

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**KAROLINA OLIVEIRA ROCHA MONTENEGRO**

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAROLINA (*Adenantha  
pavonina* L.) E MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.) EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO  
COM PÓ DE ROCHA E MANIPUEIRA

Cruz das Almas

2018

**KAROLINA OLIVEIRA ROCHA MONTENEGRO**

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAROLINA (*Adenanthera pavonina* L.) E MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.) EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM PÓ DE ROCHA E MANIPUEIRA

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientador: Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

Cruz das Almas

2018

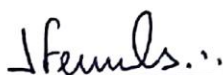
**KAROLINA OLIVEIRA ROCHA MONTENEGRO**

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAROLINA (*Adenanthera pavonina* L) E MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.) EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM PÓ DE ROCHA E MANIPUEIRA.

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

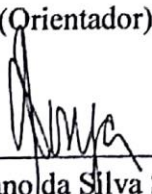
Cruz das Almas, 15 de agosto de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



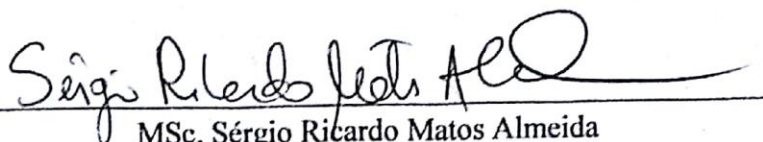
---

Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho – UFRB  
(Orientador)



---

Prof. Dr. Luciano da Silva Souza – UFRB  
(Membro)



---

MSc. Sérgio Ricardo Matos Almeida  
(Membro)

***Dedico***

***A Deus.***

*À minha mãe **Dilma Oliveira Rocha**,  
pela compreensão, otimismo, afeto  
e o constante apoio oferecido.*

*À minha avó **Maria Eunice Oliveira Rocha**,  
pelo exemplo de vida, por ter sempre  
incentivado e acreditado em mim.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por abençoar meus caminhos me dando saúde e forças pra enfrentar todas as dificuldades.

À minha família, os quais foram a minha maior motivação.

Ao Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho, pela orientação, oportunidades, ensinamentos e contribuição para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

A Iara Oliveira Fernandes, pela amizade e ensinamentos, colaborando de forma essencial para o meu amadurecimento dentro da pesquisa.

Às minhas amigas e futuras colegas de profissão, Anna, Amanda, Beatriz, Juliana, Laiana, Nídia, Raissa, Taline e Vanessa, que estiveram sempre ao meu lado, por todo apoio, cumplicidade e conselhos. A minha maior alegria nesses cinco anos foi ter a oportunidade de conhecer cada uma de vocês, amizades que quero cultivar por toda vida.

Aos meus amigos da vida, Amanda, Gabi, Rebeca e Uanderson, pela compreensão e assistência.

A Camila e ao professor Sérgio Ricardo, por todo apoio estrutural, colaborando de forma essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos profissionais do Laboratório de Nutrição de Plantas e Laboratório de Bioquímica, Prof. André, Prof. Anacleto, Janderson, Peterson e Maria, que me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos demais que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos e contribuíram para a conclusão dessa fase.

MONTENEGRO, K. O. R. Desenvolvimento inicial de mudas de Carolina (*Adenantha pavonina* L.) e Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em resposta a adubação com pó de rocha e manipueira. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

## RESUMO

A etapa de produção de mudas torna-se um processo fundamental para formação das culturas, pois possibilita ao produtor a seleção de plantas com melhor desempenho e que sejam capazes de tolerar condições mais adversas em campo. Dentre os tratamentos silviculturais que as mudas necessitam para o seu desenvolvimento, a nutrição por meio da adubação apresenta-se como um dos principais. O uso de insumos de natureza industrial para produção de mudas torna-se uma prática onerosa, inviabilizando a maioria dos pequenos produtores brasileiros. Nesse sentido, é possível trazer formas alternativas de produção, utilizando-se de tecnologias potencialmente viáveis e que contribuam para conservação de recursos naturais. A técnica de rochagem baseia-se na adição de pó de rocha de variados tipos de rochas ou minerais com capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos. Dentre os diversos resíduos orgânicos utilizados como fonte de nutrientes para as plantas em fase de viveiro, a manipueira apresenta um grande potencial devido sua composição ser rica em micro e macronutrientes. Com isso o presente trabalho objetivou avaliar o uso de pó de rocha de Ipirá e sua associação com manipueira como método alternativo de melhoria da qualidade do substrato utilizado para a produção de mudas de carolina (*Adenantha pavonina* L.) e coringa (*Moringa oleifera* Lam.). A associação do pó de rocha de Ipirá com a manipueira melhorou a qualidade química do material de solo utilizado para formação de substratos para produção de mudas de carolina e moringa, tendo efeito favorável no índice de qualidade de mudas das duas espécies. A presença de manipueira nos substratos aumentou o conteúdo de potássio no substrato e na planta.

**Palavras Chave:** Mudas florestais; adubação; fertilizantes alternativos

MONTENEGRO, K. O. R. Initial development of seedlings of Carolina (*Adenanthera pavonina* L.) and Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) In response to fertilization with rock dust and manipueira. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

### ABSTRACT

The seedling production stage becomes a fundamental process for crop formation, as it allows the producer to select plants with better performance and that are able to tolerate more adverse conditions in the field. Among the silvicultural treatments that seedlings need for their development, nutrition through fertilization is one of the main ones. The use of industrial inputs for the production of seedlings becomes an onerous practice, making most of the small Brazilian producers unfeasible. In this sense, it is possible to bring alternative forms of production, using technologies that are potentially viable and that contribute to the conservation of natural resources. The rocking technique is based on the addition of rock powder of varied types of rocks or minerals with the capacity to positively alter the fertility of the soils. Among the various organic residues used as a source of nutrients for plants in the nursery stage, the manipueira presents great potential because its composition is rich in micro and macronutrients. This work aims to evaluate the use of Ipirá rock powder and its association with manipueira as an alternative method to improve the substrate quality used for the production of carolina (*Adenanthera pavonina* L.) and moringa (*Moringa oleifera* Lam.). The association of the Ipirá rock powder with manipueira improved the chemical quality of the soil material used for the formation of substrates for the production of carolina and moringa seedlings, having a favorable effect on the seedling quality index of the two species. The presence of manipueira in the substrates increased the potassium content in the substrate and in the plant.

**Keywords:** seedlings forest; fertilizing; alternative fertilizers

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Substratos incubados em sacos de polietileno. (Fonte: Autora, 2018) .....       | 20 |
| <b>Figura 2.</b> Sementes de carolina ( <i>Adenanthera pavonina</i> L).....                      | 22 |
| <b>Figura 3.</b> Sementes de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam.).....                        | 22 |
| <b>Figura 4.</b> Mudas de carolina ( <i>Adenanthera pavonina</i> L). (Fonte: Autora, 2018) ..... | 23 |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Atributos químicos do substrato natural e substratos pós-tratamentos.....  | 27 |
| <b>Tabela 2.</b> Altura das plantas (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de carolina ( <i>Adenantha pavonina</i> L.) cultivadas em cinco tipos de tratamentos. .... | 28 |
| <b>Tabela 3.</b> Altura das plantas (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) no desenvolvimento inicial de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam.) .....                | 30 |
| <b>Tabela 4.</b> Teores de macronutrientes na biomassa vegetal de mudas de carolina ( <i>Adenantha pavonina</i> L.) cultivadas em cinco tipos de substrato.....   | 31 |
| <b>Tabela 5.</b> Teores de macronutrientes na biomassa vegetal de mudas de moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam.) cultivadas em cinco tipos de substratos .....  | 32 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                      | <b>11</b> |
| <b>2.1. Produção de mudas.....</b>                        | <b>11</b> |
| 2.1.1. Produção de mudas de espécies florestais.....      | 11        |
| 2.1.2. Adubação na produção de mudas.....                 | 12        |
| 2.1.3. Indicadores de qualidade de mudas.....             | 13        |
| <b>2.2. Espécies florestais .....</b>                     | <b>14</b> |
| 2.2.1. Carolina ( <i>Adenantha pavonina</i> L.).....      | 14        |
| 2.2.2. Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> Lam.).....       | 15        |
| <b>2.3. Fertilizantes naturais .....</b>                  | <b>16</b> |
| 2.3.1. Fontes alternativas de fertilizantes naturais..... | 16        |
| 2.3.2. Pó de rocha.....                                   | 17        |
| 2.3.3. Manipueira .....                                   | 18        |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                        | <b>19</b> |
| <b>3.1. Caracterização da área de estudo.....</b>         | <b>19</b> |
| <b>3.2. Tratamentos e delineamento experimental .....</b> | <b>19</b> |
| <b>3.3. Obtenção do substrato.....</b>                    | <b>20</b> |
| <b>3.4. Doses de pó de rocha e manipueira .....</b>       | <b>21</b> |
| <b>3.5. Espécies florestais .....</b>                     | <b>21</b> |
| <b>3.6. Altura das plantas.....</b>                       | <b>23</b> |
| <b>3.7. Diâmetro do coleto .....</b>                      | <b>23</b> |
| <b>3.8. Índice de qualidade das mudas.....</b>            | <b>23</b> |
| <b>3.9. Teores de NPK na parte aérea das plantas.....</b> | <b>24</b> |
| <b>3.10. Teores de nutriente no material do solo.....</b> | <b>24</b> |
| <b>3.11. Análise Estatística .....</b>                    | <b>25</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                    | <b>25</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                                 | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                   | <b>33</b> |
| <b>ANEXO.....</b>   | <b>39</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A fase de produção de mudas é uma das etapas mais importantes para garantir o sucesso no estabelecimento das espécies no campo (CALDEIRA, 2008). Dentre os tratamentos silviculturais que as mudas necessitam para o seu desenvolvimento, a nutrição por meio da adubação apresenta-se como um dos principais (NEVES et al., 1990). O fornecimento adequado de adubos nessa fase traz aumento no crescimento e na qualidade das plantas, refletindo no melhor desenvolvimento e maior índice de sobrevivência (BARBOSA et al., 2003).

O modelo convencional de fornecimento de nutrientes para produção de mudas é na forma de adubos minerais de alta solubilidade, tornando-se muitas vezes uma prática onerosa, inviabilizando a maioria dos pequenos produtores brasileiros (SANTOS et al., 2008). Desta forma, é possível trazer formas alternativas de produção, utilizando-se de tecnologias potencialmente viáveis e que contribuam para conservação de recursos naturais (THEODORO et al., 2006).

Uma das técnicas de manejo ecológico é a fertilização por meio da rochagem, que se baseia na incorporação de certos tipos de rocha ou mineral na forma de pó, capaz de alterar positivamente a fertilidade dos solos (PÁDUA, 2012). Lápido-Loureiro e Ribeiro (2009) defenderam que o uso de pó de rocha, como fonte de macro e micronutrientes, tem uma enorme importância socioeconômica para o país, necessitando assim de serem realizados estudos que viabilizassem essa técnica, principalmente para a agricultura familiar.

A utilização de uma variedade de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes para as plantas em fase de viveiro vem crescendo muito nos últimos anos, colaborando para o aumento da produtividade, redução de custos (SANTOS et al., 2017) e como principal característica a proteção de recursos naturais, sendo uma ferramenta de gestão bastante inovadora (MAGALHÃES et al., 2014). Dentre os diversos resíduos da agroindústria a manipueira, que é um resíduo gerado no processamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para obtenção da farinha ou fécula (PONTE, 2006), apresenta grande potencial como fertilizante agrícola (MAGALHÃES et al., 2014).

O cultivo de espécies florestais para uso em diversos fins é muitas vezes dificultado pela ausência de informações (GUIMARÃES et al., 2011), necessitando, portanto, de investimentos em pesquisas que aprimorem a produção de mudas a baixo

custo, com qualidade e que sejam capazes de atender aos objetivos dos plantios (KTRAKA e CORREA, 2015).

Considerando as evidências de que o pó de rocha e a manipueira melhoram os atributos químicos do solo e, conseqüentemente, a qualidade das mudas de espécies florestais cultivadas em substrato, o presente trabalho objetivou avaliar o uso de pó de rocha e sua associação com manipueira como método alternativo de melhoria da qualidade do substrato utilizado para a produção de mudas de duas espécies florestais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Produção de mudas**

#### **2.1.1. Produção de mudas de espécies florestais**

Atualmente, a preocupação com o ambiente global, com relação à importância da qualidade ambiental, tem se mostrado cada vez mais frequente (JOSÉ et al., 2005). Nesse sentido, a produção de mudas de espécies florestais no Brasil está voltada para projetos de recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e consumo de produtos advindos da floresta, fazendo com que haja grande procura por alternativas que visem à produção de mudas de alta qualidade, que sejam resistentes e tenham custo de produção acessível (PARRON e CAUS, 1999; SOUZA et al., 2006). Nessa crescente preocupação ambiental, a população também vem se conscientizando sobre o tipo de fertilizantes utilizado na produção vegetal, fazendo com que tenha uma fiscalização social relacionada ao tipo de prejuízo que eles podem trazer ao ambiente (KNAPIK, 2005).

A etapa de produção de mudas torna-se um processo fundamental para formação das culturas, pois possibilita ao produtor a seleção de plantas com melhor desempenho e que sejam capazes de tolerar condições mais adversas em campo (BARBOSA et al., 2003). O fornecimento adequado de fertilizantes nessa fase traz aumento no crescimento e na qualidade das mudas, refletindo no melhor desenvolvimento e maior índice de sobrevivência em campo (BARBOSA et al., 2003).

A dificuldade encontrada quanto ao uso de espécies florestais é muitas vezes causada pela ausência de informações sobre o seu cultivo, sendo necessário a ampliação de estudos relacionados à propagação e produção de suas mudas (GUIMARÃES et al., 2011).

### 2.1.2. Adubação na produção de mudas

Na fase inicial de desenvolvimento de espécies florestais, alguns fatores primordiais devem ser considerados, dentre eles a escolha do substrato ideal, o recipiente apropriado e sua correta adubação (ANDRADE et al., 2018). A adubação pode ser definida como a adição dos nutrientes que a planta precisa para viver (FAQUIN, 2005).

Dentre os nutrientes que a planta necessita para seu crescimento e desenvolvimento destacam-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio, que são considerados como elementos essenciais e de maior exigência pelas culturas; na ausência deles a planta não consegue completar o seu ciclo de vida (MATIAS, 2017). Quando esses nutrientes não estão devidamente disponíveis no material do solo para absorção há a necessidade de se realizar a adubação (THOMAZ, 2012).

O nitrogênio (N) é o nutriente mineral mais caro e mais exigido pela maioria das culturas (FAQUIN, 2005). Sua importância está relacionada à participação em diversos processos fisiológicos da planta, como a fotossíntese, a respiração, a diferenciação celular e genética, atividade das raízes e à absorção iônica de outros nutrientes (RAIJ, 1983). Possui um comportamento completamente diferente dos demais e é encontrado nos solos, predominantemente, na forma orgânica (RAIJ, 1983).

O fósforo (P) é um dos macronutrientes menos absorvidos pelas plantas, sendo, no entanto, considerado o nutriente mais usado em adubação no Brasil (RAIJ, 1983; FAQUIN, 2005). Isso ocorre devido à carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros, e também porque o P apresenta uma forte interação com as partículas de argila no solo, causando alta fixação e conseqüentemente pouca eficiência da adubação fosfatada (THOMAZ, 2012). Mesmo sendo requerido em quantidades menores que o nitrogênio e o potássio, o fósforo desempenha papel importante no metabolismo das plantas (GOMES, 2001), pois participa da transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese, sendo também constituinte estrutural dos ácidos nucléicos de cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (ZUCARELI et al., 2006). Sua presença no solo é decorrente da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica ou da adição de fertilizantes (SCHUMACHER et al., 2004). Faquin (2005) observou, que na faixa de pH do solo entre 4 e 7, o fósforo predomina na forma de  $H_2PO_4^-$ , sendo esta a molécula absorvida pelas raízes das plantas.

Diferente do que ocorre com o fósforo, o potássio (K) não é comum encontrá-lo em situação de deficiência severa, à exceção de solos originários de sedimentos quartzosos (KIST, 2005). O potássio encontra-se nos solos na sua forma iônica  $K^+$ , em solução e como cátion trocável, formas tidas como disponíveis para as plantas (FAQUIN, 2005). O papel desempenhado pelo K na planta é principalmente como ativador enzimático, tendo também participação no metabolismo proteico, na fotossíntese, transporte de assimilados e potencial hídrico celular (MENDES, 2007). Segundo Mendes (2007), os sintomas de deficiência de K nas plantas são: diminuição da dominância apical, internódios mais curtos e clorose seguida de necrose das margens e pontas de folhas mais velhas.

Para aumentar a eficiência e minimizar danos ambientais provenientes de aplicações desnecessárias ou em excesso é fundamental conhecer a disponibilidade de nutrientes no substrato e as exigências nutricionais de cada espécie, para que haja uma recomendação correta da adubação (ANDRADE et al., 2018).

### 2.1.3. Indicadores de qualidade de mudas

Uma muda de qualidade dependerá primeiramente da aquisição de sementes que apresentem boas características fisiológicas, físicas, genéticas e sanitárias, pois em virtude disso serão capazes de gerar plantas saudáveis (VECHIATO, 2010).

As técnicas utilizadas em viveiros também podem influenciar nas características morfofisiológicas das plantas (KNAPIK, 2005). Algumas dessas técnicas são descritas por Gomes (2001), que cita a escolha adequada do recipiente, do substrato, da fertilização, além das técnicas de produção e manejo.

Segundo Gomes et al. (2002), a forma mais utilizada pelos viveiristas na determinação da qualidade de mudas está ligada a atributos morfológicos; porém, quando usados de forma isolada, podem dificultar a determinação de um padrão de qualidade mais preciso. De acordo com Carneiro (1995), citado por Knapik (2005), esses atributos são obtidos por meio das medições de altura, diâmetro de colo, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca de raízes, biomassa seca total.

Diante disso, Dickson et al. (1960) desenvolveram um índice de qualidade de mudas, onde seus componentes se baseiam nas relações entre os atributos morfológicos de forma integrada, fornecendo um resultado que possibilita a comparação entre indivíduos ou espécies desde que os mesmos sejam produzidos em condições

ambientais semelhantes, podendo ser útil na avaliação da qualidade da muda antes de serem levadas para campo, minimizando assim possíveis erros. Portanto, quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas.

## 2.2. Espécies florestais

### 2.2.1. Carolina (*Adenanthera pavonina* L.)

A carolina é uma espécie arbórea semidecídua originária da Ásia, que pertence à família Fabaceae, conhecida popularmente como “falsa carolina”, “olho-de-pavão” ou “falso-sândalo” (LORENZI et al., 2003). Foi introduzida no Brasil e encontra-se atualmente bem adaptada e amplamente distribuída no país (RODRIGUES et al., 2009), sendo vista com frequência como planta ornamental nas cidades de Cuiabá, Campo Grande, Minas Gerais e cidades do interior de São Paulo (FANTI e PEREZ, 2003).

É uma árvore de porte médio, apresentando 15 a 20 m de altura, rápido crescimento e que produz grande quantidade de sementes por ano, tendo alto potencial madeireiro para construção e reflorestamento, além de ser utilizada como forrageira e planta ornamental de parques e jardins residenciais (LORENZI et al., 2003). As sementes dessa espécie estão presentes no mercado do artesanato, corante, bijuterias, além de serem utilizadas para fins medicinais devido a seus efeitos anti-inflamatórios e analgésicos (OLAJIDE et al., 2004).

Para a germinação das sementes de carolina é preciso a aplicação de tratamentos pré-germinativos, pois suas sementes apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água (RODRIGUES et al., 2009). Silva et al. (2009), ao avaliarem os efeitos de tratamentos pré-germinativos (desponte com alicate no lado oposto ao hilo; atrito em lixa de madeira (nº 36) no lado oposto ao hilo; imersão em ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos; imersão em água a temperatura de 80°C por 5 minutos e nenhum tratamento) na superação da dormência das sementes de carolina, concluíram que a escarificação mecânica por meio do desponte com alicate e atrito em lixa e escarificação química pela imersão em ácido sulfúrico, por 20 minutos, foram os métodos que demonstraram os melhores resultados para essa espécie.

Para espécies arbóreas que apresentam dormência, como é o caso da carolina, é recomendada a produção de mudas em sementeiras, pois há uma garantia no

fornecimento de mudas caso ocorra perdas após o transplante, além de promover plantas com maior uniformidade (FERNANDES et al., 2014).

Há ainda uma carência de informações sobre as necessidades nutricionais e produção de mudas da maioria das espécies florestais (ALVES et al., 2015). No entanto, Moreira et al. (2017) avaliaram o efeito da adubação fosfatada em diferentes dosagens (0, 150, 300, 450 mg dm<sup>-3</sup>), e duas doses de isoflavonóide formononetina (0 e 1 g) no crescimento inicial de mudas de carolina. em duas classes de solo, e constataram que plantas cultivadas em substrato de Latossolo Amarelo Distrófico com adubação de 150 mg dm<sup>3</sup> de fósforo e aplicação de 1 g de isoflavonóide formononetina apresentaram melhor distribuição de biomassa.

### 2.2.2. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

Também conhecida como “lírio branco” e “quiabo-de-quina”, a moringa pertence à família Moringaceae, é uma planta nativa do nordeste da Índia e constitui-se como uma espécie pantropical, ou seja, capaz de habitar qualquer região dos trópicos (BEZERRA et al., 2004; ANWAR et al., 2007). Foi introduzida no Brasil como planta ornamental por volta de 1950 e, desde então, tem sido disseminada por causa do seu alto valor nutricional em relação às folhas, que contêm grande quantidade de betacaroteno e são importantes fontes de proteínas, vitamina C, cálcio, ferro e fósforo (BARRETO et al., 2009; GOLDFARB, 2017). Nos países do oeste da África há produção e comercialização em grande escala dessas folhas para o consumo humano (GOLDFARB, 2017). Os frutos, sementes e flores também são consumidas como legumes nutritivos em alguns países, e suas flores apresentam propriedades melíferas, sendo dessa forma aproveitadas na apicultura (ALVES et al., 2005).

É uma árvore que possui grande importância econômica industrial e medicinal, já que, praticamente, todas as suas partes podem ser utilizadas para diversos fins (DOS PASSOS, 2013). As sementes contêm óleo de ótima qualidade, podendo ser usado para cozinhar, confeccionar sabão e na indústria farmacêutica por possuir ação anti-inflamatória, antiespasmódica e antibiótica (ALVES et al., 2005; GOLDFARB, 2017). Outra importante função associada ao uso da moringa é sua função de tratamento e clarificação de água para consumo, devido à sua ação coagulante, em substituição ao sulfato de alumínio (FRANCO et al., 2017; GOLDFARB, 2017). Devido ao seu porte arbóreo, caule grosso e alto, podendo chegar até 10 m, a moringa também é utilizada



como cerca viva, quebra vento e suporte para plantas trepadeiras, além de servir como fonte de proteína para os animais (SILVA e MATOS, 2008; GOLDFARB, 2017).

Por não ser uma planta com ampla exploração comercial, há uma carência com relação a informações a respeito do manejo dessa cultura (DA SILVA et al., 2018). No entanto Neves et al. (2007) verificaram o efeito de diferentes substratos na germinação e desenvolvimento das plântulas de moringa e constaram que substrato contendo 100 % de areia foi o melhor para a germinação das sementes. Para o desenvolvimento das mudas o substrato que apresentou melhores resultados foi o que continha 75% areia + 25 % húmus. Sousa et al. (2007) testaram qual seria a melhor profundidade e a posição de semeadura de sementes de moringa na emergência e no desenvolvimento das plântulas, e concluíram que a profundidade de semeadura de 2,0 cm e as posições com o ápice para cima e deitadas foram as formas ideais.

No que se refere à adubação mineral e orgânica, são ainda mais raros os trabalhos encontrados na literatura. Da Silva et al. (2018) relataram em seu livro alguns poucos trabalhos em que doses de nitrogênio (N) entre 50 e 120 kg/ha/ano, foram as quantidades mais requeridas pela maioria das culturas, sendo por isso o suficiente na suplementação de N para a moringa. Quanto ao fósforo (P), também pela falta de informação, os mesmos autores sugerem que seja feito a adubação fosfatada de acordo com os teores de fósforo presente no solo (substrato) e a textura do mesmo, elevando esses teores para bom ou muito bom. Para o potássio (K), os mesmos autores, encontraram alguns trabalhos relacionados a quantidade desse nutriente nas plantas, observando que o acúmulo de K na matéria seca aumentou simultaneamente com o aumento das doses deste elemento no substrato, sugerindo que mais pesquisas sejam desenvolvidas. Na falta de informação sobre adubação orgânica, os mesmos autores sugeriram adicionar entre 10 e 15 litros por cova (0,40 x 0,40 x 0,40 m) de esterco bovino curtido pelo menos 15 dias antes do transplante das mudas, para que a matéria orgânica comece a liberar seus nutrientes.

## **2.3. Fertilizantes naturais**

### **2.3.1. Fontes alternativas de fertilizantes naturais**

O uso de insumos de natureza industrial para produção de mudas torna-se uma prática onerosa, inviabilizando a maioria dos pequenos produtores brasileiros (SANTOS

et al., 2008). Nesse sentido, é possível trazer formas alternativas de produção, utilizando-se de tecnologias potencialmente viáveis e que contribuam para conservação de recursos naturais (THEODORO et al., 2006).

A utilização de sistemas de manejo ecológico na produção de mudas está atrelada às técnicas que possibilitam reduzir a dependência no uso de fertilizantes químicos, utilizando-se de fontes naturais de nutrientes, como rochagem, adubos orgânicos, fixação biológica de nitrogênio e aproveitamento de resíduos. Tais fontes buscam minimizar os impactos ambientais provocados pelo método convencional (COLA e SIMÃO, 2012).

As biomassas residuais com alto potencial de utilização em viveiros, por possuírem em geral uma rica composição química, sendo capazes de promover um bom desenvolvimento para as plantas, a exemplo do bagaço de cana, o lixo orgânico e esgotos urbanos (CUNHA et al., 2005).

### 2.3.2. Pó de rocha

A técnica de rochagem se baseia na adição de pó de rocha de variados tipos de rochas ou minerais com capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos (WELTER et al., 2011). A rochagem pode ser considerada como um tipo de remineralização, onde o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos pobres ou lixiviados, sendo fonte natural de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes indispensáveis à nutrição vegetal (THEODORO et al., 2000, 2006). Essa tecnologia pretende modificar a tendência no uso de insumos químicos, bem como tornar-se uma prática acessível ao agricultor, especialmente pelo seu baixo custo (THEODORO et al., 2006).

Devido ao baixo teor de nutrientes em formas solúveis em rochas, há a necessidade de utilizar processos físicos, químicos ou biológicos para que sejam disponibilizados seus componentes minerais. Uma alternativa para o aumento da disponibilização de nutrientes pelas rochas é o uso de microrganismos do solo, como fungos e principalmente bactérias, que apresentam potencial no processo de solubilização das mesmas e liberação dos nutrientes de forma gradual e por muito mais tempo que os fertilizantes químicos (COLA e SIMÃO, 2012).

Melamend et al. (2006) evidenciam os benefícios promovidos pelo uso do pó de rocha, como: solubilidade mais lenta que os fertilizantes convencionais, fornecendo

nutrientes para a planta de forma gradual e por períodos mais longos; aumento na capacidade de troca de cátions; redução do custo na produção; diminuição da perda de fertilizante por lixiviação; reequilíbrio do pH do solo e aumento da resistência da planta à ação de agentes patogênicos.

Embora haja poucos estudos sobre a utilização de fontes naturais em viveiros florestais, a incorporação de pó de rocha ao solo com finalidades agrícolas tem dado bons resultados para algumas culturas. Prates (2010) avaliou o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*) em resposta à dupla fertilização com uso de superfosfato simples e pó de rocha, e constatou que a dose de superfosfato simples que deve ser adicionada ao substrato, juntamente com pó de rocha de marmoraria, para se obter as melhores mudas, deve estar entre 6,0 e 10,0 kg m<sup>-3</sup>.

Melo et al. (2012) obtiveram resultados positivos na adição de pó de rocha para o crescimento inicial de mudas de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), destacando que o pó de rocha em granulometria muito fina pode ser usado como fertilizante alternativo para produção de frutíferas, possibilitando sua utilização como uma alternativa para fornecimento de nutrientes para as plantas.

### 2.3.3. Manipueira

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta originalmente brasileira, cultivada de norte a sul, ocupando posição de destaque no estado da Bahia. Representa uma das culturas de maior importância socioeconômica no Brasil, além de se tratar de uma das principais culturas da agricultura familiar brasileira, que tem a partir dessa atividade sua maior fonte de renda (FERREIRA FILHO et al., 2013).

No processo de prensagem da raiz de mandioca, para fabricação da farinha ou extração da fécula, gera-se um resíduo líquido de aspecto leitoso e coloração amarelo-claro denominada de manipueira (PONTE, 2006). Uma grande preocupação das indústrias e das casas de farinha é com relação ao descarte indevido desse material, que possui características poluentes, devido à alta matéria orgânica, e tóxica pela presença do ácido cianídrico; quando em contato direto no solo ou nas águas, a manipueira representa grandes riscos ao meio ambiente (BARANA, 2000; DINIZ et al., 2016). No entanto, quando manuseada de maneira adequada, esse resíduo possui inúmeras utilizações na agricultura, tanto como inseticida, devido à presença do ácido cianídrico, e fungicida quando apresentam alta quantidade de enxofre (PONTE, 2006), ou como

fertilizante devido sua composição ser rica em micro e macronutrientes (ARAGÃO e PONTE, 1995), principalmente o potássio, por ser um dos nutrientes extraídos do solo em maiores quantidades pela cultura da mandioca (RIBEIRO FILHO, 2013). Botelho et al. (2009) fizeram a caracterização química da manipueira, gerada no processamento de raízes amarelas, de raízes brancas e da manipueira coletada diretamente na casa de farinha (mistura), e constataram que os elevados teores de nitrogênio e potássio da manipueira em todos os casos permitem considerá-la como adubo orgânico nitrogenado e potássico, em potencial.

Outras utilidades da manipueira é que dela também se produz o famoso tucupi, caldo que dá sabor a comidas típicas do Pará. Além de possuir potencial para produção de vinagre para uso doméstico e industrial, sabão, tijolos, gás metano, vem sendo aproveitada por pequenos criadores de bovinos, como alimento para os bois em confinamento para engorda (RIBEIRO FILHO, 2013).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área de estudo**

O experimento foi instalado e conduzido entre março e julho de 2018, em casa de vegetação localizada nas coordenadas 12°39'31" latitude Sul e 39°05'09" de longitude Oeste, altitude média de 220 m (INMET, 2017), no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, Bahia. Segundo a classificação de Köppen-Geiger o clima é do tipo tropical quente e úmido (Af). A precipitação média é de 1.224 mm por ano e a temperatura média anual é de 24,5° C.

#### **3.2. Tratamentos e delineamento experimental**

A unidade experimental constituiu-se por um vaso de polipropileno com capacidade de 1,0 dm<sup>3</sup> de solo, contendo uma muda por vaso. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial com 2 substratos, 2 espécies florestais e 5 repetições.

Os substratos foram discriminados pela dose de pó de rocha aplicada. No substrato 01 aplicou-se 50 g dm<sup>-3</sup> de pó de rocha e o substrato 02 aplicou-se 70g dm<sup>-3</sup> do mesmo pó de rocha. Nessa composição geraram-se os seguintes tratamentos:

**Substrato 01:** T1 = Solo + pó de rocha; T2 = Solo + pó de rocha incubados por 30 dias; T3 = Solo + pó de rocha + manipueira; T4 = Solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias. **Substrato 02:** T5 = Solo + pó de rocha; T6 = Solo + pó de rocha incubados por 30 dias; T7 = Solo + pó de rocha + manipueira; T8 = Solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias. Como testemunha utilizou-se o tratamento T0 = N, P e K.

As incubações foram feitas em sacos de polietileno, abertos para oxigenação e mantidos na capacidade de campo, no período de 30 dias antes do plantio/transplântio (Figura 1). Apenas no final do período do processo de incubação e imediatamente antes do plantio/transplântio conduziu-se os tratamentos sem incubação e aplicou-se N, P e K, no T0. As doses de N, P e K foram definidas de acordo com a recomendação de adubação em vaso para espécies florestais (PASSOS, 1994), utilizando-se as doses recomendadas de 100, 300 e 100 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. As doses de N e K foram aplicadas de forma parcelada após o plantio/transplântio sendo: aos 0 dia (N = 25 mg dm<sup>-3</sup>; K = 50 mg dm<sup>-3</sup>), aos 15 dias (N = 25mg dm<sup>-3</sup>), aos 30 dias (N = 25 mg dm<sup>-3</sup>; K = 50 mg dm<sup>-3</sup>) e aos 45 dias (N = 25 mg dm<sup>-3</sup>) tendo como fontes: ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.



**Figura 1.** Substratos incubados em sacos de polietileno. (Fonte: Autora, 2018)

### 3.3. Obtenção do substrato

O material de solo usado como substrato para a produção das mudas foi coletado na camada superficial (0,0 - 0,15 m), de um Latossolo Amarelo Distrocoeso, de textura argilosa, classificado de acordo com as premissas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (2013), cujos atributos químicos estão descritos na tabela 1. Após a secagem ao ar e peneiramento em malha de 5 mm, o material de solo foi incubado com os correspondentes tratamentos. Somente no T0 = substrato + N, P e K foi efetuada

a correção de acidez aplicando-se, 30 dias antes do plantio/transplântio,  $7 \times 10^{-4}$  kg por vaso de calcário dolomítico, com PRNT 90,87 %, tendo-se utilizado como critério de recomendação o método da elevação da saturação por bases para 60%.

### **3.4. Doses de pó de rocha e manipueira**

As dosagens do pó de rocha foram definidas de acordo com a necessidade de fósforo indicada para espécies florestais, estipulando-se para a carolina e moringa as seguintes dosagens:  $250 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $360 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente, as quais corresponderam no pó de rocha de Ipirá, a  $50 \text{ g dm}^{-3}$  (substrato 01) para carolina e  $70 \text{ g dm}^{-3}$  (substrato 02) para moringa.

A manipueira foi obtida como resíduo em casa de farinha na zona rural de Cruz das Almas - BA, cuja composição química está descrita no anexo 1. A dosagem de manipueira foi definida com base em consulta de diversos trabalhos de literatura, optando-se pela que apresentou o melhor resultado na maioria dos estudos; com base nessas informações utilizou-se a dose  $50 \text{ mL dm}^{-3}$  em uma única aplicação.

### **3.5. Espécies florestais**

As sementes de carolina (Figura 2) e moringa (Figura 3) foram coletadas no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, em Cruz das Almas - BA. As sementes de carolina foram escarificadas usando-se lixa nº 80 para quebra de dormência. A semeadura foi realizada manualmente em sementeiras contendo areia lavada, colocando-se 70 sementes para germinação. No raleio, realizado 40 dias após a semeadura, selecionaram-se as mudas mais vigorosas, uniformes e centrais (Figura 4). As sementes de moringa foram imersas em água por 24 hs antes da semeadura, colocando-se duas sementes por vaso, deixando-se posteriormente apenas uma planta por vaso. Após a semeadura / transplântio das espécies a umidade do substrato foi mantida na capacidade de campo durante toda a avaliação, irrigando-se uma vez ao dia, durante 60 dias.



**Figura 2.** Sementes de carolina (*Adenanthera pavonina* L)  
Fonte: Projeto Verde



**Figura 3.** Sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.)  
Fonte: Naurel



**Figura 4.** Mudas de Carolina (*Adenanthera pavonina* L).  
(Fonte: Autora, 2018)

### **3.6. Altura das plantas**

Quantificada nos períodos de 15, 30, 45 e 60 dias, medindo-se, com trena métrica, a altura da base do solo até o último par de folhas.

### **3.7. Diâmetro do coleto**

Quantificado nos períodos de 15, 30, 45 e 60 dias, medindo-se com paquímetro digital o diâmetro do colo da planta a uma distância de 0,01 m acima da superfície do solo.

### **3.8. Índice de qualidade das mudas**

As características morfológicas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas, seguindo os procedimentos indicados por Gomes (2001), foram quantificadas na coleta do experimento, 60 dias após a semeadura. Essas características foram: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea



(MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), relação altura da parte aérea / diâmetro do coleto (H/DC), relação massa seca da parte aérea / massa seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme a fórmula:

$$IQD = \frac{MST (g)}{H(cm)/DC(mm) + MSPA(g) / MSR(g)} \quad (1)$$

Para determinar a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR), o material vegetal foi previamente separado em raiz e parte aérea (caule e folhas) colocado em sacos de papel, identificados e levados à estufa de circulação de ar forçada a 40°C até peso constante.

### **3.9. Teores de NPK na parte aérea das plantas**

As amostras que foram utilizadas para determinar a massa seca da parte aérea após a pesagem foram moídas em moinho tipo Willy e padronizado com peneira de 20 mesh. Em seguida, em uma balança analítica pesou-se 0,1 g do material, que posteriormente foi submetido à digestão ácida em uma mistura de 3,5 mL de ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e 3 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a 30 %, conforme descrito em Jones (2001). Logo após, o material digerido foi diluído para 100 mL com água destilada, obtendo-se assim, o extrato para realização das análises de nitrogênio (N), fosforo (P) e potássio (K). Os teores de N foram obtidos pelo método espectrofotométrico do fenol-hipoclorito (WEATHERBURN, 1967), os de K por fotometria de chama e os de P pelo método espectrofotométrico do molibdo-vanadato (FAITHFULL, 2002).

### **3.10. Teores de nutriente no material do solo**

Após a aplicação dos tratamentos, retirou-se uma pequena amostra do substrato para caracterização química e para verificação das alterações determinadas pelos tratamentos aplicados.

### 3.11. Análise Estatística

As interpretações estatísticas dos dados foram feitas por meio de análise de variância e médias comparadas pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,5$ ), utilizando-se o Programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 tem-se os atributos químicos do substrato natural e dos substratos pós-tratamentos. Foi possível observar que, após a incorporação com o fertilizante solúvel (NPK), e as doses de pó de rocha e manipueira, os substratos apresentaram aumentos nos valores de pH quando comparados ao substrato natural.

Com exceção do T0 (solo + calcário + nitrogênio + fósforo + potássio), o T2 (solo + pó de rocha incubado por 30 dias) no substrato 01, e o T6 (solo + pó de rocha incubado por 30 dias) no substrato 02, todos os demais tratamentos alteraram a condição de acidez média para acidez fraca segundo RIBEIRO et al. (1999); no substrato 01 o tratamento T3 (solo + pó de rocha + manipueira) apresentou o maior valor de pH (6,4) e no substrato 02 o tratamento T8 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias) foi o que obteve o pH mais elevado (6,7). Quando comparados os tratamentos sem incubação e 30 dias de incubação, no substrato 01 ocorreu redução do pH tanto para o solo + pó de rocha quanto para o solo + pó de rocha + manipueira. Já no substrato 02, o período de 30 dias em que o solo passou incubado com os tratamentos propiciou redução no valor do pH para T6 (solo + pó de rocha incubado por 30 dias) e leve aumento no T8 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias). Esses resultados demonstram que o período de 30 dias de incubação contribuiu para redução do pH, exceto em T8 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias). Os valores de pH no substrato 02 foram maiores devido à quantidade de pó de rocha utilizado ser maior que a quantidade utilizada no substrato 01. Com a elevação do pH, houve a neutralização do alumínio. Silva (2012) ao avaliar o efeito da aplicação de rochas moídas na disponibilidade de nutrientes e sua ação sobre outros atributos químicos do solo, verificou que esses minerais elevaram o pH dos solos, assim como Barreto et al. (2013) que, ao avaliarem as alterações nos atributos químicos de solos submetidos à aplicação de doses de manipueira, concluíram que a incorporação da manipueira promoveu elevação do pH do solo.

Também foram observados aumentos importantes nos teores de fósforo nos substratos pós-tratamentos. Para o substrato 01, a maior quantidade de fósforo foi encontrada no tratamento T3 (pó de rocha + manipueira) saindo de  $0,21 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no substrato natural para  $14,87 \text{ mg dm}^{-3}$ , apresentando um aumento de 71 vezes. No substrato 02 esse aumento foi ainda maior, tendo  $15,89 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no tratamento T7 (solo + pó de rocha + manipueira). Esse aporte proporcionado é especialmente importante para os solos das regiões tropicais que, naturalmente, apresentam teores muito baixos de fósforo (THOMAZ, 2012).

Quanto aos teores de potássio foram observados aumentos bastante expressivos nas amostras. Exceto para o substrato 01 no T1 (solo + pó de rocha) que se manteve com teor de potássio igual ao que já possuía no substrato natural, evidenciando que a disponibilização desse elemento pelo pó de rocha só foi possível após 30 dias de incubação no solo. Observou-se que, tanto para o substrato 01 quanto para o substrato 02 a presença da manipueira nos tratamentos promoveu teores de K mais elevados, tendo seu maior valor no T8 (Solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias), contendo no substrato  $50,83 \text{ mg dm}^{-3}$  de K.

Quando comparados ao substrato natural, os tratamentos sem período de incubação elevaram os teores de Ca e Mg e relação Ca/Mg, que antes era de 1:1 e passou a ser 2:1. A soma de base (SB) elevou aproximadamente de 2 a 3 vezes, tendo no Substrato 02 os maiores valores, assim como a  $CTC_{(t)}$  e a  $CTC_{(T)}$ . Os teores de matéria orgânica também aumentaram com a aplicação dos tratamentos, sendo que o período de 30 dias de incubação colaborou para um aumento ainda maior. A saturação por bases (V%) também aumentou, sendo maior no T4 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias) e T8 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias) tanto para o substrato 01 quanto para o Substrato 02, tendo 86,95% e 90,07% respectivamente.

**Tabela 1.** Atributos químicos do substrato natural e substratos pós-tratamentos.

| TRATAMENTOS   | pH  | <sup>1</sup> P      | <sup>2</sup> K <sup>+</sup>          | <sup>2</sup> Ca <sup>2+</sup> | <sup>2</sup> Mg <sup>2+</sup> | <sup>2</sup> Al <sup>3+</sup> | <sup>2</sup> H+Al | SB   | CTC <sub>(t)</sub> | CTC <sub>(T)</sub> | MO   | V     |
|---|-----|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|------|--------------------|--------------------|------|-------|
|   |     | mg dm <sup>-3</sup> | cmol <sub>(c)</sub> dm <sup>-3</sup> |                               |                               |                               |                   |      | %                  |                    |      |       |
| Substrato natural   | 5,2 | 0,21                | 7,82                                 | 0,4                           | 0,4                           | 0,1                           | 1,5               | 1,17 | 1,27               | 2,67               | 0,46 | 43,82 |
| T0 = Solo + calcário + nitrogênio + fósforo + potássio    | 5,5 | 39,00               | 76,00                                | 3,0                           | 1,10                          | 0,10                          | 1,06              | 4,29 | 4,29               | 5,57               | 12,5 | 86,66 |
| <b>Substrato 01 (50 g kg<sup>-1</sup> de pó de rocha)</b> |     |                     |                                      |                               |                               |                               |                   |      |                    |                    |      |       |
| T1 = Solo + pó de rocha                                   | 6,1 | 11,25               | 7,82                                 | 1,90                          | 0,80                          | 0,00                          | 0,60              | 2,72 | 2,72               | 3,32               | 0,57 | 81,93 |
| T2 = Solo + pó de rocha incubado por 30 dias              | 5,8 | 11,07               | 19,55                                | 1,70                          | 1,20                          | 0,00                          | 0,70              | 2,95 | 2,95               | 3,65               | 1,77 | 80,82 |
| T3 = Solo + pó de rocha + manipueira                      | 6,4 | 14,87               | 39,10                                | 1,90                          | 0,90                          | 0,00                          | 0,70              | 2,90 | 2,90               | 3,60               | 0,92 | 80,56 |
| T4 = Solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias | 6,2 | 12,34               | 50,83                                | 1,80                          | 1,40                          | 0,00                          | 0,50              | 3,33 | 3,33               | 3,83               | 2,35 | 86,95 |
| <b>Substrato 02 (70 g kg<sup>-1</sup> de pó de rocha)</b> |     |                     |                                      |                               |                               |                               |                   |      |                    |                    |      |       |
| T5 = Solo + pó de rocha                                   | 6,3 | 15,58               | 7,82                                 | 2,50                          | 1,30                          | 0,00                          | 0,70              | 3,82 | 3,82               | 4,52               | 0,74 | 84,51 |
| T6 = Solo + pó de rocha incubado por 30 dias              | 5,9 | 12,30               | 15,64                                | 1,80                          | 1,40                          | 0,00                          | 0,60              | 3,24 | 3,24               | 3,84               | 1,13 | 84,38 |
| T7 = Solo + pó de rocha + manipueira                      | 6,6 | 15,89               | 35,19                                | 2,50                          | 1,30                          | 0,00                          | 0,60              | 3,89 | 3,89               | 4,49               | 2,01 | 86,64 |
| T8 = Solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias | 6,7 | 15,75               | 50,83                                | 1,90                          | 1,60                          | 0,00                          | 0,40              | 3,63 | 3,63               | 4,03               | 1,41 | 90,07 |

<sup>1</sup> pH em água; <sup>2</sup> Extrator de Mehlich; SB = Soma de bases; CTC(t) = CTC efetiva; CTC(T) = CTC pH 7; MO = Matéria orgânica; V% = Saturação por bases.

As tabelas 2 e 3 mostram as médias das alturas das plantas (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD), para carolina e para moringa, respectivamente. Para ambas as espécies, com exceção do diâmetro do coleto (DC) verificou-se a existência de diferenças significativas entre os tratamentos para todas as outras variáveis.

Em relação aos atributos avaliados para a espécie carolina (Tabela 2), verificou-se que, o tratamento T0 (NPK) foi o que apresentou os melhores resultados, diferindo estatisticamente de todos os outros. No entanto, comparando-se os demais tratamentos, observou-se que, para a variável altura (H), os tratamentos T1, T2, T3 e T4 não apresentaram diferença significativa entre si, com leve, porém não significativa, vantagem para o tratamento T4 (solo + pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias), que apresentou a maior altura média, 11,75 cm, entre eles. Nesse mesmo contexto, para MSPA e MST o tratamento T1 (solo + pó de rocha) diferiu, estatisticamente, dos tratamentos T2, T3 e T4. Para MSR e IQD os tratamentos não diferiram entre si. De maneira geral, depois do tratamento T0 (NPK), o tratamento T1 (solo + pó de rocha) foi o que apresentou os melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas.

**Tabela 2.** Altura das plantas (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de carolina (*Adenantha pavonina* L.) cultivadas em cinco tipos de tratamentos.

| Tratamentos | H       | DC     | MSPA    | MSR     | MST     | IQD     |
|-------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
|             | cm      | mm     | g       |         |         |         |
| T0          | 16,32 a | 3,04 a | 1,752 a | 0,916 a | 2,668 a | 0,368 a |
| T1          | 11,34 b | 2,74 a | 0,704 b | 0,462 b | 1,166 b | 0,206 b |
| T2          | 11,46 b | 2,70 a | 0,528 c | 0,426 b | 0,954 c | 0,176 b |
| T3          | 11,26 b | 2,76 a | 0,578 c | 0,322 b | 0,846 c | 0,142 b |
| T4          | 11,75 b | 2,82 a | 0,530 c | 0,358 b | 0,888 c | 0,156 b |
| CV (%)      | 7,34    | 6,72   | 12,72   | 34,37   | 18,77   | 27,66   |

T0 = Químico (NPK); T1 = Solo + pó de rocha; T2 = Solo + pó de rocha + incubado por 30 dias ; T3 = Solo + pó de rocha + manipueira; T4 = Solo + Pó de rocha + manipueira + incubado por 30; CV (%) = Coeficiente de variação.

Em relação aos atributos avaliados para a espécie moringa (Tabela 3), verificou-se que o tratamento T8 (solo + Pó de rocha + manipueira incubado por 30 dias) apresentou o maior valor para variável altura da planta (H), diferindo estatisticamente dos outros. O menor valor foi encontrado no T0 (Tabela 3). A maior altura no T8 pode ser atribuída às condições mais favoráveis, relativas ao pH e ao teor de  $K^+$ , determinadas pela interação entre o pó de rocha e a manipueira no tempo de incubação no substrato 02 (Tabela 1), utilizado para o cultivo da Moringa. Vários trabalhos já foram desenvolvidos mostrando o efeito benéfico da manipueira, atribuindo principalmente aos altos teores de potássio presentes nesse resíduo (PANTAROTO e CEREDA, 2001; BOTELHO et al., 2009; SANTOS et al., 2010; SOUZA et al., 2015; ARAUJO et al., 2016)

Para a matéria seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 3) os maiores valores foram encontrados em T0 e T7, os quais não diferiram estatisticamente entre si, mas o foram em relação aos demais. Já em relação a massa seca da raiz (MSR), observou-se que os maiores valores foram encontrados nos tratamentos T5, T7 e T8, os quais não diferiram entre si. Tais substratos apresentaram em comum maiores teores de fósforo em sua composição, indicando a possibilidade da presença de manipueira ter favorecido o aumento da disponibilidade deste nutriente para a Moringa.

Observou-se que os maiores valores de IQD foram encontrados nos tratamentos T5 e T7, os quais não diferiram entre si. Quando se observam os resultados encontrados para a MSR e MST, verifica-se que os mesmos tratamentos destacaram-se significativamente dos demais (Tabela 3). Considerando-se que a MSR e a MST compõem o índice de qualidade de mudas IQD, pode-se inferir que também contribuíram para elevar o resultado encontrado (Tabela 3).

**Tabela 3.** Altura das plantas (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) no desenvolvimento inicial de moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

| Tratamentos | H        | DC       | MSPA    | MSR     | MST     | IQD     |
|-------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
|             | __ cm __ | __ mm __ | g       |         |         |         |
| T0          | 20,02 d  | 4,10 a   | 0,740 a | 1,064 b | 1,804 b | 0,304 b |
| T5          | 24,36 c  | 4,28 a   | 0,544 b | 3,060 a | 3,506 a | 0,594 a |
| T6          | 26,03 b  | 4,02 a   | 0,212 b | 1,756 b | 1,968 b | 0,300 b |
| T7          | 25,63 b  | 4,44 a   | 0,772 a | 3,912 a | 4,684 a | 0,798 a |
| T8          | 29,33 a  | 4,18 a   | 0,552 b | 2,698 a | 3,250 a | 0,422 b |
| CV (%)      | 9,95     | 8,23     | 35,60   | 27,11   | 24,64   | 27,48   |

T0 = Químico (NPK); T5 = Solo + pó de rocha; T6 = Solo + pó de rocha + incubado por 30 dias; T7 = Solo + pó de rocha + manipueira; T8 = Solo + Pó de rocha + manipueira + incubado por 30; CV (%) = Coeficiente de variação.

Na tabela 4 estão apresentados os valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio na massa seca da parte aérea das mudas de carolina. Os resultados evidenciaram que os teores desses nutrientes foram maiores no T0, que se diferenciou estatisticamente dos demais, exceto para N, onde os tratamentos T0 e o T2 foram estatisticamente iguais.

Para os teores de P, observou-se que a baixo do tratamento T0, formaram-se três grupos: o grupo formado pelo T1 e T2, que foram iguais entre si, e o T3 e T4, que foram os menores valores, diferentes estatisticamente entre si, e em relação a todos os outros.

O teor de potássio também foi maior no T0; no entanto, observando-se a tabela 4, evidenciou-se que a presença da manipueira nos tratamentos T3 e T4 resultou em maior disponibilidade K no substrato (Tabela 1), com reflexos positivos em seu acúmulo na planta. Os tratamentos sem manipueira, T1 e T2, formaram o terceiro grupo, aquele com os menores teores de K acumulado na planta. Esse efeito da manipueira foi registrado por ARAUJO et al. (2016), os quais indicaram esse resíduo como um biofertilizante altamente rico em potássio.

Considerando que o T0 foi também o tratamento que apresentou os maiores índices de produção de matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) (Tabela 2) pode-se inferir que a maior disponibilidade de N, P e K, contribuiu para esse resultado.

**Tabela 4.** Teores de macronutrientes na biomassa vegetal de mudas de carolina (*Adenanthera pavonina* L.) cultivadas em cinco tipos de substrato

| Tratamentos   | N                  | P      | K       |
|---|--------------------|--------|---------|
|   | g kg <sup>-1</sup> |        |         |
| T0 = Químico (NPK)  | 32,45 a            | 3,06 a | 18,46 a |
| T1 = Solo + pó de rocha                                     | 18,78 b            | 1,22 b | 8,47 c  |
| T2 = Solo + pó de rocha + incubado por 30 dias              | 24,04 a            | 0,94 b | 10,06 c |
| T3 = Solo + pó de rocha + manipueira                        | 19,83 b            | 0,55 c | 11,84 b |
| T4 = Solo + Pó de rocha + Manipueira + incubado por 30 dias | 17,45 b            | 0,31 d | 12,81 b |
| CV (%)  | 24,97              | 21,57  | 12,57   |

Na tabela 5, estão registrados os valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio na massa seca da parte aérea de mudas de moringa. Analisando-a, verificou-se que os tratamentos aplicados não resultaram diferenças significativas nos teores de N na parte aérea das mudas dessa espécie; contudo, percebe-se que houve efeito significativo dos mesmos nos teores de P e K.

Quanto aos teores de P o maior valor encontrado foi no T0, o qual também foi diferente dos outros, que entre si não apresentaram diferenças significativas. Este resultado pode estar relacionado com o alto teor de P no substrato desse tratamento (Tabela 1).

Em relação ao K, formaram-se dois grupos de teor deste nutriente acumulado na massa seca da planta. O primeiro grupo formado pelos tratamentos T0, T7 e T8, que foram diferentes do outro grupo e iguais entre si. O segundo grupo é formado pelos tratamentos T5 e T6, cujos teores foram os menores. Esses resultados evidenciam o mesmo efeito da presença da manipueira aplicada no substrato utilizado para a espécie moringa, confirmando que o alto teor de K presente na composição da manipueira (Anexo 1) pode ter contribuído para a elevação deste nutriente na planta.



**Tabela 5.** Teores de macronutrientes na biomassa vegetal de mudas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) cultivadas em cinco tipos de substratos

| Tratamentos   | N                  | P      | K       |
|---|--------------------|--------|---------|
|   | g kg <sup>-1</sup> |        |         |
| T0 = Químico (NPK)  | 30,28 a            | 4,96 a | 26,06 a |
| T5 = Solo + pó de rocha                                     | 23,48 a            | 1,38 b | 14,30 b |
| T6 = Solo + pó de rocha + incubado por 30 dias              | 21,94 a            | 1,28 b | 13,84 b |
| T7 = Solo + pó de rocha + manipueira                        | 26,77 a            | 0,95 b | 26,35 a |
| T8 = Solo + Pó de rocha + manipueira + incubado por 30 dias | 21,73 a            | 1,13 b | 29,47 a |
| CV (%)  | 13,38              | 16,54  | 11,02   |

## 5. CONCLUSÕES

- i. A associação do pó de rocha de Ipirá com a manipueira melhorou a qualidade química do material de solo utilizado para formação de substratos para a produção de mudas de carolina e moringa, tendo efeito favorável no índice de qualidade de mudas das duas espécies.
- ii. A presença de manipueira nos substratos aumentou o conteúdo de potássio no substrato e na planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. D. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; & DE OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.5, p. 1083-1087, 2005.

ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; DE ARAÚJO, L. R.; ARAÚJO, P. C.; DOS SANTOS, M. D. M. S. Crescimento inicial de plântulas de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**, 46(2), 352-357, 2015.

ANDRADE, R. H. M.; DE FREITAS, E. C. S.; DE PAIVA, H. N.; DE MEDEIROS, R. A. Adubação fosfatada na produção de mudas de *Cassia ferruginea* e *Cassia grandis*. **Nucleus**, v. 15, n. 1, p. 41-50, 2018.

ANWAR F.; LATIF S.; ASHRAF M.; GILANI A.H. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytother Res.** v. 2, n. 1, p. 17-25, 2007.

ARAGÃO, M. L.; PONTE, J. J.; Uso da manipueira – extrato líquido das raízes de mandioca – como adubo foliar. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 26, n. 1-2, p. 45-48, 1995.

ARAÚJO, H. B. Potencialidades do uso da manipueira na agricultura, 2016.

BARANA, A. C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores de fase acidogênica e metanogênica**. São Paulo, 2000. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2000.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519- 522, 2003.

BARRETO, M. B.; BEZERRA, A. M. E.; FREITAS, J. V. B.; GRAMOSA, M. V.; NUNES, E. P.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. João Pessoa, v. 19, n. 4, p. 893-897, out/dez., 2009.

BARRETO, M. T. L. et al. Atributos químicos de dois solos submetidos à aplicação de manipueira. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.528-534, 2013.

BEZERRA A. M. E.; MOMENTÉ V. G.; MEDEIROS FILHO S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Hort Bras** v. 22, p. 295-299. 2004.

BOTELHO, S. M.; POLTRONIERI, M. C.; RODRIGUES, J. E. L. F. Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar. **XIII Congresso Brasileiro de Mandioca**. Botucatu: 2009.

CALDEIRA, W. V. M.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira Vermelha. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33. 2008.

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J.B.P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de Potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2012.

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

DA SILVA, F. J. A.; DE MATOS, J. E. X. Sobre dispersões de *Moringa oleifera* para tratamento de água. **Revista Tecnologia**, v. 29, n. 2, 2009.

DA SILVA, G. F. et al. (Org.). Potencialidades da *Moringa oleifera* Lam. São Cristóvão : Universidade Federal de Sergipe: Editora UFS, 2018. 861 p. v. 4. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324692146>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DINIZ, M. de S.; TRINDADE, A. V.; LEDO, CA da S. A manipueira na adubação da mandioca. Embrapa Mandioca e Fruticultura - Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2016.

DOS PASSOS, M. et al. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* lam) utilizada na forma in natura e seca. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 113-120, 2013.

FAITHFULL, N. T. **Methods in agricultural chemical analysis: a practical handbook**. Wallingford: CABI Publishing, 2002.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 49-56, 2003.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FERNANDES, H. E. et al. Produção de mudas de *Adenantha pavonina* L. em sementeira e semeadura direta. 10º seminário de iniciação científica da UFT, v.6, 2014.

FERREIRA FILHO, J. R.; SILVEIRA, H. F.; MACEDO, J. J. G. Cultivo, processamento e uso da mandioca - Instruções Práticas. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E)**, Cruz das Almas, BA, 34p., 2013.

FRANCO, C. S.; FRANCO, C. S., BATISTA, M. D. A.; DE OLIVEIRA, L. F. C.; KOHN, G. P.; FIA, R. Coagulação com semente de *Moringa oleifera* preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, 2017.

GOLDFARB, M. Utilização das sementes da espécie moringa (*Moringa oleifera*) no tratamento das águas turvas do Nordeste. In: **Anais... II CONIDIS - Congresso sobre a Diversidade do Semiárido**. 2017.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001.126 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GUIMARÃES, I. P. et al. Efeito de diferentes substratos na emergência e vigor de plântulas de Mulungú. **Revista Bioscience**, v. 27, n. 6, p. 932-938, 2011.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; DE OLIVEIRA, S. L.. Aroeira (*Schinus terebinthifolius* raddi) seedling production for recuperating bauxite mined areas. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2015.

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

KIST, S. L. **Suprimento de potássio em argissolo com histórico de adubação potássica**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

KNAPIK, J. G. **Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* BENTH e *Prunus sellowii* KOEHNE**. 163 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; RIBEIRO, R. C. C. Fertilização natural: rochagem, agricultura orgânica e plantio direto: breve síntese conceitual. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/Petrobrás, 2009. p. 149-172.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Plantarum, Nova Odessa, 2003.

MAGALHÃES, A. G. et al. Desenvolvimento inicial do milho submetido a adubação com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.675-681, 2014

MATIAS, R. A. M. **Efeito da suplementação nutricional no desenvolvimento de espécies florestais nativas do cerrado, em viveiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

MELAMED, R.; GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 385-395, 2008.

MENDES A. M. S. Introdução a fertilidade do solo. Disponível em :<<  
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159197/1/OPB1291.pdf>>>. Acesso em: 02 jun. de 2018.

MOREIRA, F. M. et al. Fosfatagem e isoflavonóide no crescimento inicial de *adenanthera pavonina* l. In: **Anais...** da III reunião nordestina de Ciência do Solo. Ciência do Solo: Integração e uso do conhecimento para uma agricultura sustentável no Nordeste. 2017.

NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS R. F.; BARROS, N. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F., eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 99-126, 1990.

NEVES, N. N. A. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 63-67, 2007

OLAJIDE, O. A., ECHIANU, C. A., ADEDAPO, A. D., & MAKINDE, J. M. Anti-inflammatory studies on *Adenantha pavonina* seed extract. **Inflammopharmacology**, v.12, n.2, p.196-201, 2004.

PÁDUA, E. J. DE. Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012.

PANTAROTO, S.; CEREDA, M.P. Linamarina e sua decomposição no ambiente. In: CEREDA, M.P (coord.): **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Fundação Cargill, São Paulo, SP, v.4, p.38 – 47, 2001.

PARRON, L. M.; CAUS, J. F. **Crescimento de mudas de *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo-Alves) em substratos com composto orgânico**. Embrapa Cerrados, 1999.

PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

PONTE, J. J. da; **Cartilha da manípueira: uso do composto como insumo agrícola**. 3. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66p.

RAIJ, V. B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba: Franciscana, 1983. 142p.

RIBEIRO FILHO, N. V. Cartilha sobre resíduos de mandioca. Brasília: Sebrae; M H R Empresarial Ltda, 2013. p 36 : il. ; color.

RODRIGUES, A. P. D. C. et al. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, 33(4), 617-623. 2009.

SANTOS, D. R. et al. Micorriza e rizóbio no crescimento e nutrição em N e P de mudas de angico-vermelho. **Revista Caatinga**, v.21, n.1,p.76-82, 2008.

SANTOS, M. H. V. et al. Uso da manípueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa*, L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.729-733, 2010.

SANTOS, et al. Uso da manípueira como fertilizante alternativo no semiárido: um estudo de caso. In: **Anais... do II CONIDIS - Congresso sobre a Diversidade do Semiárido**, 2017.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004

SILVA, A. I. S.; CORTE, V. B.; PEREIRA, M. D.; CUZZUOL, G. R. F.; LEITE, I. T. de A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 815- 824, 2009

SILVA, D. R. G. **Caracterização e avaliação agrônômica de rochas silicáticas com potencial de uso como fontes alternativas de nutrientes e corretivos da acidez do solo**. 2012. 173 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SOUZA, C.A.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

SOUZA, S. O. et al. Resíduos de casas de farinha do agreste alagoano: perspectivas de utilização. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**. v. 9, n. 1, p. 65-73, 2015.

THEODORO, S. H. et al. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Espaço e Geografia**, p.263-292, 2006.

THOMAZ, L. B. Crescimento inicial de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) em diferentes doses de NPK. 2012. Monografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES.

VECHIATO, M.H. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_3/SementesFlorestais/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/index.htm)>. Acesso em: 27 jun. de 2018.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, v.39, p.971-974, 1967.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. A.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n. 1, p. 5-15, 2006.

## ANEXO

## Anexo 1. Análise química da manipueira

| Fertilizante | pH   | N                  | P     | K     | Ca  | Mg  | Fe  | B   | Cu  | S   | Mn | Zn |
|--------------|------|--------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
|              |      | mg L <sup>-1</sup> |       |       |     |     |     |     |     |     |    |    |
| Manipueira   | 4,13 | 4.500              | 2.530 | 9.000 | 220 | 160 | 160 | 220 | 180 | 320 | 0  | 70 |

## Anexo 2. Análise química do pó de rocha de Ipirá

| Fertilizante | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO    | MgO    | Fe     | B   | Cu  | SiO <sub>2</sub> | Mn    |
|--------------|-------------------------------|------------------|--------|--------|--------|-----|-----|------------------|-------|
|              | mg dm <sup>3</sup>            |                  |        |        |        |     |     |                  |       |
| Pó de Rocha  | 4.500                         | 45.900           | 44.200 | 20.200 | 44.700 | 790 | 140 | 278.000          | 3.800 |