduo da extração de fibras do sisal foi testado e responsivo como formulação de substratos em espécies arbóreas por Moreira (2016) na germinação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* L. Sw., *Cassia grandis* L. f. e no cultivo de *Caesalpinia pulcherrima* L. Sw. Veloso (2016) em cultivo de *Leucaena leucocephala*. Contudo ainda é incipiente o número de estudos utilizando o resíduo do desfibramento do sisal, sendo necessárias pesquisas que visem seu aproveitamento como componente de substratos para produção de mudas florestais.

O desenvolvimento da consciência ambiental e a busca por alternativas econômica e tecnicamente viáveis vêm tornando o reaproveitamento de resíduos e o uso de compostos orgânicos alvo de pesquisas, para incorporação desses insumos na composição dos substratos (DUTRA et al., 2013). Dessa forma, é necessário testar substratos de fácil aquisição e alternativos para reduzir os custos da produção de mudas, sendo os mesmos abundantes na região onde as mudas serão produzidas, com isso contribuirá com o destino sustentável, reduz-se os resíduos ambientais e consumo de insumos externos, e o sistema de produção tornará mais acessível à agricultura familiar e a todos os produtores interessados nas atividades silviculturais.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), no município de Cruz das Almas-BA. Geograficamente situada nas coordenadas 39°06'26" latitude sul e 12°40'39" longitude oeste, a 225 m de altura.

O delineamento experimental utilizado no presente estudo foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 com oito repetições, constituídos com dois tipos de resíduos (RES - resíduo da extração de fibras de sisal; COP - composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino), combinados com amostras de solo, e homogêneos em cinco proporções de resíduo:solo (0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 v/v), totalizando 80 unidades experimentais.

O solo utilizado para compor o substrato para a avaliação do crescimento inicial de mudas de *C. grandis* foi o Neossolo Quartzarênico (Figura 1A), obtido em camada sub-

superficial (<40 cm de profundidade), coletado no município de Entre Rios - BA, com vegetação predominante de gramíneas. As caracterizações químicas do solo foram realizado no laboratório de Ciência do Solo da Universidade de São Paulo – ESALQ e estão descritas com: pH (H<sub>2</sub>O): 5,5; pH (CaCl<sub>2</sub>): 4,8; P: 12,1 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>: 0,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T: 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO: < 3,5 g kg<sup>-1</sup>; Areia: 922 g kg<sup>-1</sup>; Silte: 47 g kg<sup>-1</sup>; Argila: 31 g kg<sup>-1</sup>; Umidade a -10 kPa: 0,018 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>; Umidade a -33 kPa: 0,019 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> (MOREIRA, 2016).

O composto orgânico foi oriundo do processo de compostagem contendo em sua composição resíduo de poda de árvore, esterco bovino e caprino (Figura 1B). O resíduo de sisal foi coletado na Região Sisaleira, no município de Valente - BA. Sendo oriundo do processo industrial de extração de fibras de sisal (Figura 1C). A caracterização química dos resíduos foi realizada no laboratório de Ciência do Solo da Universidade de São Paulo – ESALQ e foram extraídos de Moreira (2016) conforme apresentado na Tabela 1. Quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente, a NBR 10.004 – Resíduos Sólidos de 2004, da ABNT, os resíduos utilizados, COP e RES, são classificados como Resíduos classe II A – Não inerte (MOREIRA, 2016).

Posteriormente, os solos e os resíduos foram dispostos à secagem feita ao ar. Em seguida foram tamisados em peneira com malha de 4 mm, homogêneos de acordo com as proporções e distribuídos em sacos de polietileno com dimensões de 0,12 x 0,23 m e capacidade para 1,2 dm<sup>3</sup>.



**Figura 1** – Componentes dos substratos orgânicos de cultivo: A) Neossolo Quartzarênico; B) Composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino; C) Resíduo da extração de fibras de sisal.

As sementes de *C. grandis* foram coletadas de árvores matrizes presentes na UFRB em que realizou-se a seleção de sementes manualmente. A semeadura foi direta, sendo dispostas 3 sementes por saco a 2 cm de profundidade. O desbaste das plantas foi realizado após 30 dias da semeadura, deixando uma planta por saco. As regas e observações eram realizadas diariamente, com remoção manual de plantas espontâneas quando necessário.

**Tabela 1** - Caracterização física e química dos resíduos COP (composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino) e RES (resíduo da extração de fibras de sisal), utilizados na composição de substratos orgânicos para crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. f.

Atributo químico	COP		RES	
	Seca	Úmida	Seca	Úmida
pH (H <sub>2</sub> O) <sup>1</sup>	-	7,0	-	9,6
pH (CaCl <sub>2</sub> 0,01 M)	-	6,4	-	8,7
Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	-	1,00	-	0,20
Umidade a 60 - 65°C (%)	-	12,03	-	41,53
Umidade a 110°C (%)	-	0,69	-	3,53
Matéria Orgânica (Combustão) (%)	12,10	10,64	54,23	31,71
Carbono Orgânico (%)	5,99	5,27	28,34	16,57
Resíduo Mineral Total (R.M.T.) (%)	87,12	76,64	39,75	23,24
Resíduo Mineral (R.M.) (%)	6,55	5,76	34,67	20,27
Resíduo Mineral Insolúvel (R.M.I.) (%)	80,57	70,88	5,08	2,97
Nitrogênio Total (NT) (%)	0,70	0,62	2,51	1,47
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) total (%)	0,23	0,20	3,51	2,05
Potássio (K <sub>2</sub> O) total (%)	0,25	0,22	1,27	0,74
Cálcio (Ca) total (%)	0,57	0,50	8,50	4,97
Magnésio (Mg) total	0,13	0,11	1,68	0,98
Enxofre (S) total (%)	0,02	0,02	0,19	0,11
Relação C/N	-	9	-	11
Cobre (Cu) (mg kg <sup>-1</sup> )	15	13	92	54
Manganês (Mn) (mg kg <sup>-1</sup> )	127	112	137	80
Zinco (Zn) (mg kg <sup>-1</sup> )	35	31	109	64
Boro (B) (mg kg <sup>-1</sup> )	234 <sup>1</sup>	206	17	10
Sódio (Na) (mg kg <sup>-1</sup> )	824 <sup>1</sup>	725	414	242

Os valores de pH<sub>(CaCl<sub>2</sub>)</sub> foram estimados pela equação de Novais et al. (2007) apud Souza et al. (1989): pH<sub>(CaCl<sub>2</sub>)</sub> = 0,12+0,89 pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>. Fonte (MOREIRA, 2016).

Aos 90 dias após a semeadura, as mudas foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros: altura da planta (H), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e comprimento da raiz (CR). A altura da planta foi medida com o uso de uma régua graduada em centímetros (cm), medindo-se as mudas da superfície do substrato até a gema apical, o diâmetro do caule foi medido com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,05 mm, o comprimento da raiz foi medido com o uso de uma régua graduada em centímetros (cm), medindo-se do colo à maior extremidade do sistema radicular.

Posteriormente, as plantas foram lavadas e segmentadas em parte aérea e radicular, secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas e mensuradas quanto à massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR) e suas relações massa seca total

(MST), relação entre altura e diâmetro do caule (H/D), altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA), massa seca da parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A MST foi obtida pela soma da MSPA e da MSR. As relações H/D, H/MSPA e MSPA/MSR foram obtidas por divisão entre as variáveis e o Índice de Qualidade de Dickson, através da seguinte equação abaixo (DICKSON et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST(g)}{[H(cm)/DC(mm) + MSR(g)/MSPA(g)]}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey e em seguida, à análise de regressão para as variáveis estudadas, em função das proporções de resíduos orgânicos nos substratos de cultivo, empregando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tipos de resíduos e suas proporções influenciaram significativamente as variáveis morfológicas DC, CR, NF, MSPA, MSR e suas relações MST, H/MSPA, MSPA/R e IQD das mudas de *Cassia grandis* L. f. (Tabela 2).

**Tabela 2** – Resumo do quadro da análise de variância das características morfológicas e suas relações de mudas de *Cassia grandis* L. f. aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em substratos constituídos com diferentes proporções e tipos de resíduos orgânicos.

FV <sup>1</sup>	GL <sup>2</sup>	Quadrado Médio									
		H <sup>3</sup>	DC <sup>4</sup>	NF <sup>5</sup>	CR <sup>6</sup>	MSPA <sup>7</sup>	MSR <sup>8</sup>	MST <sup>9</sup>	MSPA/R <sup>10</sup>	H/MSPA <sup>11</sup>	IQD <sup>12</sup>
Resíduo(R)	1	17,20 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>**</sup>	115,68 <sup>*</sup>	0,19 <sup>**</sup>	0,25 <sup>**</sup>	0,42 <sup>**</sup>	0,49 <sup>**</sup>	17,67 <sup>**</sup>	0,06 <sup>**</sup>
Proporção(P)	4	5,19 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>*</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	723,78 <sup>**</sup>	0,19 <sup>**</sup>	0,24 <sup>**</sup>	0,41 <sup>**</sup>	0,33 <sup>**</sup>	15,65 <sup>**</sup>	0,07 <sup>**</sup>
R x P	4	8,32 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	44,38 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>*</sup>	0,05 <sup>**</sup>	0,10 <sup>**</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>**</sup>	0,01 <sup>*</sup>
CV (%)		16,52	20,52	22,87	22,04	18,45	20,05	17,94	16,55	21,15	21,83

<sup>1</sup>F.V.: Fontes de Variação; <sup>2</sup>G.L.: Grau de Liberdade; <sup>3</sup> Altura; <sup>4</sup> Diâmetro do caule; <sup>5</sup> número de folhas; <sup>6</sup> comprimento da raiz; <sup>7</sup> massa seca da parte aérea; <sup>8</sup> massa seca de raiz; <sup>9</sup> massa seca total; <sup>10</sup> relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz; <sup>11</sup> relação entre altura e massa seca de parte aérea; <sup>12</sup> índice de qualidade de Dickson; <sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>\*</sup>Significativo (p<0,05); <sup>\*\*</sup>Significativo (p<0,01).

Verificou-se efeito individual ( $p < 0,05$ ) das proporções de resíduos para a variável DC (Tabela 2). Este parâmetro é um dos mais avaliados para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo (DANIEL et al., 1997). O aumento das proporções dos resíduos nos substratos de cultivo reduziu 19% o DC das mudas em relação ao substrato constituído apenas de solo (0:100 v/v), com média de 2,51 mm planta<sup>-1</sup> (Figura 2A). Segundo Scremin-Dias et al. (2006), o DC adequado e indicado para a produção de mudas de espécies florestais nativas de qualidade está entre 5 e 10 mm. No presente estudo não verificou-se valores médios de DC dentre os estabelecidos por Scremin-Dias et al. (2006), contudo deve-se considerar que as mudas foram avaliadas aos 90 dias.

Redução do DC com adição de resíduos orgânicos nos substratos de cultivo já foram reportados para as espécies florestais *Eugenia dysenterica* (2,28 mm planta<sup>-1</sup>), *Hancornia speciosa* Gomes (3,23 mm planta<sup>-1</sup>), *Dipteryx alata* Vog. (8,37 mm planta<sup>-1</sup>) em substratos composto apenas com solo, aos 180 dias após a semeadura, sob condições controladas (PAIVA SOBRINHO et al., 2010). Para a espécie *Hymenaea stigonocarpa* cultivada em substratos orgânicos constituídos de bagana de carnaúba e esterco bovino o DC também não foi influenciado pelas maiores proporções destes nos substratos de cultivo, sendo a menor proporção constituída apenas por solo (LUSTOSA FILHO et al., 2015). Em mudas de *Eremanthus erythropappus* aos 145 dias após a semeadura, sob condições controladas com a utilização de esterco bovino no substrato de cultivo, verificou-se a influência negativa da utilização de maiores proporções deste constituinte (MELO et al., 2014).

No presente estudo a falta de resposta pode ser atribuída às características químicas dos resíduos orgânicos utilizados para compor os substratos de cultivo, por apresentar alto teor de Na, (Tabela 1), causando salinização nos substratos de cultivo, reduzindo então a fertilidade do substrato de cultivo, levando a planta a um desenvolvimento abaixo do considerado normal. De acordo com Schossler et al. (2012) a salinização leva ao desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions, uma vez que afeta a planta na absorção dos nutrientes. O excesso de sais de Na, além de trazer perdas às propriedades físicas e químicas do solo, provoca à redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas com sérios danos (CAVALCANTE et al., 2010) e reduz a sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção (SCHOSSLER et al., 2012).

Trazzi et al. (2012) estudando os atributos físicos e químicos de esterco de origem animal, verificaram aumento na salinidade dos substratos, a medida que aumentou a quantidade dos esterco obteve-se aumento dos teores de Na. Tazzi et al. (2013), estudando

substratos orgânico na produção de mudas de *Tectona grandis* L. f. sob condições controladas, após 90 dias de semeadura, constataram que os tratamentos constituídos com adição de proporção do esterco de codorna apresentam menores médias do DC, estando este material apresentado alto teor de Na. No entanto, no presente estudo observou-se efeito semelhante aos de Tazzi et al. (2012; 2013).

Outro fato que pode ser reportado para tal comportamento, é que os teores de nutrientes contidos no substrato constituído apenas com solo pode atender às exigências nutricionais da espécie *C. grandis* na fase inicial de crescimento. Deve-se considerar também que o pH obtido nos resíduos variou de 7,0 para o COP e 9,6 para o RES. Como o pH da terra de subsolo utilizada pode ser considerada baixo a adição dos resíduos contribuíram para variação do pH dos substratos formados. No entanto, as maiores proporções de resíduos nos substratos pode ter contribuído para a redução das variáveis de crescimento em função das deficiências nutricionais ocasionadas por valores mais altos de pH. Substratos com pH abaixo de 5,0 podem provocar deficiências de macronutrientes, enquanto que em pH acima de 6,5 são esperados deficiências de P, Fe, Mn, Zn e Cu (MEURER, 2007; WENDLING et al., 2006).

Efeito individual ( $p < 0,05$ ) dos tipos de resíduos foi verificado para a variável NF (Tabela 2). As mudas de *C. grandis* cultivadas com COP proporcionam mais NF (4,7 folhas planta<sup>-1</sup>) em relação às cultivadas com o RES (4,0 folhas planta<sup>-1</sup>) (Tabela 3).

**Tabela 3** - Médias de número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR) e relação da massa seca da parte aérea entre a massa seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de *Cassia grandis* L.f aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes tipos de resíduos orgânicos COP (composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino) e RES (resíduo da extração de fibras de sisal).

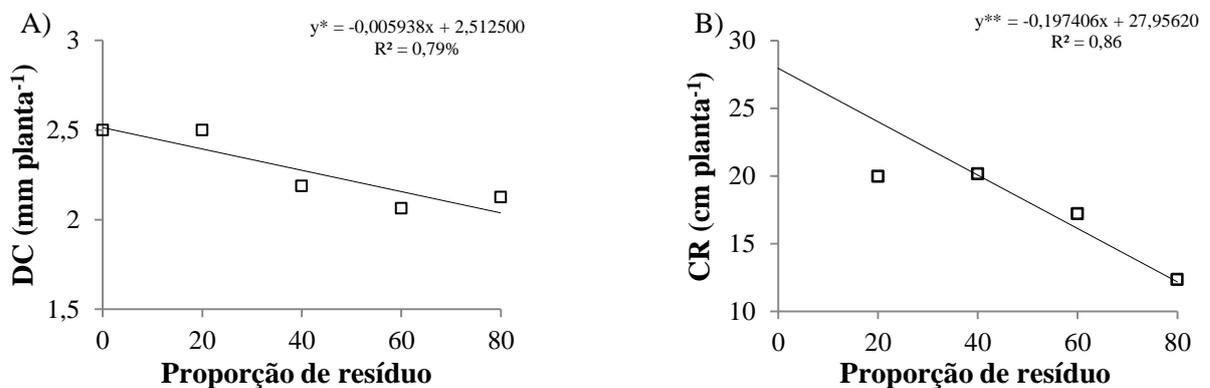
Resíduo	Quadrado médio		
	NF	CR	MSPA/MSR
COP	4,7 a	21,3 a	1,28 b
RES	4,0 b	18,9 b	1,44 a
CV (%)	22,87	22,04	16,55

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey.

O uso de substratos quando formulados com esterco bovino resultam em respostas positivas no NF de espécies florestais, conforme reportado em mudas de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (GUIMARÃES et al., 2013), *Dipteryx alata* Vog. (COSTA et al., 2015), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (KRATKA e CORREIA, 2015), *Schizolobium parahyba*

(MOREIRA et al., 2015), *Tabebuia aurea* (PINTO et al., 2016; BOTELHO, 2011) e *Caesalpinia pulcherrima* (MOREIRA, 2016). Em relação ao uso de resíduo da extração de fibras de sisal, efeito negativo deste foram constatado para as mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (LACERDA et al., 2006) e *Caesalpinia pulcherrima* (MOREIRA, 2016), aos 90 dias após semeadura, sob condições controladas.

Houve efeito individual para os tipos ( $p < 0,05$ ) e para as proporções de resíduos ( $p < 0,01$ ) para a variável comprimento da raiz (CR) (Tabela 2). Entre os tipos de resíduos destacou-se o COP com 21,3 cm planta<sup>-1</sup> quando comparados ao RES com 18,9 cm planta<sup>-1</sup> (Tabela 3). As maiores médias de CR, obtidas nas plantas cultivadas com COP, podem ser atribuídas pelas características físicas e químicas dos resíduos orgânicos (Tabela 1).



**Figura 2** - (A) Diâmetro do Caule (DC), (B) Comprimento da raiz (CR) de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções de resíduos (□).

Embora o RES apresente maior disponibilidade dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), baixa densidade e maior capacidade de retenção da umidade para o crescimento e desenvolvimento da planta, este resíduo apresenta pH alto (Tabela 1). Um pH muito elevado ou elevada alcalinidade diminui demasiadamente a disponibilidade de nutrientes (STURION e ANTUNES, 2000). Altos teores de sais solúveis pode também provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante das condições inerentes do próprio substrato ou do excesso de adubação (BACKES e KÄMPF, 1991). Este fato pode ser explicado em que a adição do RES no substrato de cultivo contribui para a elevação do pH, e conseqüentemente, diminui a disponibilidade da espécie em suprir suas necessidades de determinados nutrientes. Deve-se considerar que um dos fatores que possibilitou maior incremento do CR em COP foi o fornecimento do micronutriente boro (B) (Tabela 1). No entanto, as concentrações ou atividades das formas iônicas deste elemento na solução do solo, que são usadas pelas plantas,

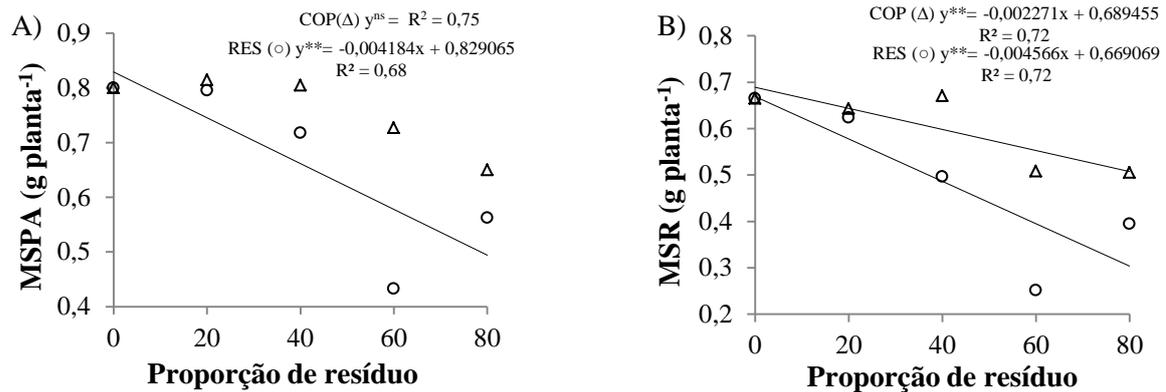
são bastante dependentes do pH, e sua disponibilidade é maior em pH menor que 6,0 (RUARA et al., 2009). Com base nesses fundamentos, o COP apresenta valor próximo ao considerado adequado (Tabela 1), o que permitiu melhor absorção desse micronutriente. De acordo com Cunha et al. (2010), a ação do B estimula a atividade meristemática das células e causa o alongamento e a diferenciação das raízes.

Em estudos realizados com mudas de *Schinus terebinthifolius*, Caldeira et al. (2008), verificaram maior incremento no CR em substratos compostos por 100% de composto orgânico tendo em sua composição (50% de terra de subsolo + 30% de esterco bovino + 20% de casca de arroz carbonizada). Em mudas de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, Guimarães et al. (2012), observaram incremento no CR (39,7 cm) em substratos contendo em sua composição solo + esterco (2:1 v/v). Maior incremento de raiz verificou-se em mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenae, quando cultivadas em substrato contendo esterco caprino (Ó et al., 2015).

As mudas de *C. grandis* quando cultivadas em substratos compostos apenas por solo apresentaram maior CR (28,0 cm planta<sup>-1</sup>), apresentando 56% maior incremento de raiz ao comparar com as cultivadas em substratos com maior proporção de resíduo (12,2 cm planta<sup>-1</sup>) (Figura 2B). Este fato corrobora ao trabalho de Moreira (2016), que relata efeito no CR em mudas de *Caesalpinia pulcherrima* cultivadas em substratos compostos apenas com o solo, aos 90 dias após a semeadura, sob condições controladas. O mesmo autor observou que o Neossolo Quartzarênico apresenta baixo teor de P disponível, sugerindo a busca da raiz pelo nutriente pouco móvel e proporcionando maior CR.

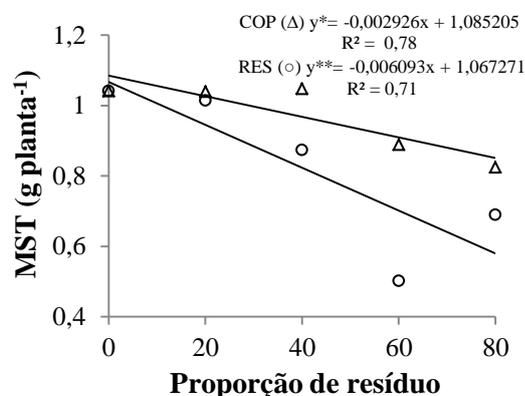
Em relação à massa seca das mudas, verificou-se interação entre os tipos de resíduos e suas proporções ( $p < 0,05$ ) para massa seca da parte aérea (MSPA), ( $p < 0,01$ ) para massa seca da raiz (MSR) e ( $p < 0,01$ ) em massa seca total (MST) (Tabela 2). Mudas cultivadas em substrato constituído por apenas solo apresentaram maior MSPA 0,84 g planta<sup>-1</sup> (Figura 3A), 0,69 g planta<sup>-1</sup> de MSR (Figura 3B) e 1,1 g planta<sup>-1</sup> de MST (Figura 4). A adição dos resíduos COP e RES resultou em decréscimo linear da produção de massa seca das mudas (Figura 3A, 3B, 4).

Esses resultados estão de acordo com os de Moreira (2016), com adição de COP e Lacerda et al. (2006), com adição do RES ao substrato de cultivo, que promoveu decréscimo da MSPA em mudas de *Caesalpinia pulcherrima* e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth respectivamente, aos 90 dias após semeadura, sob condições controladas.



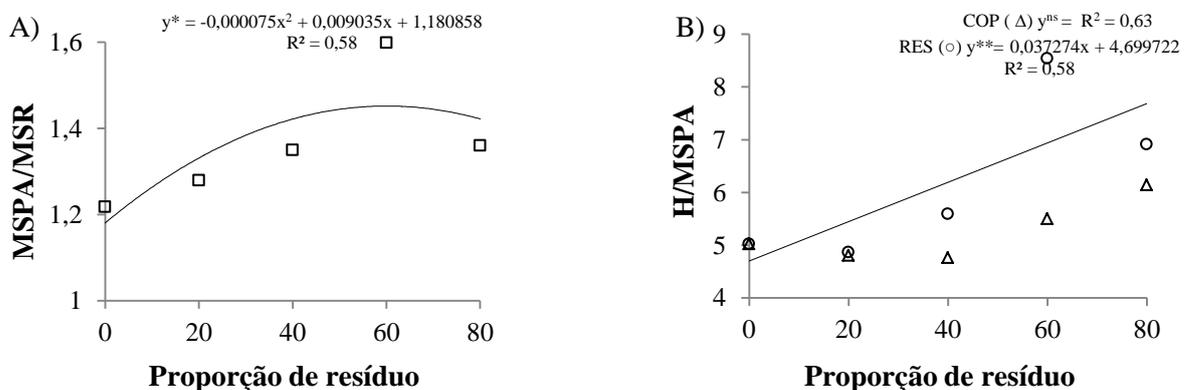
**Figura 3** - (A) Massa seca da parte aérea (MSPA), (B) Massa seca da raiz (MSR), de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP ( $\Delta$ ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES ( $\circ$ ) – Resíduo da extração de fibras de sisal).

Em mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.), houve um decréscimo na MSR quando aumentou as proporções de composto de lixo, após 120 dias de semeadura, sob condições controladas (NÓBREGA et al., 2008). Paiva Sobrinho et al. (2010) observaram que mudas de *Eugenia dysenterica* DC, *Hancornia speciosa* Gomes, *Dipteryx alata* Vog. apresentaram maiores concentrações de massa seca em substratos compostos apenas com solo, aos 180 dias após a semeadura, sob condições controladas. Krakta e Correia (2015) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão verificaram que o aumento de doses de esterco bovino e de composto diminuíram as massas seca das mudas aos 120 dias após semeadura, sob condições controladas. Arthur et al. (2007) estudando efeito em mudas de *Calophyllum brasiliense* e Lustosa Filho et al. (2015) em mudas de *Hymenaea stigonocarpa* encontraram uma redução dessas variáveis com um aumento na proporção de esterco.



**Figura 4** - Massa seca total (MST) de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP ( $\Delta$ ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES ( $\circ$ ) – Resíduo da extração de fibras de sisal).

Verificou-se efeito individual ( $p < 0,01$ ) entre os tipos de resíduos e proporções para a relação MSPA/MSR (Tabela 2). Destaca-se o RES com maior média ( $1,44 \text{ g planta}^{-1}$ ) já o COP obteve média ( $1,28 \text{ g planta}^{-1}$ ) (Tabela 3). Moreira (2016) observou melhor índice em mudas de *Caesalpinia pulcherrima* cultivadas com RES. As mudas de *C. grandis* quando cultivadas com adição de resíduo ao substrato apresentam 32,61% maior MSPA/MSR, com comportamento quadrático, obtendo uma relação máxima estimada de 1,31 ( $\text{g planta}^{-1}$ ) (Figura 5A). Segundo Caldeira et al. (2013a) e Gomes et al. (2013), valores muito alto para esse parâmetro pode ser prejudicial à muda, devido à tendência de desequilíbrio no crescimento e consequente, tombamento das mudas e possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea. Com base nessa afirmação o bom equilíbrio do crescimento entre a parte aérea e radicular definido por Caldeira et al. (2008), deve ser próximo a 2,0. No presente estudo, observou-se valores próximo ao considerado ideal por Caldeira et al. (2008), apresentando um maior crescimento do sistema radicular em relação à parte aérea em todos os substratos orgânicos avaliado. De acordo com Duarte (2016), em estudos com mudas de *C. grandis* encontrou índices próximos a 2,0 em mudas cultivadas em tubetes com 50 e 120  $\text{cm}^3$  de capacidade, após 90 dias de semeadura, sob condições controladas.

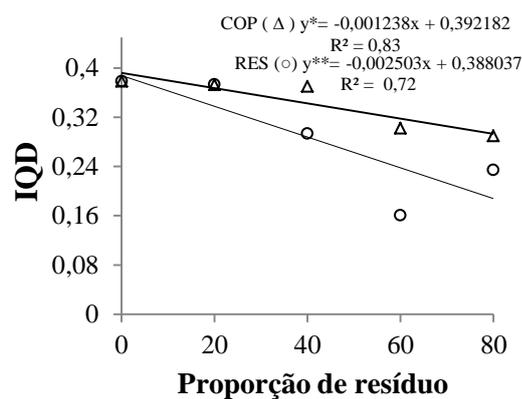


**Figura 5** – (A) relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR), relação entre altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções (□) e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal).

Houve interação ( $p < 0,01$ ) entre os tipos de resíduos e proporções para a variável H/MSPA (Tabela 2). De acordo com Gomes et al. (2002), quanto menor for esse índice mais rustificada será a muda e maior deverá ser a sua capacidade de sobrevivência no campo. Nesse sentido observou-se comportamento linear decrescente a adição de RES ao substrato

proporcionando 62,34% e com isso, maior probabilidade de sobrevivência de mudas de *C. grandis* em campo. Já nos substratos composto por COP verificou-se que não houve efeito significativo para essa variável em mudas de *C. grandis* (Figura 5B). Para as mudas *Sesbania virgata*, houve um efeito semelhante para esse índice, à medida que se adicionou palha de arroz no substrato de cultivo demonstrando assim efeito negativo deste resíduo na qualidade da muda, indicando uma desproporção entre as duas variáveis, pois o crescimento não foi acompanhado pelo ganho de massa foliar (SOUSA et al., 2015).

Diversos trabalhos com produção de mudas utiliza o IQD para recomendação de melhor proporção e formulação de substratos de cultivo e já foram reportados efeitos positivos para espécies de *Sesbania virgata* (SOUSA et al., 2015), *Leucaena leucocephala* (VELOSO, 2016), *Pithecellobium dulce* (GUIMARÃES et al., 2012), *Enterolobium contortisiliquum* (SOUSA et al., 2016), *Sesbania virgata* e *Anadenanthera peregrina* (NÓBREGA et al., 2008), *Tabebuia aurea* (PINTO et al., 2016), *Bauhinia forficata* (DUARTE e NUNES et al., 2012), *Senna alata* (L.) Roxb (FARIA et al., 2014) *Chamaecrista desvauxii*. (CALDEIRA et al., 2013a). Em relação a essa variável observou-se interação ( $p < 0,05$ ) entre os tipos de resíduos e proporções com comportamento linear decrescente (Tabela 2). Em resumo, as mudas de *C. grandis* cultivadas com adição de resíduos nos substratos não apresentaram respostas positivas ao IQD, com isso maiores índices foram encontrados em mudas cultivadas sem adição de resíduo orgânico, ou seja, nos substratos de cultivo (0:100 resíduo:solo, v/v) (Figura 6).



**Figura 6** – Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cassia grandis* L. f., aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes proporções e tipos de resíduos (COP (Δ) – Composto orgânico de poda árvore acrescido de esterco bovino e caprino; RES (○) – Resíduo da extração de fibras de sisal).

No entanto, quanto maior o IQD melhor a qualidade da muda (CALDEIRA et al., 2013a; BOTELHO, 2011). De acordo com Hunt (1990 apud DELARMELINA et al., 2014), para as mudas de espécies florestais apresentar qualidade satisfatória para plantio é recomendado que o IQD apresente média acima de 0,20. Contudo os resultados deste trabalho apontaram que *C. grandis* cultivadas sem adição de resíduos orgânicos no substrato de cultivo, permite classificá-las como as de melhor qualidade (Figura 6).

Para a espécie *C. grandis*, em condições controladas, a adição de resíduos orgânicos ao substrato não é responsiva para a produção de mudas, promovendo sua redução para a variável IQD. Contudo esse índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2013b). De acordo com Freitas (2013), a *C. grandis* cresce naturalmente em solos com condições ácidas. No entanto a classe de solo em estudo contém pH baixo (5,5 em H<sub>2</sub>O) o que favoreceu maior crescimento e desenvolvimento da espécie em questão. Portanto, uma boa relação entre os nutrientes, água e o ar, que é necessária para a formação de raízes e formação da parte aérea das mudas (PAIVA et al., 2011).

## 6 CONCLUSÕES

O uso de substratos constituídos por Neossolo Quartzarênico e resíduo da extração de fibras de sisal e o composto orgânico de poda de árvore acrescido de esterco bovino e caprino não promove efeito no crescimento inicial de *Cassia grandis* L. f.

As mudas de *Cassia grandis* L. f. cultivadas em substrato constituído apenas com solo apresentam maior Índice de Qualidade de Dickson.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. H.; MARZOLA, L. B.; MELO, L. A. D.; LELES, P. S. D. S.; ABEL, E. L.; ALONSO, J. M. Urban solid waste in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 83-87, 2017.
- ALMEIDA, L. V. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. Disponibilidade de nutrientes e crescimento de porta-enxertos de citros fertilizados com fertilizantes convencionais e de liberação lenta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 289-296, 2012.
- ARTUR, A. G.; CRUZ, M. D.; FERREIRA, M. E.; BARRETTO, V. C. D. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.
- BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.
- BEZERRA, F. C.; BEZERRA, G. S. S. Efeito do substrato na formação de mudas de meloeiro (*Cumumis melo*). **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2000.
- BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE L. A.; BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B.; FEITOSA R. C. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia grandis* L. f. (Fabaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. suplemento 1, p. 2863-2876, 2012.
- BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUSA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **FLORESTA**, v. 43, n. 3, p. 407-420, 2013.
- BOTELHO, A. V. F. **Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex S. Moore**. Dissertação (Mestrado Ciência Florestal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife PE 60p., 2011.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013a.
- CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013b.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 027-033, 2008.

CARMO, T. V. B.; SAMPAIO, R. A. Aproveitamento de resíduos alimentares do restaurante universitário na produção de adubo orgânico para uso na arborização do campus. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2982-2985, 2009.

CARVALHO, P.E.R. **Cássia-Rósea**. Circular Técnica 117, 8p., 2006.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1281-1290, 2010.

COSTA, E.; DIAS, J. G.; LOPES, K. G.; BINOTTI, F. F. D. S.; CARDOSO, E. D. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 416-425, 2015.

COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. L. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): Invasora ou ruderal?. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 825-833, 2010.

COTTA, J. A. D. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. D. S.; REZENDE, M. O. D. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia sanitária ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

CUNHA, A. C. M. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35, 2010.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp.* **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. D.; BRUNO, R. D. L. A.; SILVA, J. D.; SOUZA, V. D. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DUARTE, D. M.; NUNES, U. R. Crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 327-334, 2012.

DUARTE, M. L.  **Tubetes e substratos na produção de mudas de cássia-rosa (*Cassia grandis Lf*) e canafístula (*Cassia ferruginea (Schrad.) Schrader ex DC*)**. Dissertação (Mestrado Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA MG. 57p., 2016.

DUTRA, T. R.  **Crescimento e nutrição de mudas de copaíba em dois volumes de substratos e níveis de sombreamento**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG. 45p., 2010.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; DE OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, v. 60, n.1, p. 072-078, 2013.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 1, n. 3, p. 133-146, 2014.

FAVALESSA, M.  **Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium***. Monografia (Graduação Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 60p., 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, M. C.; COSTA, S. M. L.; PASIN, L. A. A. Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau pereira. **Nativa**, v. 3, n. 2, p. 120-124, 2015.

FREIRE, A.L.O.; RAMOS, F.R.; GOMES, A.D.V.; SANTOS, A.S.; ARRIEL, E.F. Crescimento de mudas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook) em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 03, p. 38-45, 2015.

FREITAS, E. C. S.  **Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f., *Plathyenia foliolosa* Benth. e *Dipteryx alata* Vogel em resposta à adubação fosfatada e saturação por bases do substrato**. Dissertação (Mestrado Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 53p., 2013.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. D. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123-131, 2013.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GUIMARÃES, I. P.; PEREIRA, F. E. C. B.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; SILVA, F. G. Produção de mudas de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. em diferentes substratos. **Revista Ciências Agrárias**, v. 56, n. 4, p. 331-337, 2013.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. A. Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* allemão) em diferentes substratos. **Revista. Árvore**, v. 39, n. 3, p. 551-559, 2015.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. D. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

KUSDRA, J. F.; MOREIRA, D. F.; SILVA, S. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, R. G. Uso de coprólitos de minhoca na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 492-497, 2008.

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.; RODRIGUES, J.J.V.; BARRETO, L.P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; BRITO, A. A. F. D.; FREITAS, R. M. O. D.; NOGUEIRA, N. W. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis* l. f. em função de diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 727-734, 2016.

LIMA, R. D. L. S. D.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. D. L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S. D., & BELTRÃO, N. E. D. M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 5 ed, v. 1, p. 54. 2008.

LUSTOSA FILHO, J.F.; NOBREGA, J.C.A.; NOBREGA, R.S.A.; DIAS, B.O.; AMARAL, F.H.C.; NASCIMENTO AMORIM, S.P. Influence of organic substrates on growth and nutrient contents of jatob (*Hymenaea stigonocarpa*). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 26, p. 2544-2552, 2015.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; SILVA, O. R. R. F. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 1, p. 40-46, 2009.

MELO, L. A.; ASSIS PEREIRA, G.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C.; DA SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). *Nutrição mineral de Plantas*. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p.281- 298.

MOREIRA, F. M. **Substratos orgânicos na produção de mudas arbóreas**. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. 64p., 2016.

MOREIRA, W. K. O.; ALVES, J. D. N.; LEÃO, F. D. A. D. N.; OLIVEIRA, S. S.; OKUMURA, R. S. Efeito de substratos no crescimento de mudas de guapuruvú (*Schizolobium parahyba* (vell.) s. f. blake) **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 22, p. 1067-1075, 2015.

NAVROSKI, M.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; & OLIVEIRA P. M. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M. de.; MOREIRA, F. M. de S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius/Raddi*). **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

NÓBREGA, R. S. A.; PAULA, A. M. D.; VILAS BOAS, R. C.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. D. S. Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 597-607, 2008.

NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. M.; MARTINS, C. A. S.; BERNARDES, C. O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 2012-2031, 2012.

Ó, K.D.S.; SILVA, G.H.; SANTOS, R.V. Crescimento inicial de angico em substratos com co-produtos de mineração e matéria orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 10, n. 1, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; SOUZA A. A.; GONÇALVES, G. S. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 103-107, 2014.

PAIVA, E. P.; MAIA, S. S. S.; CUNHA, C. S. M.; COELHO, M. D. F. B.; SILVA, F. N. Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 62-67, 2011.

PAIVA SOBRINHO, S.; LUZ, P. B.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v. 5, n. 2, p. 238-243, 2010.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E.; GARLET, T. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 90-97, 2011.

- PINTO, A. V. F.; ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. B.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. Ex S. Moore. **Revista Biociências**, v. 22, n. 1, p. 100-109, 2016.
- PIZARRO, A. P. B., FILHO, A. M. O, PARENTE, J. P., MELO, M. T., SANTOS, C. D., LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 1, p. 23-29, 1999.
- RUARO, L.; NETO, V. D. C. L.; JÚNIOR, P. J. R. Influência do boro, de fontes de nitrogênio e do pH do solo no controle de hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophora brassicae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, 2009.
- SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano na produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de irrigação**. Dissertação (Mestrado em agronomia Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP. 96p., 2006.
- SANTOS, H. O. **Qualidade de sementes de *Cassia grandis* L.f. provenientes da Região do Baixo São Francisco Sergipano**. Monografia (Graduação Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 70p., 2007.
- SANTOS, J. J.; QUEIROZ, S. É. E. Diversidade de espécies nativas arbóreas produzidas em viveiros. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2011.
- SANTOS, M. C.; SANTOS, S. S.; PEREIRA, R. C. Danos de *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera: Chrysomelidae:Bruchinae) em sementes de cássia-grande (*Cassia grandis* L.). **In:IV CONEFLOR – III SEEFLOR/ Vitória da Conquista - BA, 25 a 28 de Novembro de 2013.**
- SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 1, p. 2, 2010.
- SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.
- SOUSA, L. B.; LUSTOSA FILHO, J. F.; DO NASCIMENTO AMORIM, S. P.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A. Germinação, crescimento e nodulação natural de *Enterolobium contortisiluquun* em substratos regionais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 4, 2016.
- SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; LUSTOSA FILHO, J. F.; AMORIM, S. D. N.; FERREIRA, L.; NÓBREGA, J. C. A. *Sesbania virgata* (Cav. Pers) cultivation in different substrates. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 3, p. 240-247, 2015.
- SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; DE ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C.; PIAUÍ, B. J. B. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 1563-1578, 2012.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. D. R. H.; SOUZ, P. R. D. Produção de mudas de espécie florestais nativas. **Manual Campo Grande**, MS: Ed. UFMS, 59 p, 2006.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: Galvão, A.P.M. (Ed.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. **Colombo: Embrapa Florestas**, p. 125-150, 2000.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. D. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 455-462, dez. 2012.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. D. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.

VELOSO, G. S. **Cultivo de leucina (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit com formononetina em substratos**. Monografia (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. 36p, 2016.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção de mudas de espécies lenhosas. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2006. (Embrapa Florestas Documentos, 130).